

308.684

MTA

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Budapest
1940

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL
SZERKESZTI
DETRE LÁSZLÓ ÉS LASSOVSZKY KÁROLY

3. évfolyam
1. szám

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI
SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

MEGJELENIK NEGYEDÉVENKÉNT

WODETZKY JÓZSEF közreműködésével
szerkeszti

DETRE LÁSZLÓ és LASSOVSKY KÁROLY

3. évfolyam

1940

1. szám

TARTALOM

LASSOVSKY KÁROLY: A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 1939. évi működése	I
KULIN GYÖRGY: A Gauss- és Väisälä-módszer kritikai összehasonlítása (Befejező közlemény)	II
ABAHÁZI RICHÁRD: A katódsugároszcillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél	21
APRÓ KÖZLEMÉNYEK: Abbe születésének századik évfordulója. L. K. — Olbers halálának századik évfordulója. L. K. — A McDonald-csillagda megnyitása. ABAHÁZI RICHÁRD. — A feketedési görbe törvényszerűsége. ABAHÁZI RICHÁRD. — Az 1940a Kulin-üstökös. D. L. — A változócsillagok számának növekedése. L. K. — Új szupernova. L. K. — Fehértörpék, novák, szupernovák. BALÁZS JÚLIA. — A tejútfelhők és a nyílthalmazok dinamikája. DETRE LÁSZLÓ. — A δ Cephei- és rokontípusú csillagok fényváltozása és sebességváltozása közötti összefüggés. B. J. — Csillagok átmérőjének mérése.	30
KÖNYVSZEMLE: D. O. WOODBURY, The Glass Giant of Palomar...	42
SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK.....	42
HIREK	44
SZERKESZTŐI ÜZENETEK	44

A folyóiratot a Csillagászati Szakosztály tagjai tagilletmény gyanánt kapják. Tagdíj 5 pengő. A Szakosztály tagja bárki lehet, ki egyúttal a Természettudományi Társulat tagja.

Nem tagok részére a CSILLAGÁSZATI LAPOK évi előfizetési díja 6 pengő. Az előfizetési díjak a Természettudományi Társulat címére (Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. sz.) küldendők.

A szerkesztőség címe: CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET, BUDAPEST-SVÁBHEGY.

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

3. évfolyam

1940

I. szám

A SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET 1939. ÉVI MŰKÖDÉSE

SZEMÉLYI ÜGYEK.

Az év folyamán DETRE LÁSZLÓ obszervátori címet és jelleget kapott, BALÁZS JULIÁT pedig asszisztenssé nevezték ki. KULIN GYÖRGY megszerezte a doktori oklevelet. Az intézet tudományos személyzete az év végén:

Igazgató: DR. LASOVSZKY KÁROLY. Obszervátor: DR. DETRE LÁSZLÓ. Asszisztens: DETRENÉ DR. BALÁZS JULIA. Főiskolai képesítésű gyakornokok: ABAHÁZI RICHÁRD, DR. KULIN GYÖRGY.

Az intézetben mint vendégek dolgoztak még DR. TOLMÁR GYULA, az Egyetemi Csillagászati Intézet tanársegéde, DR. DEZSŐ LORÁNT ösztöndíjas gyakornok, KOLBENHEYER TIBOR egyetemi hallgató és mint önkéntes munkatárs HORVÁTH SÁNDOR. Az év végén DEZSŐ ösztöndíjjal a zürichi csillagvizsgáló intézetbe távozott.

A nyár folyamán vagy másfél hónapot az intézetben töltöttek és a passage-műszerrel megfigyeléseket végeztek KLIPP ALAJOS és PORONYI ZOLTÁN, a Háromszög-elő Intézet főtanácsosa, illetve mérnöke.

DETRE és BALÁZS augusztusban résztvettek az Astronomische Gesellschaft danzigi kongresszusán s útközben meglátogatták a babelsbergi, a potsdami és a lipcei csillagdát.

GAZDASÁGI ÜGYEK, ÉPÜLETEK.

Az intézet épületei és kupolái alapos tatarozásra szorulnak, fedezet híján azonban csak a legelodázhatatlanabb javításokat tudtuk, többnyire házilag, elvégezni.

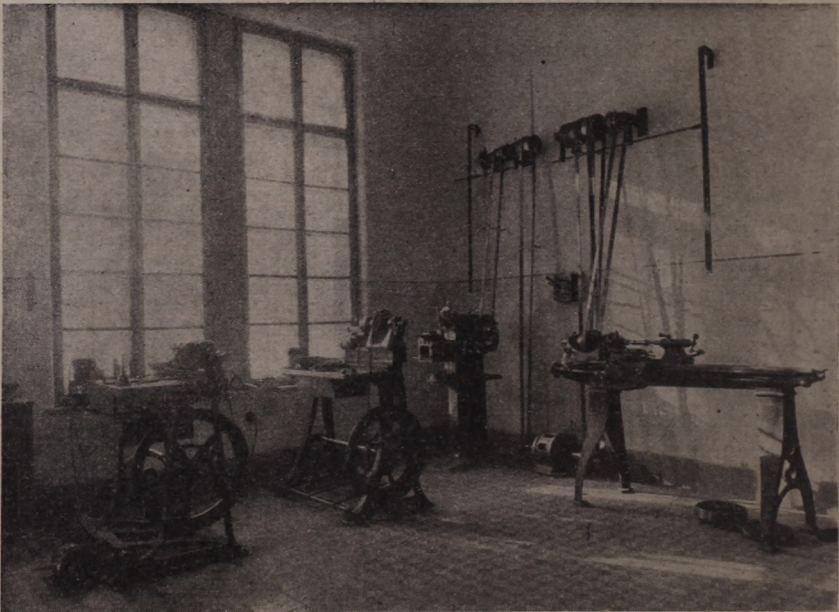
Az eddigi műszertár helyiségét válaszfal emelésével megkisebítettük, a fennmaradó részt modern fényképészeti laboratórium részére szántuk az eddigi primitív fotografiai sötétszoba helyébe. Az új laboratórium üzembehelyezésére eddig nem kerülhetett sor, jelenleg még csak a vízvezetéki és a villamosszereléseket végezzük, költségkímélésből házilag.

Budapest Székesfőváros kertészete szívességből tervet készített a csillagda elvadult területének parkrendezésére. Ennek keresztül-

vitelét a rendelkezésre álló csekély fedezet mellett öt-hat év alatt gondoljuk megvalósítani.

MŰSZAKI ÜGYEK, MŰSZEREK.

Az intézet mechanikai műhelye az év folyamán örvendetes módon gazdagodott. Új beszerzések: harántgyalugép, nagy vezérsós esztergapad, marógép és hegesztőberendezés. Mechanikai mű-



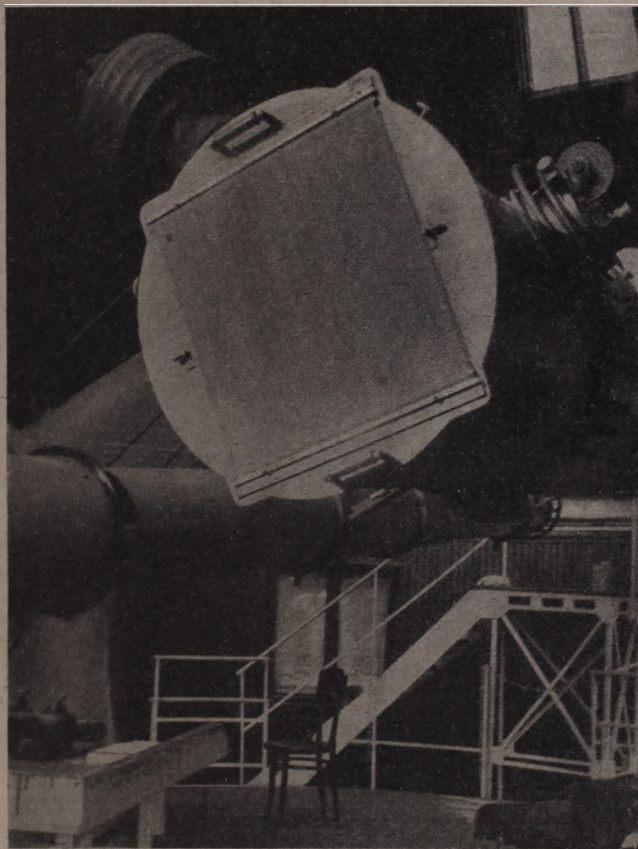
Részlet a mechanikai műhelyből. Balról jobbra: műszerész esztergapad, menet-másolópad, harántgyalugép, nagy vezérsós esztergapad. (A két utóbbi új beszerzés.)

helyünk berendezése most már kielégítőnek mondható és a legváltozatosabb műszerézmunkák elvégzésére alkalmas.

A készülő új fényképészeti laboratórium részére egy nagyító készüléket sikerült beszerezni, továbbá vízsűrő berendezést, mely utóbbi szerelés alatt van. A vízsűrőberendezés rég nélkülözött szükségesség volt, mert a svábhegyi vízvezetéki víz szennyeződése már számos esetben tette tönkre fényképlemezeinket.

Nagy műszernyerésig az az objektívra, mely a durva részek öntésén kívül úgyszólván teljesen az intézet műhelyében készült. A rács kerete duraluminumból van s pontosan ráilleszthető a 60 cm-es tükörtávcső végére. Maga a rács gumihuzalokból áll, melyek két precíziós csavarmenettel ellátott rúd meneteibe illeszkednek bele.

Felerősítésük olyan, hogy a huzalok tetszésszerint feszíthetők s könnyen kicserélhetők, egyszóval a rácsállandó változtatható. A csavar-menet magassága 0,938 mm. A készüléket DEZSŐ adatai alapján SANYÓ LAJOS intézeti mechanikus készítette.



Az intézet műhelyében készült objektívrcs a 60 cm-es reflektorra szerelve.

Ugyancsak a házi mechanikai műhelyben készül egy fotografiai távcső, jobban mondva parallaktikus felállítású rövidgyútávolságú ($f = 70$ cm) kamara, melynek objektíve egy 14 cm-es Zeiss-triplet (1:5) lesz. A készülék szinkronizált hajtóművel lesz ellátva, úgyhogy a fényképezés vele automatikusan, vezetés nélkül fog majd történni.

A 60 cm-es reflektor tükrét kétszer ezüstöztük. Ezt a munkát, mint az előző évben, ezidén is HAEFFNER TIVADAR önkéntes munkatársunk végezte nagy szakértelemmel és sikerrel.

A főépület pincéjében elhelyezett órateremben a légnedvességet, mely a múlt évben állandóan 96% fölött volt, sikerült annyira lecsökkenteni, hogy néhány hónapja állandóan kisebb, mint a kinti átlagos légnedvesség. Jelenleg 65%. Ezt az órateremben elhelyezett mész folytonos felfrissítésével értük el. Ezenkívül az ajtókat gondosan tömítettük abban a feltevésben, hogy a nedvesség esetleg külső levegő behúzódnásával jut be. Ha azonban a talajvíztől átmedvesedett és rosszul szigetelt falakból ered, a jövőben is csak mész állandó alkalmazásával lehet a precíziós órákat a teljes megrozsdásodástól megóvni.

A Meteorológiai Intézet kívánságára a fáktól teljesen benőtt két megfigyelő bódét a park szabadabb és szellősebb helyére helyeztük át.

MEGFIGYELÉSEK; TUDOMÁNYOS MUNKÁK.

Időjárásszolgálat. Intézetünk az ország egyik meteorológiai főállomása. A meteorológiai szolgálatot az altisztek látják el. Ők végzik



A 20 cm-es Heyde-refraktor.

az előírt időkben a meteorológiai műszerek leolvasását és a különböző regisztrálókészülékek szalagjainak a váltását. Érdekesebb meteorológiai adatok az 1939. évből: legmagasabb hőmérséklet $+33,1$ (augusztus 6-án), legalacsonyabb $-15,0$ (december 29-én), évi középhőmérséklet $+9,0$. Csapadék 145 napon volt és az évi csapadék összege 859 mm. Napfénytartam 2112 óra.

A derült éjjelek számát az észlelők jegyzik. Azoknak az éjszakáknak a száma, melyeken legalább 1 óra hosszat lehetett észlelni, az 1939. évben 201 volt, 18-cal több a 13 évi átlagnál. Azoknak az éjjeleknek a száma, melyeken 3 óránál több ideig lehetett észlelni, vagyis az általunk derülteknek vett

éjjeleknek a száma 165 volt, 42-vel több az átlagnál s legtöbb, amit eddig 13 év óta észleltünk.

Időszolgálat. Az órateremben lévő főórák járásának ellenőrzését nemzetközi rádiójelek felvételével, továbbá a megfigyelőhelyeken



KULIN felvétele a 60 cm-es reflektorral
(1:6, $f = 360$ cm.)

A Hassel-üstökös

1939 ápr. 21-én



ABAHÁZI felvétele egy 14 cm-es Leitz-
Elmar-objektívvel (1:3'5, $f = 5$ cm.)

felállított szinkronizált órák ellenőrzését ABAHÁZI és részben KOLBENHEYER végezte.

ABAHÁZI tovább folytatta annak a fotografikus észlelési módszernek a kidolgozását, mely a passage-műszerrel történő időmeghatározás pontosságának a fokozását célozza. A laboratóriumi vizsgálatok befejezése után megkezdte észleléseit, több ezer felvételt készített a passage-műszerrel és 201 csillag átmenetét figyelte meg fotografikusan.

Hosszúságmérések. Az intézet földrajzi hosszúságának pontos meghatározására KLIPP és PORONYI a passage-műszerrel megfigyeléseket végeztek s közben koidencia-időjeleket vettek fel. (A vett adók: Croix d'Hins, Paris Eiffel-torony és Nauen.) 14 éjszakán összesen 38 csillag 223 átmenetét figyelték meg. Az észlelések feldolgozása folyamatban van.

Csillagfödések. A londoni Nautical Almanac Office a mult évekhez hasonlóan 1939-re is előre kiszámította a Budapesten megfigyelhető csillagfödéseket. Mivel a legtöbb csillagfödés idején az ég borult volt, az év folyamán mindössze 3 födést figyelt meg ABAHÁZI (kettőt a 60 cm-es reflektorral, egyet a 20 cm-es Heyde-refraktorral). Az intézet-

ben az 1937. és 1938. években végzett csillagfödésészleléseket ABAHÁZI feldolgozta és az Astronomische Nachrichtenben közzétette.

Kisbolygók. Új felfedezések. KULIN a 60 cm-es reflektorral végzett kisbolygóészlelései során az év folyamán 6 új kisbolygót fedezett fel. Ezek közül 1, a régebben ugyancsak általa felfedezett kisbolygók közül 7 a megfigyelésekből és a számításokból kapott pálya alapján biztosítottnak tekinthető. Közülük három a berlin—dahlemi Copernicus Intézetben nevet is (Bolyai, Corvina és Konkolya) kapott.

Pozíciómeghatározások. KULIN a 60 cm-es reflektorral 33 kisbolygóról 146 felvételt készített. A lemezek kiméréséből kapott 95 közelítő és 21 pontos pozíció a Copernicus Intézet cirkulárjaiban jelent meg. Négy keresett kisbolygó nem volt rajta a lemezeken, jeléül annak, hogy e kisbolygók pályaelemei korrekcióra szorulnak, mert a belőlük kiszámított pozíciók már kívül estek a lemez látmezéjén.

Pályaszámítások. KULIN az általa felfedezett kisbolygók közül néhánynak és más kisbolygóknak, összesen nyolcnak a pályáját is kiszámította s követésüknek megkönnyítésére égi koordinátájukról efemerist készített. Ezenkívül behatóan foglalkozott a különféle pályaszámítási módszerekkel s ezek kritikai vizsgálatát adta az év folyamán megjelent doktori értekezésében.

Az 1933—1938. években végzett megfigyelések. A Svábhegyi Csillagdában 1938. év végéig történt kisbolygóészleléseket és új felfedezéseket KULIN összefoglaló feldolgozásában az intézet ezidén közleményei sorában (Mitteilungen, Nr. 7) kiadta. Az észlelések túlnyomó része és a felfedezések kizárólag a 60 cm-es reflektorral történtek. A megfigyelt kisbolygók fényessége 6 és 16 fényességrend között ingadozott. Az összesen 356 kisbolygóról közölt 802 pozíció 1662 felvétel eredménye. Az itt közölt kis táblázat áttekinthető képet ad a végzett munkáról.

Az észlelő neve	A felvételek		A közölt pozíciók száma
	száma	hossza órában	
Abaházi	146	66 ^b 0	36
Balázs	44	11.9	19
Cavalloni	25	9.7	9
Földés	53	22.2	14
Hadik	7	5.2	2
Kulin	1024	546.1	580
Móra	167	79.5	49
Terkán	170	79.0	81
Tolmár	26	9.2	12
	<u>1662</u>	<u>828.8</u>	<u>802</u>

Az 1938. év végéig a Svábhegyi Csillagdában felfedezett kisbolygók száma 35. Ezek közül 6-ot KULIN másokkal, 29-et pedig egyedül fedezett fel.

Üstökösök. A Hassel-üstökös, mely a legutóbbi évek egyik legfényesebb üstököse volt, április 16-án tűnt fel és a felfedezését közlő távirat megérkezése után a Svábhegyi Csillagdában egyszerre három, sőt négy műszerrel is készültek róla felvételek. Ezek a felvételek egyrészt az üstökös helyzetváltozásának és ebből pályájának a meghatározása, másrészt az üstök és a csóva változásának a tanulmányozása, végül az üstökös összfényességváltozásának a meghatározása céljából történtek. A 60 cm-es reflektorral 64, a 16 cm-es asztrográffal 2, a 13 cm-es Voigtländer-Heliar-kamarával 2, a 7 cm-es Zeiss-Astro-Petzval-kamarával 25 és egy 1.4 cm-es Leitz-Elmar-objektívvel 5 felvétel készült az üstökösről. KULIN 10 közelítő és 14 pontos pozíciót közölt az üstökösről és elsőnek számította ki (kizárólag saját észlelései alapján) az üstökös pályáját. ABAHÁZI sajátkészítésű igen nagy látmezejű és fényességű kamarával fényképezte a Hassel-üstökösről a leghosszabb (több mint 16 fokos) csóvát és április 22-én a csóva leválását. DEZSŐ 11 napon keresztül extrafokális felvételeket készített az üstökös összfényességváltozásának a meghatározására.

Egyéb üstökösök. KULIN a Pons-Winnecke- (2), a Väisälä- (4) és a Peltier-üstököséről (52), összesen 58 felvételt készített a 60 cm-es reflektorral és a két utóbbi üstökösről 18, illetve 3 pozíciót közölt.

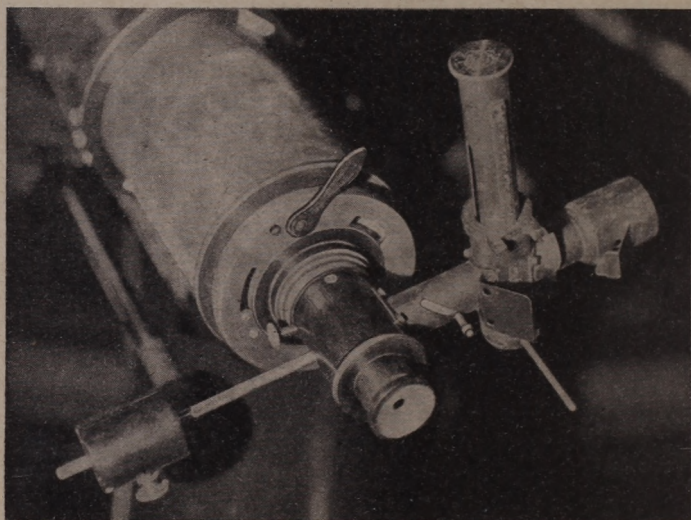
Meteorok. Bár az intézet nem foglalkozik meteorok megfigyelésével, mégis érdemes megemlíteni az a rendkívüli meteor, melyet szerencsés körülmény folytán KULIN fényképezett le a 60 cm-es reflektorral. A lemezen ötös meteornyom állapítható meg, ami egyedülálló eset, mert eddig még csak kettős meteort sikerült lefényképezni.

Effektív hullámhosszmérések. Az intézet műhelyében készült és a jelentés más helyén leírt objektívra a jelek szerint (DEZSŐ próbafelvételei alapján) teljesen meg fog felelni a várakozásnak. A rácson keresztül a 60 cm-es reflektorral, Newton-rendszer mellett 360 cm-es gyújtótávolságban készített felvételeken az elsőrendű színekben a H_{α} , H_{β} és H_{γ} vonalak jól elkülönülnek. DEZSŐ első programul a különböző színképtípusú csillagoknak a zenittávolságtól függő effektív hullámhosszváltozás tanulmányozását tűzte ki s evégből eddig 104 felvételt készített, (ezeknek egy részét színszűrőn keresztül).

Fotometriai kettőscsillagok. A 16 cm-es asztrográffal az SV Cam, WZ Cep és WY Tau fotometriai kettőscsillagról BALÁZS (246), DETRE (102) és DEZSŐ (87), összesen 435 felvételt készített. Más hasonló, összesen 8 ilyen kettőscsillagról a 20 cm-es Heyde-refraktorral összesen 242 fényességbecslés történt.

Változócsillagok. Rövidperiódusú δ Cephei-csillagok. BALÁZS és DETRE folytatták a rövidperiódusú δ Cephei-csillagok periódus- és fénygörbeváltozásának tanulmányozását. Ennek folyamán a 16 cm-es asztrográffal 15 ilyenfajta csillagról BALÁZS 1799, DETRE 874 és vezeté-

sük alatt HAEFFNER J. 165, HORVÁTH 1854 felvételt készített. Ez évben elkészültek AR Her-ről való terjedelmes észlelési anyaguk feldolgozásával, amelynek alapján most először lehetett teljes képet kapni a fénygörbeváltások tulajdonságairól. Eredményeik szerint, melyek az intézet kiadványai sorában (Mitt., Nr. 8) jelentek meg, AR Her-nél az alapperiódus ($0^d.4700$) mellett $31^d.5$ napos szekunder periódus mutatkozik és ezen belül a fénygörbe szabályos változásokat mutat. A szekunder periódusot nem lehet két rövidperiódusú rezgés interferenciájából származó «lebegés» periódusának felfogni és így nem lehet a fény-



A Graff-ékfotométer a 20 cm-es Heyde-refraktorra szerelve.

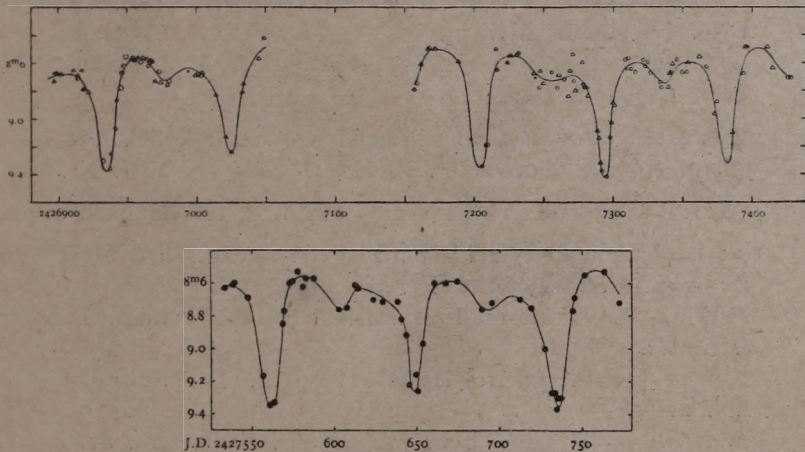
görbeváltásokat a mai pulzációelmélet alapján felrezgések összetevődésével magyarázni. Az észlelési eredményekből a pulzációelméletre levonható következtetésekről DETRE a Csillagászati Lapok-ban külön tanulmányt írt.

Az eddigi eredményekből, bár a többi csillagra még nincs olyan terjedelmes anyag, mint AR Her-ről, már nyilvánvaló, hogy a fénygörbeváltások, ha ilyenek valamelyik csillagnál fellépnek, mindig ugyanazon törvényszerűségeket követik. A periódikus fénygörbeváltások mellett néhány csillag igen lassú periódusváltozást mutat. RR Gem-nál a már három évtizede tartó perióduscsökkenés, mint a legújabb felvételek mutatják, most növekedésbe ment át és így kiderült, hogy a lassú periódusváltozások nem szekulárisak, hanem hosszúperiódusúak.

Három rövid periódusú δ Cephei-csillag periódusváltozásának tanulmányozására DEZSŐ is készített 384 felvételt és azokat már fel is dolgozta. Az egyiknél (RU Psc) erős periódusváltozás mutatkozik, de még további felvételek kellene a változás tulajdonságának kiderítésére.

Egyéb változócsillagok. TOLMÁR a 13 cm-es Voigtländer-Heliar-kamarával és a 7 cm-es Zeiss-Astro-Petzval-kamarával a δ Cephei és az RS Cassiopeiae környékéről összesen 49 felvételt készített az ég eme részében lévő változócsillagok tanulmányozására.

Statisztikai vizsgálatok. HORVÁTH még az előző évben vizsgálat tárgyává tette a különböző típusú változócsillagok galaktikai eloszlását



Az UU Herculis változócsillag fénygörbéje. — DETRE és LASSOVSKY megfigyelései szerint.

s erről szóló tanulmányát most közzétette. (Csillagászati Lapok, 2. évf. 10. 1.)

Megfigyelések ékfotométerrel. Az intézet közleményei sorában (Mitteilungen, Nr. 9.) összefoglaló jelentést adott ki azokról a megfigyelésekről, melyek az 1929—1937. években a 20 cm-es Heyde-refraktorra szerelt ékfotométerrel változócsillagokon történtek. A megfigyelt 29 csillag közül 6 fődésváltozó, 6 RR Lyrae-, 8 δ Cephei- és 1 Mira-típusú; 5 pedig változatlan fényűnek bizonyult. DETRE 16 változón 4846, KULIN 1 változón 244, LASSOVSKY 16 változón 6984 fényességmeghatározást végzett, a fényességmeghatározások összes száma tehát 12074.

Csillaghalmazok. Halmazváltozók tanulmányozására, illetve ilyenek felfedezésére DETRE (7) és KULIN (25), összesen 32 újabb felvételt készítették a 60 cm-es reflektorral az M3 és az M15 gömbcsillaghalmazról.

IRODALMI MUNKÁSSÁG.

- ABAHÁZI: Reduktion von Sternbedeckungen. AN 268. 391.
- BALÁZS: A Svábhegyi Csillagvizsgáló múzeuma. Búvár. 5. 64.
- BALÁZS és DETRE: Untersuchungen über die Perioden- und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen δ Cephei-Sternen. II. AR Herculis. Budapest-Svábhegy Mitt., Nr.8.
- BERÉNYI GR.: A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet múzeumának régi időmérő gyűjteménye. Csill. Lapok. 2. 81.
- DETRE: Üzenetek a világürből. Kozmikus hatások a Földön. 279 old. Kir. M. Egyetemi Nyomda.
- Az 1938/39. év csillagászati eseményei. Term. Tud. Társulat 1939. évi almanachja.
- δ Cephei-csillagok szekundér periódusai és a pulzációelmélet. Csill. Lapok. 2. 129.
- DETRE és LASSOVSZKY: Beobachtungen von veränderlichen Sternen mit einem Keilphotometer. Budapest-Svábhegy Mitt. Nr. 9.
- HORVÁTH: Változócsillagok galaktikai eloszlása. Csill. Lapok. 2. 10.
- KULIN: Beobachtungen von kleinen Planeten in den Jahren 1933—38. Budapest-Svábhegy Mitt. Nr. 7.
- A Gauß- és Väisälä-módszer kritikai összehasonlítása. Doktori értekezés.
- Komet Jurlof-Achmarof-Hassel (1939 d). Beob.-Zirkular der AN. 21. 53.
- Fünfteilige photographische Meteorspur. Beob.-Zirk. 21. 73.
- LASSOVSZKY: Bericht über die Tätigkeit der Sternwarte Budapest—Svábhegy für das Jahr 1938. Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft. 74. 91.

Az intézet tagjai és munkatársai tollából ezenkívül még számos kisebb cikk és apró közlemény jelent meg a Beobachtungs-Zirkularban, a Természettudományi Közönyben, a Búvárban, a Földtani Közleményekben és a Csillagászati Lapokban, mely legutóbbi folyóiratot DETRE és LASSOVSZKY szerkesztették.

EGYEBEK.

Az intézet tagjai előadások tartásával élénk tevékenységet fejtettek ki a Természettudományi Társulat csillagászati szakosztályában.

Az intézet könyvtára az év folyamán vétel útján 53, ajándékozás és csere útján 134 kötettel, összesen tehát 187 kötettel szaporodott. Az intézet 27 folyóiratot járattott a múlt évben és 21 folyóiratot kap

ingyen, illetve csere gyanánt. A könyvtárt DEZSŐ kezelte s egyúttal átrendezte.

BERÉNYI JÁNOS GR. tanulmányozta az intézet múzeumának régi időmérő gyűjteményét s erről ismertetést írt a Csillagászati Lapokban. (2. évf. II.)

A vendégkönyv szerint az év folyamán 2654 látogató fordult meg az intézetben.

Még az 1938. év nyarán a vallás- és közoktatásügyi minisztérium oktatófilmkirendeltsége felvételeket készített a csillagda berendezéséről s ezt a filmet 1939 március 8-án a Természettudományi Társulat csillagászati szakosztályának egyik ülésén nagy sikerrel bemutatta.

Lassovszky Károly

A GAUSS- ÉS VÄISÄLÄ-MÓDSZER KRITIKAI ÖSSZEHAONLÍTÁSA

(Befejező közlemény.)

A VÄISÄLÄ-módszernek az előbbieken közölt formája 1939-ben az Annales Academiae Scientiarum Fennicae Ser. A. Tom. LII, No 2-ben jelent meg és különnyomatban füzetformában publikálták. Az összehasonlítás alapjául ez szolgált. A módszerhez még két vonatkozásban van hozzáfűznivaló. Az egyik magában foglalja azokat az egyszerűsítéseket, amelyeket maga VÄISÄLÄ tett, a másik azokat az elgondolásokat, amellyel magam járultam hozzá a módszer további tökéletesítéséhez. Mindkét munka Δ_2 , illetve σ_2 meghatározására vonatkozik. VÄISÄLÄ eljárását itt, a magamét pedig a következő fejezetben ismertetem. Megjegyezni kívánom, hogy VÄISÄLÄ-nek velem levélben közölt s itt ismertető eljárása egyik közelebbi publikációjukban meg fog jelenni s ehelyen való ismertetésére levélben adta hozzájárulását.

A különböző pályaszámítási eljárásokban Δ_2 meghatározására szolgáló egyenlet végső alakja :

$$\Delta_2 = k - \frac{l}{r^3}$$

Kicsiny időközök esetén k közel egyenlő l -vel és az oppozíció közelében közelítőleg $r = \Delta + 1$, ezzel az előbbi egyenlet alakja :

$$\Delta_2 = k \left(1 - \frac{1}{(\Delta_2 + 1)^3} \right)$$

Ennek megoldására VÄISÄLÄ táblázatot készített, melyből k -val mint argumentummal Δ_2 kiolvasható.

k meghatározására, illetve annak közelítő értékére a következő

elgondolás szolgál alapul: fektessünk az első és harmadik észlelésen át legnagyobb kört és jelöljük a középső bolygóhely, illetve a középső földhely ($180^\circ +$ naphely) távolságát a legnagyobb körtől $\bar{\delta}_2$ és $\bar{\beta}_2$ -vel, akkor közelítőleg:

$$l = -\frac{1}{2} \tau_1 \tau_3 \frac{\sin \bar{\beta}_2}{\sin \bar{\delta}_2}$$

l meghatározására VÁISÁLÁ készített egy egyméter sugarú gömbfelületet deklináció és rektaszenció hálózattal. Felrajzolva a bolygóhelyeket és a középső földhelyet, a főkör bejelölésével $\sin \bar{\beta}_2$ és $\sin \bar{\delta}_2$ közvetlenül leolvasható. Ezek ismeretével az adott képlet segítségével kiszámítható l , s ez Δ képletében k -t helyettesítheti. Ezen eljárással 5–6 perc alatt 0.1–0.2 pontossággal meghatározható Δ , illetve σ . Egy másik eljárást VÁISÁLÁ professzor útmutatása alapján leánya, MARJA VÁISÁLÁ dolgozott ki. A hipotézisszámítás képleteiből kiindulva k meghatározására szolgáló egyenlet:

$$k = \frac{S}{s} \sec \delta$$

$$\Delta = k \left(1 - \frac{1}{(\Delta + 1)^3} \right)$$

vagy közelítőleg

$$k' = \frac{S}{s} \quad \text{és} \quad \sigma = k' \left(1 - \frac{1}{(\sigma + 1)^3} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{ahol} \quad S &= a [\tau_3 X_1 - (\tau_3 - \tau_1) X_2 - \tau_1 X_3] + \\ &+ b [\tau_3 Y_1 - (\tau_3 - \tau_1) Y_2 - \tau_1 Y_3] + c [\tau_3 Z_1 - (\tau_3 - \tau_1) Z_2 - \tau_1 Z_3] \\ s &= -(\tau_3 - \tau_1) (a \cos \alpha_2 + b \sin \alpha_2 + c \operatorname{tg} \delta_2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{és} \quad b_1 &= \sec \alpha_1 \operatorname{tg} \delta_1 & a &= b_1 \operatorname{tg} \alpha_3 - b_3 \operatorname{tg} \alpha_1 \\ b_3 &= \sec \alpha_3 \operatorname{tg} \delta_3 & b &= b_3 - b_1 \\ & & c &= \operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_3 \end{aligned}$$

E segédállandókkal l is kifejezhető, azonban inkább az $r = \Delta + 1$ vagy $r = \sigma + 1$ felhasználásával végzik a számolást. Ezen eljárás kipróbálására gyakorlatukból taláalomra választott 12 pálya esetében elvégezték a számolást és Δ_2 hibája általában 0.01–0.02-t tett ki, egyetlen esetben kicsiny r mellett 0.1 volt az eltérés. Δ_2 kiszámítása körülbelül 10 percet vesz igénybe, amennyiben a trigonometriai függvények már rendelkezésre állnak. Az állandók előnye az, hogy a pályaszámításhoz egyébként is szükségesek. VÁISÁLÁ különösen közelítőpálya esetén tartja hasznosnak az eljárást, mert σ közelítő értékének birtokában a hipotézis számítását csak egy esetben kell végigszámolni. Ezzel az egyszerűsítéssel egy közelítőpálya kiszámításának

ideje automata számológéppel kevesebb, mint egy óra, abban az esetben is, ha a napkoordináták és egyéb segédmenyiségek nem állnak előzőleg rendelkezésre.

Azok az előnyök, amelyek a VÄISÄLÄ-módszert az előbbieken jellemezték, az itt közölt egyszerűsítésekkel továbbfokozódnak.

8. Új, saját eljárásom Δ_2 közelítő meghatározására

A VÄISÄLÄ-módszer a hipotézis számítás bevezetésével típusa az indirekt módszernek, amennyiben Δ meghatározása fokozatos közelítéssel történik. Gyakorlati szempontból, mint láttuk, az nem jelent hátrányt, hogy egy módszer direkt-e vagy indirekt. Használhatóságát más körülmények szabják meg. A módszerrel való számolás közben mégis felmerült bennem a gondolat, nem lehetne-e a módszer előnyeinek megtartásával vagy esetleg fokozásával Δ meghatározására közvetlenebb eljárást alkalmazni. Ezzel elérnök azt, hogy a módszer legalább is közelítőpálya esetében direkt lenne, vagyis formulák megisméltése nélkül vezetne célhoz. A GAUSS-módszer eljárása Δ meghatározására igen jó eredményt ad. Amidőn ennek átültetésére gondoltam kiderült, hogy az számos oly állandó kiszámítását vonná maga után, amelyekre a továbbiakban nincs szükség s ezzel jelentős munkatöbblet állna elő. Mivel a módszer a sorbafejtést használja kiindulásnak, ezen a vonalon próbálkoztam.

A továbbiakban tartsuk meg az időközöknél a VÄISÄLÄ módszerében használatos jelöléseket :

$$\tau_1 = k(t_1 - t_2) \quad \tau_3 = k(t_3 - t_2) \quad \tau_2 = k(t_3 - t_1)$$

tehát $\tau_2 + \tau_1 = \tau_3$, k a gravitációs állandó = 0.0172021.

Tekintetbevéve a derékszögű koordináták τ hatványai szerinti sorának első két tagját

$$\begin{aligned} x_1 &= x_2 + x'_2 \tau_1 \quad \text{illetve} \quad x_3 = x_2 + x'_2 \tau_3 \\ \text{I.} \quad y_1 &= y_2 + y'_2 \tau_1 & y_3 &= y_2 + y'_2 \tau_3 \\ z_1 &= z_2 + z'_2 \tau_1 & z_3 &= z_2 + z'_2 \tau_3 \end{aligned}$$

$$x' = \frac{x_3 - x_1}{\tau_2} \quad y' = \frac{y_3 - y_1}{\tau_2} \quad z' = \frac{z_3 - z_1}{\tau_2}$$

közéltő pontosságú értékek felhasználásával és rendezve :

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad x_1 \tau_3 - x_2 \tau_2 - x_3 \tau_1 &= 0 \\ y_1 \tau_3 - y_2 \tau_2 - y_3 \tau_1 &= 0 \\ z_1 \tau_3 - z_2 \tau_2 - z_3 \tau_1 &= 0 \end{aligned}$$

tekintettel a derékszögű koordináták között fennálló összefüggésekre

$$\begin{aligned} y_i &= (x_i + X_i) \operatorname{tg} \alpha_i - Y_i \\ \text{III.} \quad z_i &= (x_i + X_i) \frac{\operatorname{tg} \delta_i}{\cos \alpha_i} - Z_i \quad i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

Ezeket az értékeket a II. egyenletrendszerbe téve x_1, x_2, x_3 -ra, mint három ismeretlenre, három egyenletet kapunk. x_1 és x_3 kiküszöbölésével ennek megoldása x_2 -re a következő alakot nyeri:

$$\text{IV.} \quad x_2 = \frac{\tau_2 K_1 - \tau_1 K_2 + \tau_3 K_3}{\tau_2 K_4}$$

A K együtthatók ismert mennyiségek összefüggéseiből adódnak, ezekre visszatérünk.

Ha az egyenletrendszert $x = \Delta \cos \delta \cos \alpha - X$ bevezetésével Δ_2 -re oldjuk meg, hasonló kifejezést kapunk, csupán K értelme változik meg, amit megkülönböztetésül K' -vel jelölünk.

$$\text{V.} \quad \Delta_2 = \frac{\tau_2 K'_1 - \tau_1 K'_2 + \tau_3 K'_3}{\tau_2 K_4 \cos \delta_2 \cos \alpha_2}$$

Igen könnyű kimutatni, hogy Δ_2 ezen közelítő megoldása teljesen azonos a GAUSS-nál szereplő k° meghatározásával. Ugyanis ha a II. egyenletrendszerbe bevezetjük a GAUSS-nál használt jelöléseket

$$n_1^\circ = \frac{\tau_3}{\tau_2} \quad n_3^\circ = \frac{-\tau_1}{\tau_2}$$

éppen a GAUSS kiindulását képviselő síkfeltéti egyenletrendszerhez jutunk, ha még n° helyett n -t teszünk. Tehát egészen más kiindulásból a GAUSS-nál szereplő alapegyenletekhez jutunk. A továbbiakban két utat választhatunk. Vagy rátérünk a GAUSS-nál követett útra s ekkor l° meghatározásával vele egyenértékű közelítést kapunk, vagy pedig eredeti kiindulásunkat továbbfejlesztve a hatványsor második tagjának figyelembevételével javítjuk Δ értékét. Mindkét úton megvizsgáljuk, hogy milyen eredményt kaphatunk. Mielőtt ezt tennők, felírjuk a K együtthatók értelmét:

$$\begin{aligned} K_1 &= B_2 D_3 - C_2 T_3 & K'_1 &= B'_2 D_3 - C'_2 T_3 & K_3 &= C_1 T_3 - B_1 D_3 \\ K_2 &= C_3 T_3 - B_3 D_3 & & & K_4 &= D_2 T_3 - T_2 D_3 \end{aligned}$$

ahol viszont:

$$\begin{aligned}
 D_2 &= \frac{\operatorname{tg} \delta_2}{\cos a_2} - \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\cos a_1} & T_2 &= \operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1 & B_3 &= X_3 \operatorname{tg} \alpha_3 - Y_3 \\
 D_3 &= \frac{\operatorname{tg} \delta_3}{\cos \alpha_3} - \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\cos \alpha_1} & T_3 &= \operatorname{tg} \alpha_3 - \operatorname{tg} \alpha_1 & C_1 &= X_1 \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\cos \alpha_1} - Z_1 \\
 B_1 &= X_1 \operatorname{tg} \alpha_1 - Y_1 & C'_2 &= X_2 \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\cos \alpha_1} - Z_2 & C_2 &= X_2 \frac{\operatorname{tg} \delta_2}{\cos \alpha_2} - Z_2 \\
 B_2 &= X_2 \operatorname{tg} \alpha_2 - Y_2 & B'_2 &= X_2 \operatorname{tg} \alpha_1 - Y_2 & C_3 &= X_3 \frac{\operatorname{tg} \delta_3}{\cos \alpha_3} - Z_3
 \end{aligned}$$

E kifejezések között T_3 , B_1 és B_3 a VÄISÄLÄ módszernek egyébként is állandói, kiszámításuk tehát úgyis szükséges. A többieknél pedig oly adatok szerepelnek, amelyeket szintén ki kell számítani VÄISÄLÄ módszeréhez. A munkatöbbletet csupán a kifejezések képezése okozza, ami azok egyszerűségét tekintve, nem időrabló és nem fárasztó.

Amennyiben GAUSS nyomán haladunk tovább, V. szolgáltatja k° -t, és szükséges még l° kiszámítása. Δ_2 pontos értékét akkor kapnók, ha a háromszögterületek viszonyát kifejező n_1 és n_3 értéket teljes pontossággal lehetne figyelembe venni. Ugyanis a síkfeltétel így teljesül, és akkor képletünk alakja :

$$\Delta_2 = \frac{K_1 + n_3 K_2 + n_1 K_3}{K_4 \cos \delta_2 \cos a_2} \text{ lenne.}$$

Viszont n_1 és n_3 végtelen sorral fejezhető ki pontosan :

$$\begin{aligned}
 n_1 &= \frac{\tau_3}{\tau_2} - \frac{1}{6} \tau_1 \tau_3 \frac{1 + \frac{\tau_3}{\tau_2}}{r_2^3} - \frac{1}{4} \frac{\tau_1 \tau_3}{\tau_2} \cdot \frac{\tau_2^3 - \tau_1 \tau_3 - \tau_1^2}{r_2^4} r'_2 + \dots \\
 n_3 &= -\frac{\tau_1}{\tau_2} - \frac{1}{6} \tau_1 \tau_3 \frac{1 - \frac{\tau_2}{\tau_3}}{r_2^3} + \frac{1}{4} \frac{\tau_1 \tau_3}{\tau_2} \cdot \frac{\tau_1^2 - \tau_1 \tau_3 - \tau_2^3}{r_2^4} r'_1 + \dots
 \end{aligned}$$

A GAUSS-nál szereplő

$$\Delta_2 = k^\circ - \frac{l^\circ}{r_2^3}$$

képlet közelítő pontosságú, mert k° -ban a sor első és l° -ban annak második tagja szerepel, a többi tagok figyelmen kívül maradnak. A GAUSS módszerben nincs is mód a harmadik tag figyelembe vételére, mert r' ismeretlen. A VÄISÄLÄ eljárásban viszont a hipotézis formuláinak egyszeri átszámolásával ismeretessé válik r' , tehát a vele szorzott harmadik tagot is figyelembe vehetjük.

k° és l° meghatározására is a K együtthatós képletet használjuk. Először n helyébe n sorának első tagját tesszük s kapjuk k° -t majd

K' elhagyásával n helyébe a sor második tagját vesszük r_2^3 elhagyásával s kapjuk l° -t. Δ_2 meghatározásához GAUSS módszerében még az

$$r_2^3 = R_2^2 + 2R_2\Delta_2 \cos \vartheta_2 + \Delta_2^2$$

képlet járul. Ha erről lemondunk, r_2 közelítő értékül $k^\circ + 1$ -et vehetünk. Ezt az eljárást alkalmaztam a már említett két pálya esetére.

1441	BOLYAI		
$\tau_1 = -0.669993$		$k^\circ = 1.552412$	$K'_1 = -1.173195$
$\tau_2 = 1.512332$		$l^\circ = 1.098677$	$K_2 = +2.818036$
$\tau_3 = 0.842339$			$K_3 = -0.805994$
		$\cos \delta_2 \cos a_2$	$K_4 = -0.240704$

Δ_2 első értékül 1.48634-et kapunk, ezzel kiszámítva a derékszögű koordinátákat és r_2^3 -t:

$x_2 = +0.19531$	$y_2 = +2.21225$	$z_2 = +0.840071$	
	$r_2^3 = 13.38681$		ezen r_2^3 érték. mellett
			$\Delta_2 = 1.470340$

tekintettel arra, hogy Δ_2 végleges értéke 1.471846, a pontosság 0.0015.

Az 1445 KONKOLYA esetében hamarabb jutunk még jobb eredményre, mert ott az időköz valamivel kisebb és r nagyobb. Egyéb adatok elhagyásával: $k^\circ = 2.431475$ $l^\circ = 2.06737$ felhasználásával $\Delta_2 = 2.37887$, és mivel Δ_2 végleges értéke 2.37767, a pontosság 0.0012. Δ_2 ezen értékéből $\cos \delta_2$ -val szorozva oly értéket kapunk σ_2 -re, hogy a VÄISÄLÄ módszer formuláinak egyszeri végigszámolásával elég jó közelítő pályát nyerhetünk. Végleges pályánál is néhány hipotézisszámítás megtakarítását érjük el vele.

Δ_2 meghatározására itt közölt eljárással összehasonlítva VÄISÄLÄ említett eljárásait, az eredmény az, hogy k° meghatározása mindkét esetben azonos idő alatt, azonos munkával jár, de amíg ott a pontosság 0.01—0.02, itt alig néhány perces munkatöbblettel, legalább egy nagyságrenddel nagyobb s ez a munkatöbblet sokszorosán visszatérül a számolás későbbi folyamán.

Visszatérve kiindulásunk alapját képező hatványsorra, Δ_2 -re, azáltal is kaphatunk jobb eredményt, ha a hatványsor második tagját is figyelembe vesszük.

$$x_1 = x_2 + x'_2 \tau_1 + x'' \frac{\tau_1^2}{2}$$

x' pontosabb értékét kapjuk, ha LAPLACE-nál szereplő

$$x' = \frac{\tau_1}{\tau_2 \tau_3} (x_2 - x_3) + \frac{\tau_3}{\tau_1 \tau_2} (x_1 - x_2)$$

kifejezést vesszük, x'' helyett pedig a mozgásegyenlet alapján annak pontos értékét:

$$x_2'' = -\frac{x_2}{r_2^3}$$

vesszük, az alapegyenletek kifejezésére az x -ekre:

$$x_1\tau_3 - x_2\left(1 + \frac{\tau_1\tau_3}{2r_2^3}\right) - x_3\tau_1 = 0 \text{ s hasonlóan } y \text{ és } z\text{-re.}$$

Ennek megoldásából

$$\Delta_2 = \frac{K_1' - N_1^\circ K_2 + N_3^\circ K_3}{K_4 \cos \delta_2 \cos \alpha_2}$$

$$\text{ahol } N_1^\circ = -\frac{\tau_1}{\tau_2} \frac{r_2^3}{r_2^3 + \frac{\tau_1\tau_3}{2}} \quad N_3^\circ = \frac{\tau_3}{\tau_2} \frac{r_2^3}{r_2^3 + \frac{\tau_1\tau_3}{2}}$$

r_2 közelítő ismeretével kiszámítható N_1° és N_3° s általuk Δ_2 értéke javítható. Előnytelen itt az, hogy N_1° és N_3° -ban a javítást célzó szorzó ugyanaz. Ezért ez a formula csak egyenlő vagy közel egyenlő időközök esetén használható.

Az előbbieken már utalás történt arra nézve, hogy a K együttműködés kifejezés Δ_2 -re csak abban az esetben adhat pontos értéket, ha az együttműködés szereplő n , illetve N° a háromszögterületek viszonyának pontos értékét fejezi ki. Az alábbiakban erre vonatkozólag közlök még néhány gondolatot. Ehhez felhasználjuk az ANDOYER²¹ nál szereplő kifejezéseket. Mivel

$$\begin{aligned} x_1 &= f_1x_2 + g_1x_3' \\ x_3 &= f_3x_2 + g_3x_3' \end{aligned} \text{ pontos } f \text{ és } g \text{ értékek mellett szigorúan érvényes; } x' \text{ kiküszöbölésével és rendezve:}$$

$$\text{bevezetve:} \quad g_3x_1 - (f_1g_3 - f_3g_1)x_2 - g_1x_3 = 0$$

$$f_1g_3 - f_3g_1 = g_2, \text{ ugyanezeket } y \text{ és } z\text{-re alkalmazva:}$$

$$\begin{aligned} g_3x_1 - g_2x_2 - g_1x_3 &= 0 \\ g_3y_1 - g_2y_2 - g_1y_3 &= 0 \\ g_3z_1 - g_2z_2 - g_1z_3 &= 0 \end{aligned}$$

Ezek az egyenletek szerepelnek ANDOYER-nál más indexekkel és ezek szigorúan érvényesek. ANDOYER²² kimutatta, hogy a háromszögterületeknek a szektorterületekhez való viszonyát $g_1 : \tau_1, g_2 : \tau_2, g_3 : \tau_3$ hányadosok fejezik ki. Ezek alapján könnyen belátható, hogy a GAUSS-nál

²¹ 13. 414.

²² 13. 404.

szereplő, s a háromszögterületek viszonyát jelentő n_1 és n_3 teljesen azonos a g együtthatók viszonyával, azaz :

$$n_1 = \frac{g_3}{g_2} = N_3 \quad - \quad n_3 = \frac{g_1}{g_2} = N_1$$

Ha ezeket az N értékeket tesszük a K együtthatós képletbe :

$$\Delta_2 = \frac{K'_1 - N_1 K_2 + N_3 K_3}{K_4 \cos \delta_2 \cos \alpha_2} \quad \text{vagy} \quad \sigma_2 = \frac{K'_1 - N_1 K_2 + N_3 K_3}{K_4 \cos \alpha_2}$$

ez egészen pontosan szolgáltatja Δ_2 értékét. Mivel azonban N_1 és N_3 csak fokozatos közelítéssel ismerhető meg pontosan, Δ_2 meghatározása is csak ilyen módon határozható meg. Más kifejezésekkel ugyan, de lényegében ez volna ANDOYER módszerének magva. A mi számunkra azonban más szempontból jelentős ez a kifejezés. Mivel benne csupán a K állandók és a VÄISÄLÄ módszer lényegét alkotó f és g kifejezések szerepelnek, a pályaszámítás folyamán több ízben is hasznát vehetjük. Vegyük azt az esetet, hogy a VÄISÄLÄ módszer kiindulásához akár egy előző pályaszámításból, akár a közölt eljárások alapján σ_2 -re elég jó közelítő értékünk van. Bár σ_2 értéke jó, mégis a hipotézis formulák átszámolása után D -re elég tetemes értéket kapunk. Ennek oka az, hogy f és g sorában csak az első két tagot vehettük figyelembe. Miután azonban a sebességkomponensek rendelkezésre állanak, kiszámítható r' és r'' s azokkal f és g sorának kellő számú tagját figyelembe vehetjük. Ezután D előjeléből csak azt tudjuk, hogy σ_2 értékét növelni, vagy csökkenteni kell-e, de hogy mily mértékben, azt nem tudjuk, mert az interpolációhoz legalább két D érték kellene. Ekkor vehetjük segítségül σ_2 képletét, ahol N_1 és N_3 helyébe a most már elég nagy pontossággal ismert g értékek hányadosát tesszük. Igen jól használható e képlet akkor is, ha az első hipotézis elég durva közelítésből indul ki. Vegyük például az 1441 Bolyai esetét, amikor a kiindulás a taláalomra felvett 1.5. Ezzel D értéke -0.026526 , arranzéve, hogy a második hipotézis alapja mi legyen, azonnal útmutatást ad képletünk a már ismeretes f és g értékek alapján. Ugyanis ezek segítségével Δ_2 -re 1.4776 adódik, ami Δ_2 végleges értékéhez viszonyítva 0.0058 hibát ad, vagy $\sigma_2 = 1.4045$, ami σ_2 végleges értékéhez 0.0055 hibát jelent. Tehát ez a második hipotézis alapjául sokkal alkalmasabb, mint a taláalomra felvett 1.3. Ezenkívül a számítások befejezésével a képlet útmutatást ad arranzéve is, hogy az utolsó hipotézisben használt σ_2 érték véglegesnek tekinthető-e. Ugyanis ezzel a σ_2 értékkel egyezni kell annak, amelyet a K együtthatós képletből, a helyesnek vett utolsó f és g mennyiségekkel kapunk.

9. Végeredmény.

Kritikai vizsgálataim eredményét abban foglalhatom össze, hogy elismerve a kisbolygók pályaszámítása terén 1939-ig napvilágot látott módszerekkel szemben a GAUSS módszer gyakorlati előnyeit, az ez évben nyilvánosságra hozott VÄISÄLÄ módszer egyszerűbb és gyorsabban vezet eredményre, mint a GAUSS módszer. Pontosságukat illetőleg egyenrangúak. A VÄISÄLÄ módszer különösen alkalmas egyszerűségénél fogva arra, hogy általa kezdő csillagászok megismerkedhessenek a pályaszámítás problémájával, mely egyébként bonyolult formularendszere miatt nehezen hozzáférhető. De főként alkalmas gyakorlati célokra, közelítő és végleges pályára egyaránt. A módszerben nincsenek kikötések az excentrumosságra, tehát parabola pálya számítására is alkalmas s így általános jellegű.

Δ_2 , illetve σ_2 meghatározására három elgondolást ismertettem, melyeknek közös kifejezése:

$$\Delta_2 = \frac{K'_1 - N_1 K_2 + N_3 K_3}{K_4 \cos \delta_2 \cos \alpha_2} \quad \text{illetve} \quad \sigma_2 = \frac{K'_1 - N_1 K_2 - N_3 K_3}{K_4 \cos \alpha_2}$$

Első eljárásomban x hatványsorából kiindulva, annak első tagjának figyelembevételével GAUSS eredményére jutottam. Felismerve és kimutatva az azonosságot, előnyösnek látszik GAUSS nyomán haladva kiszámítani l° -t s ezzel a probléma

$$\Delta_2 = k^\circ - \frac{l^\circ}{r_2^3} \quad \text{alakot ölti.}$$

Második eljárásomban x'' figyelembevételével N első közelítését

$$N_1 = \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad N_3 = \frac{\tau_3}{\tau_2} \quad \text{adják, s ennek javítására}$$

$$N_1 = \frac{\tau_1}{\tau_2} \left(-\frac{r_2^3}{r_2^3 + \frac{\tau_1 \tau_3}{2}} \right) \quad N_3 = \frac{\tau_3}{\tau_2} \left(-\frac{r_2^3}{r_2^3 + \frac{\tau_1 \tau_3}{2}} \right)$$

kifejezések szolgálnak. Amíg az első esetben az időközök eloszlása bármilyen lehet, a másodiknál a feltétel az egyenlő időeloszlás, tehát τ_1 és τ_3 közel egyenlő értékei.

Harmadik eljárásomban ANDOYER elgondolásából indulok ki, de az ott szereplő formulákat a VÄISÄLÄ módszer számára hasznosítható formába dolgozom át azzal, hogy Δ_2 , illetve σ_2 képletének az előbbieken is használt K együtthatós kifejezését tartom meg. Ez az eljárás alkalmas Δ_2 közelítő értékének meghatározására, de főelőnyeit a pályaszámítás folyamán aknázzhatjuk ki teljes haszonnal.

Végeredményben azok az eljárások, amelyeket Δ_2 , illetve σ_2 meghatározására javasolok, különösen a VÄISÄLÄ módszerében használhatók előnyösen, mert a K együtthatók ebben a módszerben egyébként is használatos állandók és trigonometriai függvények kifejezései. VÄISÄLÄ által Δ_2 közelítő meghatározására adott eljárásai 0.01—0.02 pontosságot adnak, míg az általam javasolt első eljárás ezt minden esetben legalább egy nagyságrenddel meghaladja.²³

Irodalom.

Az értekezéshez felhasznált és hivatkozott forrásmunkák.

A használt rövidítések jelentése: A. N. = Astronomische Nachrichten. A. J. = Astronomical Journal. B. A. = Bulletin Astronomique. J. O. = Journal des Observateurs. M. N. = Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.

A szövegben az alábbi forrásmunkákra, azok számának megjelölésével hivatkozom. Vastagon szedett szám a forrásmunkát, a vékonyan szedett a lapszámot jelzi.

1. G. STRACKE: Bahnbestimmung d. Planeten u. Kometen. Berl. 1929.
2. F. R. MOULTON: Einführung in die Himmelmeehanik. Leipz. 1927.
3. J. BAUSCHINGER: Die Bahnbestimmung der Himmelskörper. II. Aufl. Leipzig. 1928.
4. P. HARZER: Über eine allgemeine Methode der Bahnbestimmung A. N. 141.
5. H. POINCARÉ: Sur la détermination des orbites par la méthode de Laplace. B. A. 23.
6. W. KLINKERFUES: Theoretische Astronomie. III. Ausg. 1912.
7. A. O. LEUSCHNER: A Short Method of Determining Orbits from three Observations. Lick. Publ. VII.
8. R. T. CRAWFORD: Application of Leuschner's Short methods of determining Orbits. Lick. Publ. VII.

²³ A 7. fejezet végén ismertetett eljárást VÄISÄLÄ kiegészítette s erre vonatkozó megjegyzéseit újabb levélben közölte velem. Az ott szereplő mennyiségekhez hozzávéve még:

$$U_v = a X_v + b Y_v + c Z_v \quad (v = 1, 2, 3)$$

$$n_1 = \frac{\tau_3}{\tau_3 - \tau_1} \quad n_3 = \frac{-\tau_1}{\tau_3 - \tau_1} = 1 - n_1 \text{ jelöléseket}$$

$$k = \frac{-n_1 U_1 + U_2 - n_3 U_3}{s} \quad l = \frac{\tau_1 \tau_3}{6} \frac{(1 + n_1) U_1 + (1 + n_3) U_3}{s}$$

felhasználásával

$$\sigma = k - \frac{l}{r^3}$$

vagy

$$\sigma = \frac{1}{s} \left[U_2 + \frac{g_1 U_3 - g_3 U_1}{f_1 g_3 - f_3 g_1} \right]$$

Ezek a kifejezések formájukat tekintve hasonlók s értéküket tekintve egyenrangúaknak vehetők az általam javasolt K együtthatós formulával. Ha időrendben korábbi is az én formulám, a teljes függetlenséget igazolja a levélváltások időbeli sorrendje.

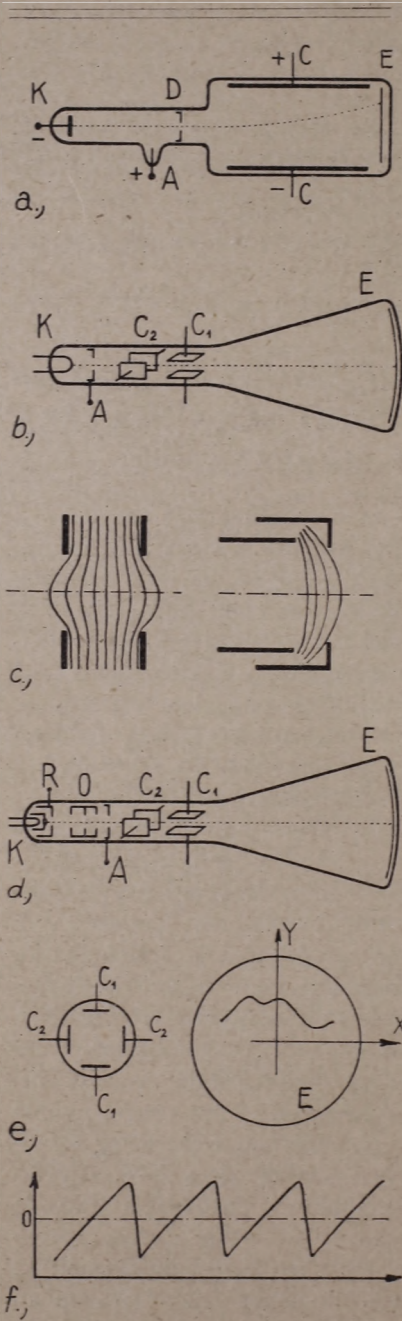
9. F. COHN: Neue Methoden der Bahnbestimmung. Vierteljahrsschrift d. Astr. Gesellschaft. 53. Jhg. (1918.)
10. LAPLACE: Oeuvres I. Partie Livre II.
11. LAPLACE: Oeuvres X.
12. VÄISÄLÄ: Eine einfache Methode der Bahnbestimmung. Ann. Ac. Sc. Fenn. Tom. LII. és Mitteilung d. Sternwarte der Universität Turku. No. 1.
13. A. ANDOYER—A. LAMBERT: Cours d'Astronomie I.
14. BAUSCHINGER: Über die Laplacesche Methode der Bahnbestimmung im Vergleich zur Gaußschen.

Kulin György

A KATÓDSUGÁROSCILLOGRÁF ÉS AZ ELEKTRONSOKSZOROZÓ CSŐ ALKALMAZÁSA A CSILLAGÁSZATI MÉRÉSEKNÉL

Az elektroncsövet mint erősítőt és a fotocellát már hosszú évek óta sikerrel alkalmazzák a fizikai méréseknél. A csillagászati fotometriában szintén jól használhatók ezek a csövek, de itt a csillagok gyenge fénye miatt inkább csak közvetett módon, csillagfelvételek feketedésének kimérésénél tudtak ezek a csövek elterjedni. A távolbalátás technikájának legújabb fejlődése két olyan elektroncsövet termelt ki, melyeket már közvetlen megfigyelésre is lehet használni. Ezek, mint általában az elektronokkal dolgozó szerkezetek, kiválóan alkalmasak gyorsan lejátszódó jelenségek mérésére. Ez a két újfajta cső: a katódsugároszcillográf és az elektronsokszorozó cső.

A katódsugároszcillográf öse, mely még a múlt századból származik, a klasszikus Braun-cső, 1. ábra *a*), melyet az elektron fajlagos töltésének mérésénél használtak. A K és A elektródokra nagyfeszültségű egyenáramot vagy egyenirányított váltóáramot kapcsolva, a katód felületére merőleges irányban katódsugarak indulnak ki, ha a csőben a légritkítás 0.01 Hg mm alatt van. A katódsugárból a D diafragmán át keskeny nyaláb jut tovább a cső tágasabb részébe, melyben a C—C fegyverzetek helyezkednek el. A katódsugár a cső végén levő E ernyőbe ütközik, melyet cinkszulfiddal vonnak be. A cinkszulfid a katódsugár hatására fluoreszkál és így a sugár nyoma az ernyőn láthatóvá válik. Mivel a katódsugárban elektronok haladnak tova, a sugár útja elektromos térben elhajlik. Ha a C—C fegyverzetekre váltakozó feszültséget kapcsolunk, a katódsugár ide-oda ugrál és tehetetlenségénél fogva híven követi a C—C feszültség ingadozásait. Ezt a csövet a távolbalátásnál először 1916-ban használták. Azóta sok átalakuláson ment keresztül. Rohamos fejlődése azonban csak 1929-ben kezdődött. Ekkor már izzókatóddal rendelkezett, mely



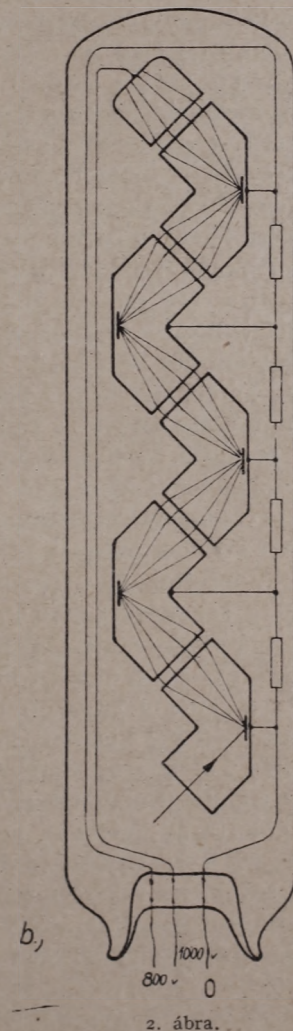
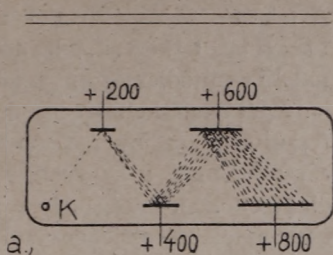
1. ábra.

lényegesen nagyobb elektronáramot adott és a cső kisebb feszültséggel működött. Ezenkívül két egymásra merőlegesen álló eltérítő lemezpárt építettek a cső nyakába, 1. ábra b). Ennek a csőnek még igen sok hátránya volt, melyeket csak az elmúlt 5—6 év alatt sikerült megszüntetni. Legnagyobb nehézséget eleinte az emittáló katód okozta, mert élettartama igen rövid volt. Egy másik hátrány, melyet ma tökéletesen megoldottnak tekinthetünk, az volt, hogy a fluoreszkáló katódnym nem volt pontszerű. Eleinte annak érdekében, hogy az elektronok ne szóródjanak, gáztöltésű csöveket használtak. Jelentős haladást hozott a Wehnelt-cilindernek nevezett elektród, melyre kellő feszültséget kapcsolva, a rajta keresztühaladó elektronnyalábot tömöríteni lehetett. A Wehnelt-cilinderrel elért eredmények képezik az azóta nagy mértékben kifejlesztett elektronoptika alapját.

Az elektronoptikáról röviden annyit jegyzünk meg, hogy épúgy, ahogyan a fénysugarak különböző sűrűségű közegen áthaladva különböző eltérítést szenvednek, az elektronsugarak is különböző sűrűségű elektromos terekkel különböző módon eltéríthetők. Alkalmasan megválasztott cső- és diafragmaalakú elektródokkal előre számított eloszlású elektromos potenciál-tereket lehet előállítani, 1. ábra c), mely az áthaladó elektronsugarakat, akár csak a gyűjtőlencsék a fénysugarakat, egy pontba gyűjti. A mai katódsugar-

cső vázlatát az 1. ábra d) mutatja. *O* az elektronoptika, *R* pedig egy vezérlő elektród, mellyel a katódsugár erősségét, vagyis az ernyőn megjelenő fényfolt fényességét lehet szabályozni. Szemközt nézve az ernyőt, 1. ábra e), a C_1 lemezpárral a katódsugarat függőleges irányba, a C_2 lemezpárral vízszintes irányba lehet mozgatni. Ha valamely intenzitásváltozást feszültségváltozás alakjában a C_1 lemezpárra viszünk, akkor annak időbeli lefolyását az ernyőn szemléltethetjük, ha a C_2 lemezpár által a katódsugarat az idővel arányosan vízszintes irányba elmozgatjuk. A katódsugarat olyan gyorsan is mozgathatjuk, hogy a szem a sugár útját az ernyőn folytonos vonalnak látja. Ha a katódsugároszcillográffal periodikus változásokat akarunk megfigyelni, akkor a C_2 lemezpárral a sugarat olyan sebességgel fogjuk mozgatni, hogy az ernyő mentén a sugár egy vagy több teljes rezgést írjon le. Célszerű a sugár visszafelé történő mozgását olyan gyorsan végeztetni, hogy a szem azt észre ne vegye. Így a görbét olyannak látjuk, mintha azt mindig egy irányban mozgó katódsugár írná le. Erre a célra szolgálnak azok a rezgékeltető berendezések, melyek az 1. ábra f)-en látható lefolyású billenő rezgéseket (Kipp-rezgéseket) állítják elő. A C_2 lemezpárra tehát ilyen billenő feszültségváltozásokat vezetünk. Az ernyőn tehát állókép alakjában jelenik meg a vizsgálandó jelenség, melyet további célokra le is fényképezhetünk.

Az elektronsokszorozó cső működése a szekunder elektron-emisszió jelenségén alapul. Ezt a jelenséget már régen ismerték az elektronső-technikában. Ha egy egyrácós elektronső rácának pozitív feszültséget adunk, ez az izzószálból kilépő elektronokat felgyorsítja.



A felgyorsított elektronok a rács hézagain átrepülve az anódlemezbe ütköznek. Ütközéskor leadott energiájuk újabb elektronokat válthatnak ki az anódlemez anyagából, ezek a szekunder elektronok. Ezt a jelenséget rezgéskeltésre is felhasználták, amikor is a rács nagyobb pozitív feszültségű és így a szekunder elektronok részben visszarepülnek a rácsra. Ennek a kapcsolásnak Dynatron a neve, ez volt a szekunder elektronok jelenségének első gyakorlati alkalmazása. A szekunder elektronok megjelenése sokszor igen káros a cső működésére. Az árnyékoltrácsú csövekben ez olyan zavarokat okozott, hogy külön védőráccsal kellett gondoskodni a szekunder emisszió megszüntetéséről. Zworykin, az orosz származású híres amerikai távolbalátó technikus gondolt arra, hogy ha a primer elektronokat eléggé felgyorsítja, azok ütközéskor akkora energiát adhatnak le, hogy minden egyes elektron több szekunder elektront is kiválthat. Ha ezt többször megismétli, akkor az eredeti elektronáramot sokszorosára erősítheti, anélkül, hogy az erősítés folyamán mint eddig az egyes elektroncsőfokozatok között, kapcsoló elemeket kelljen alkalmazni. Ezek ugyanis frekvenciafüggést és egyéb hátrányt visznek az erősítésbe, melyek különösen a távolbalátó erősítőknél jelentkeznek fokozott mértékben. Ezért keresett Zworykin egészen új utakat az erősítők szerkesztésénél és így született meg az elektronsokszorozó cső, melyet Amerikában «elektron multiplier»-nek neveznek. Működési elvét a 2. ábra *a)* mutatja. A *K* katódból kilépő elektron az első anódlemezhez repül. Az itt kiváltott elektronok az ennél 200 voltal nagyobb feszültségű anódhoz repülnek. Az utolsó anódlemez áramkörében így a primerhatás megsokszorozva jelentkezik. Az első kísérletek még nem adtak túlságosan jó eredményt, egyrészt mert nem minden elektron jutott el a szemköztös anódhoz, egyesek néhány anódot kikerülve, mindjárt az utolsó anódra jutottak, másrészt túl nagy feszültséget kellett használni, hogy tényleg sokszorozás jöjjön létre, mert igen nagy sebességre kellett a primerelektronokat felgyorsítani, hogy a szekunderelektronok le tudják győzni a kilépési munkát. Gyakorlati eredményt csak akkor értek el, amikor az elektronokat elektronoptikai úton irányítani, az egyes anódokra koncentrálni tudták. Az elektronsokszorozó cső mai alakját a 2. ábra *b)* mutatja. Az egész szerkezet az elektronoptikával és a feszültségelosztó ellenállásokkal közös üvegbúrában van. Az egyes anódok (vagy katódok, mert amelyik az előtte lévőre nézve anód, az a következő elektródra nézve katód szerepét játssza) könyökalakú fémcsövek, melyek szemben álló végeik között jön létre az elektrostatikus lencsehatás. Ezenkívül az elektronok ütközési helyét ezüstre porlasztott céziumréteggel vonták be, mely rétegben tudvalevőleg legkisebb a kilépési munka. Így az első katód egyúttal fotocella szerepét is játszhatja. Ha minden elektron legalább 10 újabb elektront

vált ki, akkor a katódból kiinduló egyetlen elektron hatására a hatodik anódot 1,000.000 elektron hagyja el. Összesen 1000—1600 volt feszültséggel tehát az elektronszokszorozó cső erősítése 10^5 — 10^6 -szoros. Az elektronsokszorozó útján tehát olyan fotocellához jutottunk, mely az eddigi cellákhoz képest 10^6 -szor érzékenyebb és ami ugyanolyan fontos, belső ellenállása 10^6 -szor kisebb.

A csillagászati megfigyelőmódszerek fejlődése szorosan összefügg a fizikai mérőtechnika haladásával. Az említett két újfajta elektronszó a mérőtechnikában új lehetőségeket nyit meg. Ezeknek néhány csillagászati alkalmazásával Siedentopf¹ foglalkozott Jenában.

Siedentopf elsősorban a Nap felületének fotometrikus kimérését tette vizsgálat tárgyává, úgymint a napkorong szélein mutatkozó fényességcsökkenést, a napfoltok, napfáklyák és a granulációk fényességeloszlását. Ezek vizsgálatára eddig két módszert használtak. Az egyik a fotografikus módszer, ennél a lemez feketedéséből lehet következtetni a fényesség eloszlására. Itt természetesen különböző hibák lépnek fel, melyek az eredményeket meghamisítják. A szcintilláció következtében keletkező helyi és fényességbeli változások még rövid pillanatfelvételeknél is károsan jelentkeznek. A lemez feloldóképessége is korlátozott, amennyiben a lemez szemcsézete és az emulzióban beálló fényszóródás miatt a felvételek nem mérhetők ki elég pontosan. A felvételek szaporítása és megfelelő korrekciók alkalmazása után a szcintilláció befolyása csökkenthető, sőt olyan felületelemekre nézve, melyek nagyobbak, mint a szcintilláció közepes amplitúdója, meg is szüntethető. Eszerint az észlelhető legkisebb részlet határa $1''$ — $2''$. De hogy ezt az emulzió szemcsézete el ne rontsa, a Napot kellő nagyságban kell a lemezre vetíteni. Ennek érdekében körülbelül 20 méter gyújtótávolságú objektívet kell használni.

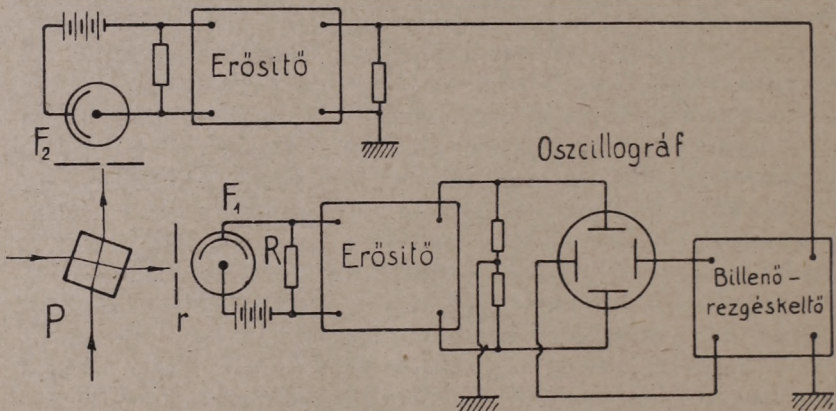
A másik módszer a fotoelektromos regisztrálás. Itt a napkorong képét egy keskeny rés előtt mozgatjuk el, mely mögött fotocella van. A napkorong egyes részei az időben egymásután érik a fotocellát. Az így keletkező fotoáramokat elektrométerrel lehet regisztrálni. A szcintilláció zavaró hatása itt is mutatkozik éspedig sokkal hátrányosabb módon. Ennek oka az, hogy a regisztrálás nem egyidejűleg történik. A szcintilláció frekvenciája pedig jóval nagyobb, mint a napfelület letapogatásának szaporasága. A feloldóképesség, melynek a fotografikus eljárásnál a lemez szemcsézete szab határt, itt a rés szélességétől függ. Az emulzióban keletkező fényszóródás a kontrasztokat simítja el, ennek a fotoelektromos berendezésnél az elektromos kapcsolóelemek és a regisztráló szerkezet tehetetlensége felel meg.

A fotografikus módszer előnye, hogy a szcintilláció kevésbé zavar,

¹ Astr. Nachrichten, 1939 december, 269. kötet, 5. füzet.

de hátránya, hogy feloldóképessége kisebb, a fotoelektromos regisztrálásnál viszont a szcintilláció bofolyása károsabb, de feloldóképessége nagyobb.

A katódsugároszcillográffal azonban sikerült olyan berendezést szerkeszteni, mely a fenti két módszernek csupán előnyeit egyesíti magában. Ez a berendezés, mely a regisztráló fotométerekhez hasonlóan működik, lehetővé teszi, hogy a vizsgálandó intenzitáseloszlást egyidejűleg lássuk, mert az oszcillográf ernyőjén az intenzitáseloszlás görbéje mint állókép jelenik meg. A szcintilláció frekvenciájának legnagyobb értéke 100—130 Herz. A napkorong letapogatási sebessége ennél a berendezésnél olyan gyors, hogy a szcintilláció egy periódusa



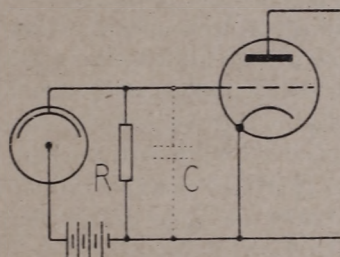
3. ábra.

alatt a katódsugár többször is leírja ugyanazt a görbét. Így az oszcillográf ernyőjén megjelenő kép a szcintilláció szempontjából egyidejűnek tekinthető. Erről kellő rövid expozíció idővel készült felvétel az egy valamely időpontnak megfelelő tényleges intenzitáseloszlást mutatja. Ha pedig hosszabb expozícióval készítünk felvételt, akkor olyan pontos átlagértéket kapunk, amelyet semmiféle kiegyenlítő számítással elérni nem lehet. Ha például a letapogatás frekvenciája 200/sec. és 5 másodperces felvételt készítünk, akkor a lemezen 1000 teljes görbe átlagértékét kapjuk. Az intenzitáseloszlás görbéjének időbeli változását filmre felvéve lehet tanulmányozni.

A berendezés vázlatát a 3. ábra mutatja. A P forgó prizma elmozgatja a Nap képét az r rés előtt. Az F_1 fotocellában keletkező fotoáramok az R ellenálláson feszültségingadozásokat hoznak létre. Ezeket többfokozatú elektroncsöves erősítővel felerősítve a katódsugároszcillográf eltérítő lemezeire vezetjük. A másik lemezpárra jönnek a billenő rezgések, melyeket úgy kell vezérelni, hogy a katód-

sugár együtt mozogjon az r rés előtt mozgó Nap képével. Erről gondoskodik az F_2 fotocella, mely előtt a fényforrás fényét ugyancsak a P prizma mozgatja.

Hasonlítsuk össze ennek a berendezésnek a hibáit a fotografikus módszer hibáival. A fotocella akkor is ad áramot, ha nem kap megvilágítást. Ez az úgynevezett vakáram. Ez olyan módon jelentkezik, mint a fényképezőlemezen a fátolképződés. A vakáram a fotocella katódjának termikus emissziója következtében lép fel és a cella hűtésével bizonyos mértékben csökkenthető. Az elektronáramlás a fotocellában és az erősítő elektroncsöveiben is nem szigorúan egyenletes, diszkontinuitás mutatkozik az elektronáramban, ez az úgynevezett schrot-effektus vagy Shottky-effektus. Ennek a lemez szemcsézetében mutatkozó egyenetlenség felel meg. A cella és az erősítő kapcsolóelemeiben azok időállandója miatt frekvenciatorzítások lépnek fel, melyek a kontrasztokat a nagyobb frekvenciáknál egyre érezhetőbb módon elsimítják. Ezt a hibát is megtaláljuk a fényképező eljárásnál a lemez emulziójában keletkező fényszóródás alakjában. Látjuk tehát, hogy az új berendezésnél ugyanazok a hibák szerepelnek. Ezeknek azonban az a lényeges tulajdonságuk van, hogy ha a mérendő fényintenzitás bizonyos erősséget meghalad, akkor a hibák elenyészővé válnak.



4. ábra.

Szobahőmérsékletnél a vakáram, kék színre érzékeny fotocelláknál 10^{-14} — 10^{-15} Amp/cm², a vörösre érzékeny céziumos celláknál ennél jóval nagyobb: 10^{-12} — 10^{-13} Amp/cm². Ajánlatos tehát minél kisebb katódfelületű cellákat alkalmazni. Általában elég, ha a mérendő fotoáram tízszerese a vakáramnak; ezzel a mérhető fényintenzitás alsó határát meg is szabtuk. Ha a mérendő áram ennél nagyobb, akkor a vakáram fellépése teljesen elhanyagolható. A Shottky-effektus ingadozásait felfoghatjuk mint egy változó periódusú váltóáramot, mely a mérendő váltóáramra szuperponálódik. Ha a zavaró komponens amplitúdója I , a mérendő fotoáram amplitúdója I_0 , akkor $I = \sqrt{2eFI_0}$, ahol e az elektron töltése, F pedig az I_0 frekvenciája. Vagy ha a zavaró és a mérendő amplitúdók viszonyát $k = \frac{I}{I_0}$ -at bevezetjük, $I_0 = 1.6 \cdot 10^{-19} \frac{F}{k^2}$ -ot kapunk. Ha megköveteljük, hogy $F = 30000$ Herz-nél a mérendő fotoáram 100-szor nagyobb legyen, mint a zavaró áram, akkor kell, hogy $I_0 = 5 \cdot 10^{-10}$ Amp. legyen. Láthatjuk,

hogy a Shottky-effektus szempontjából a mérhető fényintenzitás ugyanolyan nagyságrendűenke adódik, mint az előbbi esetben.

A frekvenciatorzítással kissé részletesebben fogunk foglalkozni. Bár a fotocella és az erősítőcsövek is tehetetlenségmentesen dolgoznak, a kettő kombinációja mégis mutat bizonyos tehetetlenséget, mely a frekvencia növekedésével egyre jobban érezheti hatását. Ezt a tehetetlenséget az erősítő első rácskörének időállandója okozza. A fotocella R ellenállásával párhuzamosan elkerülhetetlenül jelentkezik a C kapacitás, 4. ábra, mely az ellenállás végpontjain keletkező feszültségről feltöltődik. Ennek a C kondenzátornak a feltöltődéséhez bizonyos idő szükséges, mely időt az R ellenállás és C kapacitás nagysága együttesen szabják meg. Ezt a $T = RC$ értéket nevezzük a rácskör időállandójának. Ha ez az idő nagyobb, mint amennyi idő alatt a feszültség az R végpontjain változik, akkor a C még fel sem töltődött az egyik értelemben, amikor már a másik irányú feszültség a C töltését kezdi kisütni. Így a feszültségváltozás teljes amplitudóját el sem érheti. A frekvenciatorzítás tehát abban áll, hogy a nagyobb frekvenciájú változások amplitudóit a berendezés kisebb mértékben erősíti, mint a kisebb frekvenciájú változásokét. Az I_0 fotoáram hatására az R ellenállás végpontjain $E = RI_0$ feszültség keletkezik. Irjuk a fotoáramot az $I_0 = Qe^{j\omega t}$ alakba, ahol $\omega = 2\pi F$, akkor a feszültségre

kapjuk: $E = Q \frac{R}{\sqrt{1 + R^2 \omega^2 C^2}} e^{j(\omega t - \arctan \omega RC)}$; mely kifejezésből lát-

hatjuk, hogy a frekvencia növekedésével az E feszültség csökken és ezenkívül a frekvenciától függő fáziseltolódás is keletkezik. Ha megállapodunk abban, hogy $10^0/0$ -os amplitudó csökkenés még megengedhető, akkor adott nagyságú C -hez meghatározhatjuk R értékét bizonyos F -nél. $R = \frac{0.5}{C\omega}$; ha a frekvencia 30000 Herz és $C = 10^{-11}$

Farad, akkor $R = 3 \cdot 10^5$ Ohm. R értékét az erősítés szempontjából ajánlatos volna minél nagyobbra venni, mert adott fotoáram hatására annál nagyobb E feszültség keletkeznék. Ha a frekvenciatorzítás elkerülése végett $R = 3 \cdot 10^5$ Ohm-ot választunk, akkor tulajdonképpen a mérhető fényintenzitásnak szabtuk alsó határt. A $T = R \cdot C$ -ből látjuk, hogy az időállandó C kisebbítésével csökken. C értékét azonban gyakorlati okokból 10^{-11} Faradnál nem igen lehet kisebbre szorítani. Ugyanis ez a káros kapacitás az elektroncső elkerülhetetlen belső rácskatód kapacitásából és a rácsvezetékek kapacitásából tevődik össze.

Siedentopf számításai szerint 20 cm átmérőjű objektívvel, 100 Herz-es letapogatási frekvencia mellett a Nap még mindig ötször akkora fényerőt szolgáltat, mint amekkorát még jól mérni lehet ezzel

a berendezéssel. Ha azonban a Napot spektrális felbontásban akarjuk vizsgálni, ez a berendezés már nem mutatkozik elég érzékenynek.

Itt nyer azután kitűnő alkalmazást az elektronsokszorozó cső. Nagyfokú érzékenysége miatt elegendő csupán egyfokozatú végerősítőt használni, hogy a katódsugároszcillográft ki tudja vezérelni. Sőt az R ellenállás értéke $3 \cdot 10^5$ Ohm-nál jóval kisebb lehet, amely körülmény a frekvenciatorzítást tovább csökkenti. Kitűnt azonban, hogy az elektronsokszorozó cső 10^6 -szoros erősítését nem lehet egészen kihasználni. Ennek oka az, hogy az elektronsokszorozó cső első katódjában ugyancsak fellép a Shottky-effektus, melyet a mérendő fotoáramnak feltétlenül meg kell haladni. A kihasználható érzékenységnövekedés körülbelül 10^2 -szoros és így a berendezés kivezérléséhez elegendő $5 \cdot 10^{10}$ fénykvantum másodpercenként. Ez már lehetővé teszi a nappfelület spektrális vizsgálatát is.

Siedentopf felvetette azt a gondolatot is, hogy vajjon lehetne-e ezekkel az új csövekkel spektroheliószkópot szerkeszteni. Ha ez sikerül, akkor az oszcillográf ernyőjén a Nap teljes képe jelenhetné meg egy valamely spektrumvonal fényében. Ennek még az az előnye is megvolna, hogy a Nap képét, a szemmel nem látható ultraibolya és infravörös spektrumvonalak fényével is előállíthatnók. Ezeknek a lehetőségeknek az eldöntése céljából Siedentopf a következő számítást végezte. Felvette, hogy a Nap $H\alpha$ -nál $3 \cdot 10^5$ erg/cm² sec-ot sugároz. Ennek $0.216 \cdot 10^{-4}$ -szerese jut a Földre, vagyis majdnem 6 erg/cm² sec. Mivel a Nap felülete $2.9 \cdot 10^6$ négyzetív másodperc, négyzetív másodpercenként $2 \cdot 10^{-6}$ erg/cm²sec = $5 \cdot 10^5$ hv/cm²sec-ot kapunk. Az elektronsokszorozó csőnél F frekvencia mellett a szükséges fotoáram $1.6 \cdot 10^{-15} F$. Amp, mely $2 \cdot 10^6 F$ hv/sec beérkező fényáramnak felel meg. A Nap teljes képének egyidejű előállításánál $F = 10^6$ Herz szükséges, tehát $2 \cdot 10^{12}$ hv/sec fényáramnak kell érnie az elektronsokszorozó fotokatódját. Ha még figyelembe vesszük a Föld légkörében és a berendezés optikájában bekövetkező fénycsökkenést, akkor $5 \cdot 10^5$ hv/cm² sec helyett csak $3 \cdot 10^4$ hv/cm² sec-al számolhatunk. 50 cm átmérőjű objektívvel eszerint $6 \cdot 10^7$ hv/sec-ot kapunk négyzetív másodpercenként. Ebből számíthatjuk azután, hogy a Nap korongjának mekkora felület-elemét kell a részre vetíteni, hogy az elektronsokszorozó cső kellő megvilágítást kapjon. A számítás $3 \cdot 10^4$ négyzetív másodpercet ad, amely olyan nagy (a Nap felületének 100 -ad része), hogy egyáltalán nem kaphatunk hasznavehető feloldást. Így tehát a teljes napkorong spektroheliószkópikus előállításáról le kell mondani. Esetleg a Zworykin-féle ikonoszóppal lehetne ezen a téren valamit elérni.

Siedentopf foglalkozott még a szcintilláció vizsgálatával is. A csillagok gyenge fénye miatt azonban itt is csak a Nap szerepelhetett mint fényforrás és így csak a nappali szcintillációra nézve

tudott eredményeket levezetni. A szcintilláció következtében beálló helyváltoztatást úgy vizsgálta, hogy a Nap peremét a napkoronghoz radiális irányú résre vetítette. A résben előálló intenzitásváltozást felerősítés után katódoszcillográffal, mint tehetetlenségmentes szerkezettel regisztrálta. A szcintillációtól azonban nemcsak oldalirányú elmozdulások származnak, hanem fényerőingadozások is. Ezeket úgy vizsgálta, hogy a napkorong közepét vetítette a résre. Mivel a szomszédos helyek intenzitásában nincsen különbség, az oldalirányú mozgás a fényerősséget nem befolyásolja és a regisztrált fényingadozás tisztán a szcintilláció fényingadozását adja.

Végül mint alkalmazási lehetőséget megemlíti a katódsugároszcillográf szerepét időjelek regisztrálásánál. Tehetetlensége miatt ez a cső valóban felülmúl minden egyéb kronográfot és így a katódsugároszcillográf az időjelek rögzítésénél is nagy haladást jelentene, ha a regisztrálandó időjelek egyéb szempontból elég pontosak lennének.

Abaházi Richárd

APRÓ KÖZLEMÉNYEK

Abbe születésének századik évfordulója. Most van száz éve, hogy Abbe kiváló természettudós Eisenachban megszületett. Szegény fonómunkás gyermeke volt. Tanítóinak korán feltűnt tehetsége s atyjának munkaadója lehetővé tette magas kiképzését is. A göttingeni, majd a jenai egyetemen tanul, az utóbbi helyen megszerzi a doktori, majd a magántanári képesítést s néhány év múlva az ottani csillagda vezetője lesz. Mindennél nagyobb jelentőségű Abbe összeköttetése Zeiß Károllyal. Zeiß még 1846-ban Jénában kis optikai műhelyt nyitott, melyben igen használható mikroszkópokat készített. Optikai műszerek készítése akkoriban pusztán tapasztalati ügyességen múltott. Abbe volt az, ki az optika eme részében a tudományos és az elméleti alapokat kidolgozta s ezzel a híres német optikai ipar fellendülését megindította. 1866-ban kezdődött a gyakorlati Zeiß és a tudós Abbe együttműködése, aminek első eredménye az Abbe számításai alapján készült nagy teljesítőképességű mikroszkóp előállítás volt. Az elértnél is jobb eredmény csak az üveg minőségén múltott. S ekkor a sors ismét kedvezően folyt be, amennyiben akadt egy harmadik ember, Schott Ottó Wittenből, ki a kívánt üveget elő tudta állítani. 1884-ben megalakult Jénában Schott üvegyára, mely utólérhetetlen üveganyagával világhírré tett szert. 1886-ban forgalomba kerülnek az apochromatikus mikroszkópjektívek, melyeknek képessége mostanáig utólérhetetlen. S ezt követik a legkülönbözőbb optikai műszerek. Abbe munkateljesítménye rendkívüli volt. Zeiß halála után 1889-ben mint tulajdonos veszi át az üzem vezetését s tudományos teljesítményei mellett nem kevésbé elismerésre méltó az a gondoskodás, mellyel munkásainak sorsával törődött. (A Zeiß-gyár munkásainak száma akkoriban már ötszázra rúgott.) Abbe 1891-ben hatalmas vagyonából alapítványt

létesített, mely a Zeiß-művek további eredményes működését biztosítva, munkásainak a jólétéről is a legmesszebbmenően van hivatva gondoskodni. A tudós s egyben a nagy emberbarát Abbe 1905-ben halt meg 65 éves korában.

L. K.

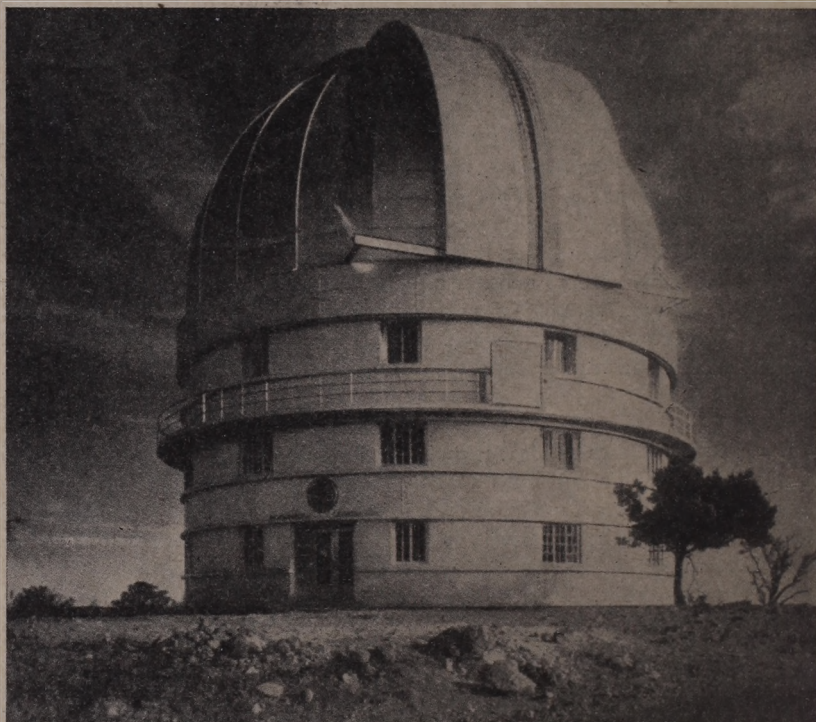
Olbers halálának századik évfordulója. Most van száz éve, hogy H. W. M. Olbers, kiváló műkedvelő csillagász, meghalt 81 éves korában. 1758-ban született Bréma közelében, Arbergen faluban. Atyja lelkész volt. A fiatal Olbers göttingai orvosi tanulmányai befejezése után Brémában telepedett le. Az orvosi teendők mellett azonban időt szakított, hogy csillagászatral is foglalkozzék. 1820-ban felhagyott az orvosi gyakorlattal s azután teljesen a csillagászatnak szentelte életét. Fáradhatatlan volt s állítólag sohase aludt többet négy óránál. Alig volt még műkedvelő csillagász, akinek a csillagászat többet köszönhetne, mint Olbers-nek. Hat üstököst fedezett fel, számos mást figyelt meg és soknak számította ki a pályáját. 1797-ben írt értekezésében az első kényelmes módszert dolgozza ki az üstökösök pályájának a meghatározására. 1802-ben felfedezi a Pallas, 1807-ben a Vesta kisbolygót. Nem kis érdeme a fiatal csillagászokra gyakorolt buzdító hatása; ő maga szerényen szokta volt mondani, egész csillagászati működésénél nagyobb értékű az, hogy Besselt sikerült a csillagászatnak megnyernie. Halála után Bréma városa szobrot emelt kiváló polgára emlékének.

L. K.

A McDonald-csillagda megnyitása. A Csillagászati Lapok 1938. évi 4. számában már hírt adtunk annak a nagy távcsőnek az építési munkálatairól, mely jelenleg a világ második legnagyobb tükrös műszere. Az építési munkálatok azóta befejeződtek és az új csillagda már körülbelül háromnegyedéve működik O. Struve vezetése alatt. Az új intézet, mely a texasi egyetemhez tartozik, Texas délnyugati részében, Fort Davis mellett, a 2080 méter magas Locke-hegyen épült. Az ünnepélyes megnyitás 1939 május 5-én volt. Alapításának története igen érdekes. William Johnson McDonald, akiről az intézetet elnevezték, hosszú és tevékeny kereskedői pályafutása alatt igen nagy vagyont gyűjtött. Üzleti elfoglaltsága mellett azonban tudományos kérdésekkel is foglalkozott. Érdeklődött a botanika, a zoológia iránt is, ilyen tárgyú tudományos folyóiratokat pénzzel is támogatott. Leginkább azonban a csillagászat iránt érdeklődött, mely később egyetlen szenvedélyévé vált. Kisebb távcsövet szerzett és élénk érdeklődéssel figyelte a bolygókat és a csillagokat. Csillagászati tárgyú könyvekből egész könyvtárat gyűjtött. Amikor 1926-ban 91 éves korában meghalt, végrendeletéből kiderült, hogy vagyonának nagy részét, több mint egymillió dollárt, a texasi egyetemre hagyta, azzal a rendelkezéssel, hogy az egyetem «... alapítson, felszereljen és fenntartsion egy csillagászati obszervatóriumot, mely az egyetemmel kapcsolatban a csillagászat tudományának tanulmányozására és gyakorlására szolgáljon».

McDonald legényember volt. Hozzá tartozói, akik az örökség kisebbik részét kapták, elégedetlenek voltak és megtámadták a végrendeletet. A per igen hosszadalmasnak ígérkezett és kimenetele bizonytalan volt.

Ezért az egyetem igazgatósága, hogy véget vessen a dolognak és minél előbb hozzáfoghasson az új csillagda létesítéséhez, kiegyezett az örökösökkel. Eszerint az egyetem 800.000 dollárt, a vagyon többi részét pedig McDonald hozzátartozói kapják. Ez 1930-ban volt. Addig is, míg az egyezség létrejött, a texasi egyetem igazgatósága alaposan megfontolta, hogy mely úton teljesítheti legjobban McDonald utolsó akaratát. Érintkezésbe lépett a chicagói egyetemmel és közösen dolgozták ki az új csillagda tervezetét.



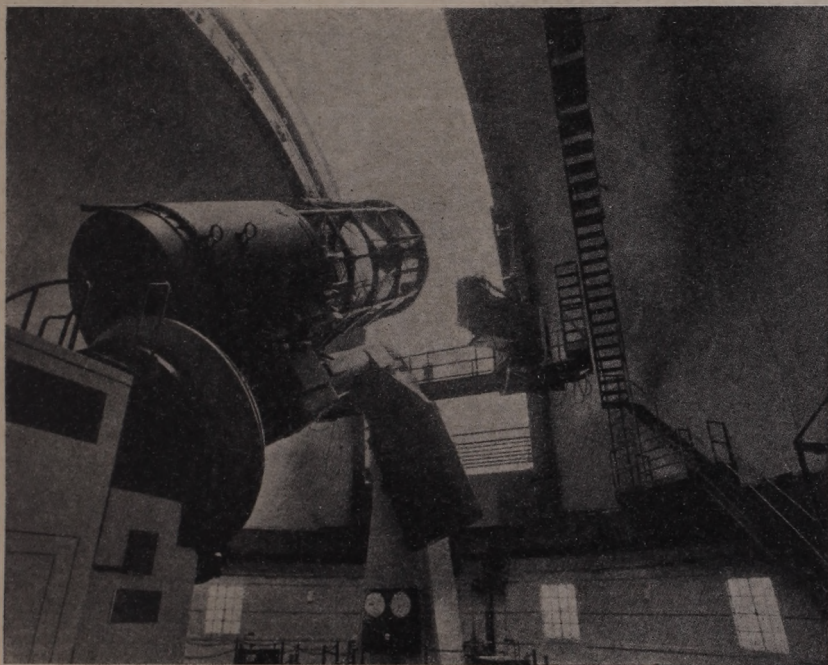
A McDonald-csillagda.

Úgy állapodtak meg, hogy az új intézet mindkét egyetemmel és a Yerkes-csillagdával karöltve fog dolgozni. A megegyezés szerint a texasi egyetem fogja felépíteni és felszerelni, használni pedig közösen fogják. A tudományos munkák és a fenntartási költségek egynegyedrészt a texasi egyetem, háromnegyedrészt pedig a chicagói egyetem viseli. A megállapodást 30 évre kötötték, mely az első harminc év leteltekor meghosszabbítható, megváltoztatható vagy megszüntethető.

Az új csillagda főműszerének tükre 208 cm átmérőjű, pyrex-üvegből készült. A műszert a clevelandi Warner and Swasey Company tervezte és készítette. Az optikai munkáknál Mr. C. A. R. Lundine, a szerelési munkáknál pedig E. P. Burrill működtek közre. A tudományos tanácsadó szerepét

J. S. Plaskett, a Dominion Astrophysical Obs. nyugalmazott igazgatója töltötte be.

A nagy reflektor felállítása kereszttengetelyrendszerű, hasonló a delawarei és a torontói műszerek felállításához. A műszer csöve, melyet felső kétharmadában vasváz alkot, aránylag rövid, a tükör primér gyújtótávolsága 8.3 méter, így nyílászviszonya $f/4$. A deklinációs tengely ugyancsak nagyon rövid. Ezen keresztül kerülnek a fénysugarak, Coudé-rendszerű szerelés esetén, két síktükör segítségével az óratengelybe. Ennek egyik végén



A MacDonald-csillagda 208 cm-es reflektora.

állandó hőmérsékleten tartott kamra van a spektrográf-prizmák befogadására. A prizmákat Adam Hilger készítette könnyű flintüvegből. A rendszer lineáris diszperziója 3 Angström milliméterenként. A műszer Coudé-rendszerű gyújtótávolsága 48 méter, nyílászviszonya $f/23$. Cassegrain-rendszerű szerelésnél gyújtótávolsága 27.7 méter, nyílászviszonya $f/13$. Ehhez a szereléshez rács-spektrográf tartozik, melynek az alumínium bevonatú reflexiós rácsát a spektrum infravörös részében, tükörfémmel bevont rácsát pedig a spektrum zöld részében fogják használni. A műszer primér fókuszához is szerelhető egy rés-spektrográf, mely Mr. L. McCarthy új tervei alapján készült. Ennek látómezeje $40'$ átmérőjű, diszperziója 250 Angström milliméterenként és el lehet vele jutni 15–16 magnitúdóig.

Az új csillagda megnyitását négynapos csillagászati értekezlettel kötötték egybe. Az értekezleten, melyen több érdekes előadás és felolvasás hangzott el, számos vezető csillagász vett részt különböző vidékekről, részben mint elnöklő tisztviselő, részben mint közreműködő tag. Canadát J. S. Plaskett, Mexikót prof. Joakim Gallo képviselte.

A McDonald-csillagda igazgatója Otto Struve lett, aki emellett a Yerkes-csillagdának is igazgatója maradt. Az igazgatón kívül C. T. Elvey asszisztens és még három fiatal csillagász képezik az új csillagda állandó személyzetét. Rajtuk kívül még a Yerkes-csillagda minden tudományos tisztviselője is részt vesz abban a széleskörű kutató programban, melyet a McDonald-csillagda részére igen nagy körültekintéssel dolgoztak ki. A világ csillagászai tehát nagy reménnyel tekinthetnek azok elé a jelentős eredmények elé, melyeket a mindenség kutatásában ez a legjobb tartozékkal felszerelt hatalmas műszer ilyen kiváló tudományos személyzet kezében hozni fog.

Abaházi Richárd

A feketedési görbe törvényszerűsége. Régen vitatott kérdés, hogy milyen összefüggés van a fényképezőlemezre eső fény intenzitása és a lemez feketedése, vagyis az előhívó által redukálható ezüstszemcsék száma között. A feketedés jellegzetes S-alakú görbéjét eddig még nem sikerült kielégítő módon analitikusan leírni.

Ha a helyesen exponált lemezt a szokásos ideig előhívjuk és szemcsézetét mikroszkópon keresztül megvizsgáljuk, akkor egyrészt olyan szemcséket találunk az emulzióban, melyek teljes egészükben fémüzötté redukálódtak, másrészt olyanokat, melyeket az előhívó teljesen érintetlenül hagyott. Olyan szemcséket azonban, melyeknek csupán egy részük redukálódott volna, egyáltalán nem találunk. Úgy látszik, a megvilágítás erősségének egy bizonyos értéket meg kell haladnia, hogy egy szemcse egyáltalán előhívható legyen. Feltehetjük tehát azt a kérdést, hogy vajjon mennyi fénykvantum szükséges egy szemcse teljes előhívásához? Ez a kérdés, mely önmagában is érdekes, szorosan összefügg a lemez feketedésére felállított elméleti törvényszerűséggel. Az eddigi megfontolások abból a feltevésből indultak ki, hogy a szemcsék előhívhatóságához egy meghatározott r számú kvantum szükséges és ez minden szemcsére ugyanaz. Ha ennél kevesebb fénykvantum éri a szemcsét, az egyáltalán nem hívható elő. Ezen feltevésel azután, adott beérkező fénykvantum-számmal, a Poisson-féle valószínűségi formula alapján lehet számítani, hogy a szemcsék milyen arányban hívódnak elő. Ezen az alapon r -rel mint paraméterrel, egész sereg feketedési görbét állíthatunk elő. Összehasonlítva ezeket a tapasztalattal azt fogjuk látni, hogy csak a kis (kb. 1—4) r -hez tartozó görbék fogják jól megközelíteni a kísérletileg meghatározott feketedési görbét. Ha r nagyobb mint 4, akkor a görbe igen meredeken emelkedik és a végtelen feketedés felé tart. Viszont közvetlen mérések azt mutatják, hogy 50—100 kvantumnak kell jutni egy szemcsére, különben egyáltalán nem hívódik elő. Ennek az ellentmondásnak a megmagyarázására fel kell tételezni, hogy a szemcse felületének csak kis része hatékony, érzékeny és így sok fénykvantumnak kell a szemcsére esni, míg rajta érzékeny pontot is talál. A szemcsék tüzetes megvizsgálása azt

mutatja, hogy rajtuk ezüstsulfid-nyomok szennyeződések vannak. Feltehető, hogy ezek azok az érzékeny pontok, melyeken keresztül, kellő számú találat után, az egész szemcse előhívhatóvá válik. Régen ismerték már azt a tényt, hogyha az ezüsthalogén-sók bizonyos hőfokon sokáig állanak a zselatinemulzióban, akkor a szemcsék érzékenysége nagy mértékben megnövekedik. A zselatint legegyszerűbben vagdalt borjúfülből főzés útján nyerik, melyet többszöri mosás után megszáritanak és apró darabokra vagdálnak. Az így nyert terméket megvizsgálva azt tapasztalták, hogy az szerves anyagokat, legnagyobbbrészt kéntartalmú mustárolajat tartalmaz. A szulfidszennyeződés tehát a zselatinből kerül az ezüstszemcsékre. Az érzékenység fokozódását úgy lehet magyarázni, hogy minél tovább állanak az ezüsthalogén-sók a kellő hőfokon híg zselatinban, annál nagyobbra nőnek meg az egyes szemcsék és annál több érzékeny pont fejlődik ki rajtuk.

Visszatérve a feketedési görbékre, J. H. Webb kimutatta, hogy az eddig felállított elméleti feketedési görbék fogyatékoságát az a feltevés okozta, hogy minden szemcsére ugyanakkora minimális fénykvantumszámot tételtek fel a szemcse előhívhatóságához. Tapasztalatból tudjuk, hogy ugyanazon emulzió kisebb és nagyobb szemcséket tartalmaz és hogy minél nagyobb a szemcse, annál érzékenyebb. Ezért helytelen minden szemcsére ugyanazon ν értéket feltételezni. Webb egészen új elméleti formulát állított fel a feketedési görbére, mely igen figyelemreméltó. A régi feltevést teljesen elvetette és helyette felteszi, hogy az egyenlő nagyságú szemcsék között is van érzékenységbeli különbség. Egy érzékeny felület $z = f(x, y)$ háromdimenziós modelljét alkotta meg, melyben egy meghatározott x szemcsenagysághoz és y érzékenységi fokhoz az emulzióban z számú szemcse tartozik. A tényleges emulzióban szemcseszámlálást végzett és azt találta, hogy az érzékeny felületet legjobban a $z = Axe^{-k(\ln y - \ln \delta)^2}$ alakú összefüggés fejezi ki. A feketedési görbének ilyen módon képzett elméleti alakja nem integrálható. A grafikus módszerekkel nyert görbék azonban a tapasztalattal igen jó egyezést mutatnak.

Abaházi Richárd

Az 1940a Kulin-üstökös. A svábhegyi csillagda 60 cm reflektorával készített egyik felvételen 1940 január 6-án *Kulin* egy kb. 15,8 magnitúdó fényességű mozgó objektumot fedezett fel. Az objektum képe a lemezen diffúz volt és határozottan más strukturát mutatott, mint a lemezen levő az a kisbolygó, amelynek kedvéért készült tulajdonképpen a felvétel. Emiatt rögtön az a gyanú merült fel, hogy az új égitest üstökös. *Kulin* azonban óvatosságból, mivel az objektum annyira gyenge volt, várt a felfedezés közlésével, amíg annyi észlelése nem volt, hogy pályát tudott róla számítani. Jan. 11-én, 12-én és 30-án sikerült még fényképezni az égitestet és az ezek alapján számított pálya igazolta a gyanút. *Kulin* pályaszámítása szerint a pályaelemek:

$$T = 1940 \text{ Jan. } 12.835999$$

$$M = 17^{\circ}713238$$

$$\varphi = 26^{\circ}595831$$

$$\omega = 292.754645$$

$$\mu = 629''4015$$

$$\Omega = 137.633625$$

$$a = 3.167519$$

$$i = 4.802019$$

A változócsillagok számának növekedése. A csillagászati megfigyelő-módszerek fejlődésével egyidejűleg az ismert változócsillagok száma egyre növekszik. Míg 1850-ben még csak 24 csillagról tudták, hogy fényessége változik, egy 1896-ban megjelent katalógus már 393 változócsillagot tartalmaz. 1915-ben 1687 változóról tudunk, 1927-ben meg már 3206-ról. A babelsbergi csillagda által évenként kiadott katalógusok legújabbika¹ pedig 8254 változócsillagot tartalmaz, azok ismeretes elemeit (periódus, amplitudó, stb) is feltüntetve. A változócsillagok száma az utolsó tíz esztendőben megkétszereződött. Számontartásuk egyre több munkát szerez a csillagászoknak, de egyúttal egyre növeli a kutatási lehetőségeket. A változócsillagokra vonatkozó ismereteink gyors fejlődése a század fordulójára esik, mikor a fényképészeti megfigyelésmódszerek alkalmazást nyertek a csillagászatban. A vizuális megfigyelésektől eltérőleg ekkor lehetővé vált, hogy az égnek egyszerre nagyobb részét kutathassuk át, ami könnyű lehetőségét adja, hogy új változókat fedezhessünk fel, egyúttal igen megkönnyíti a már ismert változócsillagok fényváltozásának rendszeres követését. L. K.

Új szupernova. Zwicky a Palomar Csillagdában újabb szupernovát fedezett fel. A csillag a Cetus csillagképben lévő extragalaktikahalmaz egyik tagjában tűnt fel, nevezetesen a halmazról 1929 december 4-én készült felvételen vette észre Zwicky. A nova fényessége ekkor mintegy 16^m volt. November 2-án halványabb volt $17^m.5$ -nál s mintegy 15 maximális fényességét november 20. körül érthette el. Az extragalaktika, melyben ez a nova feltűnt, körülbelül 23 millió fényévre van tőlünk s ennek alapján a nova abszolút fényessége közelítőleg -14^m . L. K.

Fehértörpék, novák, szupernovák. 1939 július 17-től 23-ig Párisban konferenciát hívtak össze a novák és fehértörpék problémájának megvitatására. A konferencián résztvettek azok a legkiválóbb gyakorlati és elméleti asztrofizikusok, akik mostanában számottevően hozzászóltak ezekhez a problémákhoz. Névszerint a következők: Russel, Eddington, Lundmark, Strömgren, Chandrasekhar, Kuiper, Cecilia Payne, Baade, Beals, Edlén, Swings, Stratton, Gaposchkin.

Russel professzor elnöklése alatt sok érdekes előadást és megbeszélést tartottak. Az ezek során leszűrt általános eredmények az ülésről kiadott jelentések alapján a következők:

A novák és a fehértörpék között az elmélet eddig összefüggést tételezett fel, melyet eredetileg Milne mondott ki. Az összefüggés szerint a novának végső állapota a fehértörpe állapot. A novakitörés alatt emittált energia a csillag gravitációs potenciális energiájából vevődik el, s az így elveszített gravitációs energia híján a csillag tömegének nagy része előbbi rendszer konfigurációját többé megtartani nem tudja, összeesik kis átmérőjű, nagyon sűrű fehértörpévé. Ez az elmélet azonban ma már nem állhat meg a következő érvekkel szemben:

¹ Schneller, Katalog und Ephemeriden Veränderlicher Sterne, 1939.

A novakitörés ideje alatt kisugárzott energiamennyiség túlságosan kevés ahhoz az energiamennyiséghez képest, melyet a csillagnak el kell veszítenie, hogy rendes állapotból fehértörpe állapotba omoljon össze. A tipikus fehértörpe átmérője a Nap átmérőjének századrésze és az átmérőnek ilyen arányú változásához többeszer akkora energiamennyiség elvesztése kellene, mint amennyi egy normális novakitörésnél fölszabadul.

Újabb észlelések — melyek azonban még befejezetlenek — azt látszanak bizonyítani, hogy a novák hőmérséklete és abszolút fényessége a kitörés előtt semmivel sem különbözik attól, amilyen pár évvel a kitörés után, mikor a csillag már visszajutott egyensúlyi állapotába.

Továbbá alapos okaink vannak annak föltevésére, hogy a novatevékenység jelensége ismétlődő dolog, mely bizonyos csillagokban sokszor periodikusan mutatkozik. A periódus esetleg több ezer év is lehet, úgy hogy mi csupán egyetlen kitörést észlelhetünk. Ez némileg spekulatív állítás, de némely esetben tényleg észleltek igen hosszú periódussal ismétlődő novakitöréseket. Ez viszont igen élesen ellentétben van azzal, hogy novakitörések alkalmával a csillag hirtelen átmegy rendes állapotból fehértörpe állapotba.

Nagyon érdekes az is, hogy a prae-novák abszolút magnitúdójának vizsgálata azt mutatja, hogy a novák általában a magas hőmérsékletű csillagoknak egy bizonyos osztályából származnak. A csillagoknak ezt az osztályát «törpealatti» csillagoknak szokás nevezni, mert abszolút magnitúdójuk néhány renddel kisebb, mint az általános ugyanolyan hőmérsékletű csillagoké, viszont nagyobb azért, mint a fehértörpéké. Ez a fontos megállapítás, együtt az előbb említett ismétlődési föltevéssel, megdönteni látszik azt az elméletet, hogy az égen valamennyi csillag élete folyamán egyszer átmegy a nova-állapoton. Ha novák csak egy bizonyos csillagosztályból kerülhetnek ki és ha ezek a bizonyos csillagok többszöri kitörésre képesek, akkor nem szükséges föltelezni, hogy rendes, normális csillagok — mint például a Nap — a novakitörés katasztrófájának vannak kitéve. Ezek szerint tehát ez a kozmikus veszély a Földet nem fenyegeti.

A novák és fehértörpék összefüggésének elmélete így tarthatatlanná válván, valami egyéb módon kell megmagyarázni a megfigyelt jelenségeket. Úgy látszik, sikerül elméletileg olyan magyarázatot találni, amely a novakitöréshez nem teszi szükségessé a csillag egész anyagának megmozdulását vagy átalakulását. A sugárzási egyensúly hirtelen megbomlása a felszíni rétegekben bizonyos körülmények között előidézheti a novakitörést. Az egész novakitörés tehát nem olyan óriási kataklizma lenne eszerint, mint eddig gondoltuk, hanem csupán a csillag legkülső rétegeiben lejátszódó jelenség. De az errevonatkozó elmélet még nincs véglegesen kidolgozva.

A novák eredetének tárgyalása kapcsán szóba kerültek azok az emissziós csillagok, amelyeknek színképe nagyon hasonlít a novák színképeéhez. A Wolf—Rayet, P Cygni-típusú és az A-típusú óriásfeletti csillagok, amelyek különben nem csupán a színkép dolgában, hanem egyéb fizikai jellemző tulajdonságaikban, mint hőmérséklet és átmérő, a novákhoz nagyon hasonlóak.

A szupernovák megoldatlan problémái is részletes diszkussziók tárgyát képezték. A széles emissziós sávok, melyek a szupernovák színképében

megjelennek és a novakitörés lezajlása alatt úgy intenzitásuk, mint pozíciójuk folyton változik, még mindig ismeretlen eredetűek. Kivéve két aránylag vékony sávot, melyeket mint tiltott OI vonalakat (λ 6296 és λ 6360) sikerült identifikálni. Lehetségesnek látszott az, hogy az ismeretlen sávok végsőig ionizált atomoktól származnak. A konferencián az egyik előadó szellemes elméletet mutatott be, amelyben megkísérli a szupernovák sávjait úgy magyarázni, hogy azok aránylag alacsonyan ionizált, közönséges atomok kiszélesedett vonalainak összefolyásából állanak elő. A szupernova-kitörés oka éppen olyan kiderítetlen maradt, mint a rendes novakitörésé.

Érdekes előadásokat tartottak a fehértörpék észleléséről is. A két utolsó ülést teljesen Sir Arthur Eddington és Chandrasekhar indus asztrofizikus vitájának szentelték. A két elméleti tudással nagyszerűen felszerelt régi vitapartner ismét diszkusszió alá vette a csillagok belsejében levő extrém sűrűségű, degenerált anyag fizikai állapotának formuláit. A vita rendkívül érdekes és lelkesítő volt. Nem lehet azonban mondani, hogy eredményt ért el. A csillagok hidrogéntartalmának, a csillagátmérő és tömeg viszonyának és a fehértörpék és rendes fejlődési sorozatba tartozó csillagok viszonyának megoldatlan nagy problémái ezúttal is megoldatlanok maradtak.

Balázs Júlia

A tejútfelhők és a nyílthalmazok dinamikája. Mineur francia csillagász igen terjedelmes értekezésben¹ részletesen foglalkozik a Tejútrendszerbe ágyazott rotációs szimmetriát mutató csillagsűrűsödések egyensúlyi viszonyaival és dinamikájával. Az eddigi ilyenirányú vizsgálatokban a sűrűsödéseket gömbalakúaknak tételezték fel és a külső erőteret elhanyagolták. Mineur ellipszoid-alakú csillagsűrűsödések egyensúlyát vizsgálja a Tejútrendszer gravitációs terében.

A munka első részében Mineur az egyes csillagok mozgását vizsgálja a csillagsűrűsödésekben. Ehhez ismerni kell az erőteret. Ha a sűrűsödésnek középpontja a Tejút síkjában, a Tejútrendszer középpontja körül R_0 sugarú körön mozog, n szögsebességgel és R_0 nagy a sűrűsödés dimenzióhoz képest, akkor a sűrűsödés középpontjára vonatkoztatott koordinátákkal (a ξ -tengely az anticentrum felé mutat, a ζ -tengely merőleges a galaktika-síkra) a Tejútrendszer gravitációs potenciálja közelítőleg ilyen alakban írható:

$$U_1 = -\frac{1}{2} n^2 [(\xi + R_0)^2 + \eta^2] - \frac{1}{2} a \xi^2 - \frac{1}{2} a' \zeta^2$$

n és a a Tejútrendszer rotációjának vizsgálatából határozható meg, a' pedig Oort módszerével a csillagoknak a ζ irányban való térbeli eloszlásából és ezirányú sebességkomponensük eloszlásából. Mineur kiszámította a harmadrendű tagokat is és megállapította, hogy elhanyagolhatók. A sűrűsödést Mineur homogén ellipszoidnak veszi és így gravitációs potenciálja a sűrűsödésen belül ilyen alakú:

$$U_2 = \beta_0 - \beta_1 \xi^2 - \beta_2 \eta^2 - \beta_3 \zeta^2.$$

¹ Équilibre des nuages galactiques et des amas ouverts dans la voie lactée. Évolution des amas. Ann. d'Astr. II. 1—244. 1939.

Az adódó mozgásegyenletek könnyen integrálhatók és a trajektóriák részletesen vizsgálhatók. Ezekről Mineur bőven közölt diagrammokat.

Ezután Mineur a sűrűsödések stabilitási feltételeit vizsgálja. Általában megkülönböztetünk statisztikai és dinamikai stabilitást, aszerint, hogy ütközések, illetve találkozások számbajönnek-e, vagy sem. A dinamikai stabilitásra kapott eredmények, mint Mineur kimutatja, a csillagfelhőkre a statisztikai stabilitásra kaptak pedig a sokkal sűrűbb nyílthalmazokra alkalmazhatók.

A dinamikai stabilitás szükséges és elégséges feltétele, hogy a koordinátasebesség-eloszlási függvény, f a mozgásegyenletek uniform első integráljainak tetszőleges függvénye legyen. A fentebb specializált gravitációs térben általában csak három ilyen integrál van: $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$. Kellő megindokolás után Mineur f -re a következő alakot választja:

$$f = Ce^{-h[h_1\gamma_1 + h_2\gamma_2 + h_3\gamma_3]},$$

ahol C, h, h_1, h_2, h_3 állandók. Ezután levezeti a feltételeket, melyek mellett adott a, b, c féltengelyekkel és N számú csillaggal a sűrűsödés dinamikai egyensúlyban lehet. Az ilyen sűrűsödéseknek az eredmények szerint a következő tulajdonságaik vannak: 1. A közepes sebességek a koordinátáktól épúgy függenek, mint a galaktikai centrum körüli differenciális rotáció esetén, de a rotációs állandók mások, mint a Tejútrendszer sűrűsödés nélküli helyein. 2. A pekuláris sebességek eloszlása ellipszoidális. 3. A sűrűséget a következő formula adja:

$$\varrho(\xi, \eta, \zeta) = \frac{N\bar{h}^{3/2}}{\pi^{3/2}abc} \cdot e^{-h\left[\frac{\xi^2}{a^2} + \frac{\eta^2}{b^2} + \frac{\zeta^2}{c^2}\right]}$$

(U_2 -ben és így $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ kiszámításánál homogén ellipszoidot vett fel Mineur, míg most ϱ -ra exponenciális függvény adódott. Emiatt a számítás csak első közelítésnek tekintendő).

Szféroidalakú csillagsűrűsödésekre két speciális esetet részletesen megvizsgált Mineur. Az egyik esetben $a = b$ és $c < a$, vagyis a szféroid a galaktikai síkban lapult, a másodiknál $a = c$ és $b > a$, tehát a szféroid a galaktikai síkban a centrumra merőleges irányban megnyúlt. A numerikus alkalmazás a Nap környezetére azt mutatja, hogy a lokális rendszer léte összeegyeztethető a Tejútrendszer forgására és a sebességeloszlásra kapott megfigyelési eredményekkel.

A statisztikai egyensúlyban az eloszlási függvény a Maxwell—Boltzmann-féle. Az egyensúlyi feltételek szerint a halmaz nagy tengelye a galaktikai centrum felé irányul, a legkisebbik tengely pedig merőleges a galaktikai síkra. Ha a csillagok száma és b/a adva van, akkor a halmaz egyéb jellemzőit, mint pl. a tengelyek hosszát, a sebességek diszperzióját stb. kiszámíthatjuk. Annál a kevés halmaznál, amelynél megfigyelési eredmények állnak rendelkezésünkre, a megfigyelési értékek jól egyeznek az elméletből számítottakkal.

Mineur végül a halmazok fejlődését tárgyalja. Erre három tényező mértékadó: 1. A halmaz és a Tejútrendszer közti energiakicserélődés.

2. A csillagok kiválása a halmazból. 3. Csillagbefogások a Tejútrendszerből. Ezek közül a legnagyobb hatása a 2.-nak van. Kb. 250 millió év alatt a halmazcsillagok száma egy egész nagyságrenddel csökken. Ez arra mutat, hogy a halmazok aránylag igen gyorsan átalakulnak. Ha egyszer egy gömbhalmazból már nyilthalmaz lett, legfeljebb néhány milliárd évig maradhat még fenn. Ebből is a Tejútrendszernek aránylag alacsony korára lehet következtetni.

Detre László

δ Cephei- és rokontípusú csillagok fényváltozása és sebességváltozása közötti összefüggés.

Helleich néhány évvel ezelőtt¹ vizsgálatokat végzett a 4—10 napos periodussal bíró tipikus δ Cephei-csillagok fényelektromosan észlelt fénygörbéjére és a sebességgörbéjére vonatkozólag. A két görbe amplitúdója között határozott összefüggés adódott. Újabban megvizsgálta,² érvényes-e ez az összefüggés a fotografikusan észlelt amplitúdókra nézve is. Az összefüggést azonban nem lehetett biztosan kimutatni. Ez nem is meglepő, hiszen a fotografikus észlelési anyag nem eléggé homogén.

A δ Cephei-csillagokkal rokontípusú β Canis Majoris, RR Lyrae és RV Tauri típusú csillagokra vonatkozólag végzett vizsgálatok mutatják, hogy ezeknek a csillagoknak fényváltozása és sebességváltozása között is van összefüggés. Itt azonban a két görbe amplitúdójának összefüggése másmilyen, mint a tipikus δ Cephei csillagokon észlelt összefüggés.

Vegyük azonban tekintetbe, hogy ezeknek az említett típusú csillagoknak más a hőmérsékletük, mint a tipikus δ Cephei csillagoké. A sugárzási törvény felhasználásával redukáljuk valamennyi vizsgálat alá vett csillag hőmérsékletét egy közös standardhőmérsékletre. A redukált fénygörbék és sebességgörbék között egészen egyöntetű összefüggést találunk. Valamennyi, a felsorolt típusokba tartozó változócsillagnak egy kilométernyi sebességváltozására nagyságrendben ugyanolyan fényességváltozás esik, mint amilyent a δ Cephei csillagokon találtunk.

Ez az érdekes eredmény arra mutat, hogy a δ Cephei csillagok és a rokontípusú csillagok rokonsága még közelebbi, mint eddig gondoltuk. Igen valószínű, hogy mindezen csillagok fényváltozását ugyanazon fizikai okok okozzák. Hogy melyek ezek a fizikai okok, az egyelőre még nincs kiderítve.

B. J.

Csillagok átmérőjének mérése. A Csillagászati Lapok mult évfolyamában (77. o.) ismertettük, hogy Fürth, Sitte és Appel a Michelson-módszert csillagátmérők mérésére úgy módosították, hogy szerintük bármilyen nyugtalan levegő mellett is lehet alkalmazni. Lacroute (MN 99 . 733) és Carroll (u. o. 735) legújabbán kimutatták, hogy a három prágai fizikus tévedett.

¹ Über die Beziehung der Amplituden der Licht- und Geschwindigkeitskurven der δ Cephei-Veränderlichen. Astr. Nachr. 261, 1937.

² Über die Beziehung zwischen den Amplituden der Licht- und Geschwindigkeitskurven bei den δ Cephei-Veränderlichen und verwandten Typen. Astr. Nachrichten 269, 1939.

KÖNYVSZEMLE

David O. Woodbury: *The Glass Giant of Palomar*. Dodd, Mead and Company. New-York. 1939. XIII + 368 oldal. 21 táblás kép.

A szerző közérthető nyelven írja meg az Amerikában készülő 5 méteres tükörteleszkóp felállításának történetét. Az első részben alig olvashatunk valamit magáról a nagy tükörről, inkább Hale csillagászati pályafutását ismerhetjük meg. A második részben a nagytömegű tükör öntésének nehézségeit tárja fel a szerző. A harmadik részben a tükör Amerikán keresztül való utazásának és csiszolásának izgalmait ismerjük meg. A negyedik részben pedig a távcsőhöz fűzött remény megvalósulásának lehetőségeiről kapunk tiszta képet. A párbeszédekkel tarkított és szép képekkel díszített könyv igen kellemes olvasmány, különösen a technikai érdekességet kedvelők számára.

Tolmár Gyula

SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

Ez év március 13-án a Szakosztály intéző bizottsága WODETZKY JÓZSEF elnökletével ülést tartott. Jelen voltak még LASSOVSZKY KÁROLY, PERCEL GYÖRGY, RÉTHY ANTAL intézőbizottsági tagok és DETRE LÁSZLÓ jegyző. Távölmaradásukat kimentették CSÁSZÁR ELEMÉR, ORTVAY RUDOLF és TERKÁN LAJOS intézőbizottsági tagok. Az elnök először köszönetét fejezte ki PERCEL GYÖRGY tagtársnak, hogy közbenjárására a Beszkárt ismét 500 P adományban részesítette a Szakosztályt. Majd bejelentette, hogy a tisztikar három éves terminusa lejárt és ezért az új választásra meg kell ejteni a jelöléseket. Az alapszabályok értelmében az elnök és az alelnökök nem választhatók meg újra. Az elnök bejelenti, hogy az elnöki tiszttől való megválásával együttjárónak érzi, ha a jövőben a Csillagászati Lapok szerkesztésében nem vesz részt. Az intézőbizottság és szerkesztők kívánságára azonban az ülés úgy határozott, hogy az elnökváltozással kapcsolatban a lap szerkesztésében ne álljon be változás. Az intézőbizottság a következő jelölést fogadta el: Elnök: LASSOVSZKY KÁROLY, alelnök: RÉTHLY ANTAL, jegyző: DETRE LÁSZLÓ, intézőbizottsági tagok: CSÁSZÁR ELEMÉR, FLEISSIG JÓZSEF, ORTVAY RUDOLF, PERCEL GYÖRGY, RYBÁR ISTVÁN, TERKÁN LAJOS.

Az intézőbizottsági ülést követő előadó ülésen JELITAI JÓZSEF «Adatok Gauss asztronómiai munkásságának jellemzéséhez. Idézetek kortársaihoz írt leveleiből» címen adott elő. Az előadást lapunk egyik számában közöljük. Az előadás után WODETZKY JÓZSEF elnök néhány perc szünetet rendelt el és ezután következett az új tisztikar választása. Ezt megelőzőleg LASSOVSZKY KÁROLY intézőbizottsági tag kért szót. Felszólalásában méltatta az elnöki tisztből lelépő WODETZKY JÓZSEF nagy érdemeit a Szakosztály felvirágoztatása körül, majd megemlítette, hogy a közel multban két nagy kitüntetés érte elnökünket: a Szent István Akadémia természettudományi osztálya és a Jugoszláv Csillagászati Egyesület tiszteletbeli tagjává választotta. A Szakosztálynak azt az indítványt teszi, hogy WODETZKY JÓZSEF-et nagy érdemeiért válassza tiszteleti elnökévé. A Szakosztály

HIREK

Terkán Lajos †. 1940 március 26-án a magyar csillagászatot érzékeny veszteség érte Terkán Lajos váratlan halálával. Már régebben betegeskedett ugyan, de senki sem gondolta, hogy betegsége hirtelen ily tragikus fordulatot vesz.

Terkán Lajos 1877-ben született Székesfehérvárott. Középiskoláit a győri bencés gimnáziumban végezte, az érettségi elvégzése után a budapesti tudományegyetemen matematikai, fizikai és csillagászati tanulmányokat folytatott. Az előbbi két tantárgyból középiskolai tanári oklevelet, a csillagászatból pedig, mint Kövesligethy tanítványa, doktori oklevelet szerzett. 1900-ban mint kalkulátor a budapesti tudományegyetemen helyez-



kedett el, de Konkoly Thege Miklós hívására még ugyanebben az évben adjunktusi minőségben az ógyallai csillagdához kerül. Egyik külföldi tanulmányútja alkalmából a potsdami asztrofizikai obszervatóriumban töltött hosszabb időt. Érdeklődése különösen az égi fotometria felé vonzotta s ebből a tárgykörből 1912-ben magántanári képesítést is nyert a budapesti tudományegyetemen. 1905-ben Tass Antallal együtt egy nagyobb észlelési programba kezd. Ez a déli csillagos ég (-15° deklinációig) fényesebb csillagjainak vizuális fényességmeghatározását célozta, Zöllner-féle fotométerrel. A világháború kitöréséig megfigyelt anyag az

ógyallai csillagda nagyobb kiadványainak I. kötetében 1916-ban jelent meg. Még korábban Terkán rendszeres meteormegfigyeléseket is végzett s e megfigyelések közzététele mellett e tárgykőről egy terjedelmes értekezése is jelent meg az ógyallai csillagda kisebb kiadványai sorában. A változócsillagok birodalma olyan terület, mely Terkán Lajost élete végéig lekötötte. Ily tárgyú észlelései részint az ógyallai csillagda kiadványaiban, részint az *Astronomische Nachrichten*-ben jelentek meg. A világháború Terkán Lajost megakasztotta tudományos kutatásaiban, mert a háború négy évét, majdnem végig a tűzvonalban töltötte. Sok katonai kitüntetés birtokában mint százados szerelt le. Visszatért Ógyallára, ez azonban rövidesen cseh kézre került. Terkán, Tass kollégájával együtt, csak 1920-ig maradt a cseh igazgatás alá került ógyallai csillagdában. Mindketten elviselhetetlennek érezték ottani helyzetüket és Budapestre költöztek. A csillagda főműszereit azonban még a cseh megszállás előtt Pestre sikerült szállítaniok. Ennek a körülménynek köszöni létrejöttét a svábhegyi csillagvizsgáló intézet, melyet a műszerek új hajlékául emeltek. A svábhegyi csillagdában Terkán Lajos másfél évtizedet töltött. A fokozatosan felállított műszerek nyújtotta lehető-

ségek szerint sorban először sarkmagasságingadozásméréseket végzett passage-műszerrel, majd a 16 cm-es refraktorral folytatta az Ógyallán megkezdett programot, a déli ég fotometriáját és változócsillagokat észlelt, végül a nagy reflektorral kisbolygókat figyelt meg. Rendkívül szorgalmas és kitartó észlelő volt. 1935-ben, mint főobszervátor, vonult nyugalomba. Évek során összegyűjtött gazdag megfigyelései anyagán nyugalombavonulása után is dolgozott.

Érdemei elismerésül a Szent István Akadémia tagjai sorába választotta, intézőbizottsági tagja volt a Természettudományi Társulat csillagászati szakosztályának, tagja a kis Akadémiának és sok más tudományos társulatnak. Nyugalomba vonulása évében a Jézustársaság teológiai főiskolája tanárának hívta meg. Terkán Lajost rendkívüli szerénység, béketűrő, szelíd természet jellemezte. Részben talán ez okozta, hogy pályafutása alatt oly sok csalódás és keserűség érte. Mély, tántoríthatatlan vallásos érzése erőt adott neki a legnagyobb csalódások elviselésére s ez enyhítette utolsó betegsége kínos, de megadással viselt fájdalmait is. *L. K.*

Wodetzky József dr. egyetemi nyilv. r. tanárt, szakosztályunk tiszteleti elnökét, a Société Astronomique de Yougoslavie január 21-én tartott évi közgyűlésén egyhangúlag tiszteleti tagjává választotta; február 23-án pedig a Szent István Akadémia együttes ülésén, szintén egyhangúlag, a matematika és természettudományi osztályának tiszteleti tagjává választotta.

G. Eberhard, a potsdami asztrofizikai intézet nyugalmazott főobszervátora 1940 január 3-án 73 éves korában meghalt. Először a bécsi Kuffner Csillagdában dolgozott, majd a gothai és a bambergi csillagdában eltöltött rövid tartózkodás után Potsdamba került s ott is maradt nyugalombavonulásáig. Főképp a fényképészet csillagászati alkalmazásával és műszervizsgálatokkal foglalkozott.

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.

N. J. Szeged. Az égitestek tengelyforgásának és pályaviszonyainak tanulmányozása a Naprendszer kialakulásának és a bolygóholdak eredetének elmélete szempontjából igen jelentős szerephez jutott. Elsősorban az Uranus tengelykörüli forgása és a retrográd keringésű holdak okoznak nehézséget az elméleti elgondolások számára.

A felvetett kérdés alapján a reguláris és irreguláris holdak, valamint az Uranus tengelykörüli forgására vonatkozó kérdéseket érintjük. A kisebb

holdak átmérőjét illető kérdésekre nem adhatunk választ, mert nincsenek pontosan meghatározva. Megbízható értéke azoknak van, melyeknek átmérője mikrometrikusan mérhető.

A Jupiter 11 holdja közül az öt legnagyobb a Jupiter ekvátor síkjában csaknem körpályán fekszik, tehát regulárisak. A többi hat közül a VI., VII. és X. nagyobb excentrumossága miatt irreguláris, de direkt keringésűek. A VIII., IX. és XI. hold nemcsak nagy excentrumossága, hanem retrográd keringése miatt is irreguláris. Ez a három csoport más szempontból is különvlik egymástól. Az első öt hold közepes távolsága csillagászati egységben kifejezve 0.013 alatt van, a második csoport tagjai egyformán 0.078, a harmadik csoport tagjai 0.16 csillagászati egységtől egy századdal sem térnek el. Tehát a három csoport tagjai között igen nagy úr van. A Saturnus holdjai között a Hyperion, Themis és Phöbe irregulárisak s ez utóbbi amellett retrográd irányban is kering. Itt nagyobb úrt az 1, 2, 3, 4, 5—6, 10, 7—8—9 csoportosításban tapasztalunk.

Az Uranus négy holdjának egybeeső pályasíkja 98° szöget zár be az anyabolygó forgástengelyének irányával s keringésük retrográd. Távolságuk egymásután körülbelül 1.5 szorzószámmal növekszik. A Neptunus holdja a Triton csaknem körpályán retrográd irányban kering.

Az itt felsorolt rendellenességek száma nem tekinthető véglegesnek. Nem bizonyos, hogy a Jupiter és Saturnus holdjai között valóban úr van. Újabb felfedezések könnyen keresztülhúzhatnák azokat az elméleteket, amelyek a jelenlegi állapotra épülnének, amint az eddig ismert elméletek egyrésze is az újabb felfedezésekkel vagy teljesen valószínűtlenné vált, vagy csak bizonyos megszorításokkal és újabb feltevésekkel marad elfogadható.

A holdak nagyságában, pályasíkjában, mozgásában valamint excentrumosságában mutatkozó különbözőségek még nem teszik jogosulttá a feltevést, hogy eredetük nem naprendszerbeli. Még ha az anyabolygó vonzókörébe került égitestek is, azaz kaptivált, — megfogott tömegek, nem következik, hogy más naprendszerből származnak.

A bolygók eredetére nézve Kant vagy Nölke szerint önálló fejlődést tételezünk fel, Laplace nyomán a Nap forgásával leváló tömegekből gondoljuk keletkezésüket, Jeans és Jeffreys elméletével idegen égitesttel való találkozáskor fellépő árapály erőknél tulajdonítjuk származásukat. Ezek az elméletek azonban nem szorítkoznak csupán a nagybolygókra, mert megengedik, sőt ki is fejtik, hogy e nagyobb égitesteken kívül számos kisebb égitest is keletkezhetett a Naprendszeren belül.

Ha tehát különösen az irreguláris holdak eredetét keressük és a megfogási elméletet fogadjuk el, nem szükséges e kis tömegekért más naprendszerhez kölcsönért folyamodni, hiszen a naprendszer kisbolygói között is számos igen nagy excentrumosságú és pályahajlású égitest van.

Az idők folyamán állandóan ható zavaróhatások a holdak pályaelemeiben tetemes változásokat okozhatnak. De ha fel is tételezünk oly erőt, mely az excentrumosságban és pályahajlásban oly változásokat okozhatna, hogy annak következtében az irreguláris holdak regulárisá válhatnak, vagy fordítva, nem dönthetnénk el vele a holdak keletkezésének kérdését.

Nem pedig azért, mert ebből nem következtethetünk teljes bizonyossággal a kezdeti állapotra. Ugyanis azzal, hogy ez átalakulást lehetségesnek tételezve fel a kezdeti állapotra a reguláris viszonyokat fogadjuk el valószínűnek, csak elméletet építünk, de nincs igazolva a kezdeti valószínű állapot.

Helyes irányba tereli a kérdést az az észrevétel, hogy a nagy excentrumosságú és nagy pályahajlású holdak kicsiny tömegűek. Ez az a pont, ahol önként kínálkozik a feltevés, hogy talán nem azonosak az okok, melyek a nagyobb és kisebb tömegű holdak eredetére vezettek. A nagybolygók a Merkúr és a Pluto kivételével kicsiny pályahajlásúak és excentrumosságúak. Ugyanez áll a bolygók nagyobb tömegű holdjaira is. Ha tehát valamely elmélet nem magyarázza meg egyszerre az egész Naprendszer kialakulását, még nem szükségképpen elvetendő. Minden valószínűség szerint a nagybolygók és nagyobb tömegű holdak azonos erők hatására alakultak. A kisebb tömegű holdak eredete azonban más okban keresendő. A megfogási elmélet ezeknél bizonyul legtermékenyebbnek. Származásukat pedig a kisbolygók keletkezésének tisztázása fogja valószínűleg eldönteni, mert közös eredetük valószínűnek látszik. Nagyon elősegítené a kérdés tisztázását a kisbolygók és kistömegű holdak tömegének, albedójának és felületi alakjának pontosabb ismerete. Jó volna tudni azt, hogy e kicsiny égitestek szabályos gömb, vagy más lehetséges egyensúlyi alakzatok-e, vagy pedig formátlan repeszdarabok.

Az Uranus forgástengelyének rendellenes fekvésére és retrográd forgására nem ismerünk újabb magyarázatot. Ez éppen annyira eldöntetlen és talán eldönthetetlen kérdés, mint maga a naprendszer kialakulása, vagy a holdak eredete. Jöslásokba nem bocsátkozhatunk, mert nem tudjuk, hogy a jövőben merül-e fel oly döntő bizonyíték, mely e kérdések ellentmondást nem tűrő magyarázatát adja, vagy pedig az emberi értelem számára örök rejtély marad-e. Igen nagy elmék foglalkoztak ezekkel, eleve tudva azt, hogy a mechanika, fizika és matematika hatalmas segédeszközeivel is legfeljebb csak kísérletet tehetünk egy minden tekintetben valószínű elmélet kidolgozására és a valóság tőlünk telhető megközelítésére, de a végleges döntést nem igényelhetjük magunknak ezen a téren. Legnagyszerűbb kifejezését ennek a belső érzésnek Laplace-nál találjuk, aki kozmogóniai elméletének bevezetőjében úgy kezd a munkához, hogy: «lássuk, felemelkedhetünk-e a valószínű okhoz».¹ Ebben megtaláljuk azt a magatartást, amellyel az ilyen kérdésekhez egyáltalában nyúlni szabad. Filozófia ez nagyrészt, amelyhez a megfigyelések s a jelenlegi állapot ismerete csak gondolatot ébresztő lökések adhatnak, de nem olyan alapot, amelyre a valószínű tények törvénytzerűen biztos épülete építhető.

Kulin György

L. B. Budapest. A kisbolygók pályaszámításánál a felfedezést követő oppozícióban a számítás és megfigyelés között mutatkozó eltérés nagysága a bolygókoordinátákban nagyrészt attól függ, hogy a pályát milyen nagy ívdarabból sikerült meghatározni. Kisbolygók esetében ez az ívdarab három hónapnál hosszabb időre nem igen terjed, ami az egész pálya huszad-, illetve harmincadrésének felel meg. Az eltérés nagyságát erősen befolyásolja a közepes naptávolság és a pálya excentrumossága. Eltéréseknek

¹ L. dr. Wodetzky József: Kozmogóniai elméletek: Stella II. évf.

elméletileg csupán a nagybolygók zavaróhatásainak megfelelő mértékben szabadna fellépni. Ez azonban csak akkor volna így, ha a pályaszámításhoz felhasznált bolygópozíciók és a napkoordináták abszolút pontosak volnának. Azonban különösen a pozíciók pontos meghatározása lehetetlen, mert az állócsillagok koordinátái — melyeket a bolygópozíciók meghatározásához igénybeveszünk — nem ismeretesek teljes pontossággal. Ma már a 7-5 nagyságrendig az állócsillagok sajátmozgása többé-kevésbé ismeretes, de a halványabbaké csak elvétve. A gyakorlatban pedig ismeretlen sajátmozgású állócsillagokat is kénytelenek vagyunk a bolygópozíciók meghatározásához igénybevenni. Azok koordinátái pedig az 1875-ös ekvinokciumra vannak megadva s az azóta eltelt 65 év a sajátmozgás miatt nagy hibaforrást jelenthet. A legközelebbi oppozícióban a számítás és megfigyelés eltérése tehát csaknem teljes egészében a felhasznált hibás pozíciók számlájára irandó. Egyéb hibaforrást a perturbáció figyelmen kívül hagyása jelent. Azonban két oppozíció között a kisbolygó a pályának körülbelül egynegyedrészét futja be s ez nem elegendő a perturbáció figyelembevételéhez és felesleges is volna, mikor egyéb okok tízszeres eltéréseket adnak. Minthogy a pontosságban a gyakorlati követelmény az, hogy a pályaelemekből számított efemeris alapján a bolygó megtalálása és azonosítása lehetséges legyen, pár év elteltével is legfeljebb arról lehet szó, hogy az eltérések alapján a pályaelemeket javítsuk. A pályaelemek javítására a földtávolság variációjának elvét alkalmazzák, melynek lényege az, hogy a földtávolságot addig variáljuk, míg az eltérések négyzetösszege minimális lesz.

A pálya egyszeri befutása után minden nagybolygótól származó perturbációt minden kisbolygó esetében tekintetbe venni roppant nagy munkát igényelne. Ezért a gyakorlatban meglegesznek oly pontos pályával, mely egy évtized után nem ad 1° -nál nagyobb eltérést. Ezt pedig a legtöbb esetben a Jupiter és legfeljebb még a Saturnus zavaróhatásának figyelembevételével el lehet érni. Ezt a nagy fáradságot igénylő számítást is csak a kis földtávolságú és nagy excentrumosságú kisbolygópályákra végzik el, de mivel a kisbolygók túlnyomó része kis excentrumosságú s nap-távolságuk 2,4—3,2 között van, e közelítő perturbációszámításokat sem alkalmazzák. A berlini Copernicus számolóintézet kiadásában megjelenő kisbolygók évkönyvében 1940 január 1-ig sorszámokkal ellátott 1489 kisbolygó közül pontos perturbációszámítást végeztek 16, közelítő — csak a Jupiter zavaróhatását tekintetbevevő számítást 101, és pályajavítást 54 kisbolygó esetében.

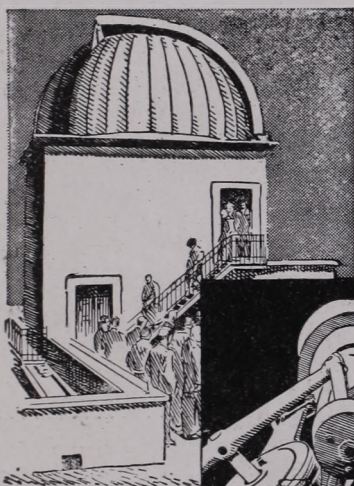
Manapság kísérlet történik arranéze, hogy egyes kisbolygók egészen pontos pályaelemeiből számított efemerisek segítségével ellenőrizzék az állócsillagok koordinátáit s erre a célra oly pályaelemek szükségesek, melyek az összes nagybolygók perturbációját számításba veszik. Ezidőszert a négy első kisbolygónak a Ceres, Pallas, Junó és Vesta kisbolygóknak pályáját ilymódon határozták meg s az efemeriseket az időmásodperc század-résznyi, az ívmásodperc tizedrésznyi pontosságával 4 naponként közlik.

Kulin György

ZEISS

CSILLAGÁSZATI MŰSZEREK

Terresztrikus távcsövek — Kilátótávcsövek — Felszerelések amatőr csillagászok részére — Csillagászati lencsék — Kupolák

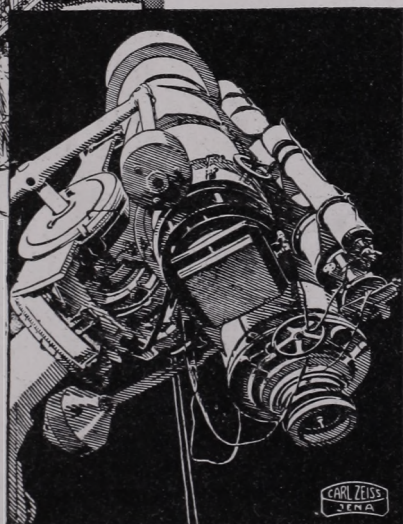


CARL ZEISS
JENA

Az új pápai csillagda Castel-Gandolfóban.

600 mm-es tükörteleszkóp
400 mm-es asztro-kamarával
közösen felszerelve.

Nyomatványokat, költségvetést készségesen küld a magyarországi vezérképviselő:



CARL ZEISS
JENA

IFJ. JURÁNY HENRIK

Budapest IV., Váci-utca 40. Telefon: 183—092.

ASTRONOMISCHE BLÄTTER

ZEITSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN ABTEILUNG DES
KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

UNTER MITWIRKUNG VON PROF. J. WODETZKY

REDIGIERT VON

L. DETRE und K. LASOVSKY

ERSCHEINT VIERTELJÄHRLICH

BUDAPEST

STEPHANEUM BUCHDRUCKEREI

3. Jahrgang

1940

Heft 1

INHALT

K. LASOVSKY: Bericht über die Tätigkeit der Sternwarte Budapest—Svábhegy im Jahre 1939.....	I
G. KULIN: Kritischer Vergleich der Gaußschen u. Väisäläschen Methode der Bahnbestimmung (Dritte Mitteilung.)	11
R. ABAHÁZI: Die Verwendung des Kathodenszillographen und des Elektronenvervielfachers bei astronomischen Messungen	21
KÜRZERE MITTEILUNGEN: Die 100. Wiederkehr des Geburtstages von Abbe. K. L. — Der 100. Todestag von Olbers. K. L. — Die Eröffnung der MacDonalld Sternwarte. R. ABAHÁZI. — Das photographische Schwärzungsgesetz. R. A. — Komet Kulin 1940a L. D. — Der Zuwachs in der Anzahl veränderlicher Sterne. L. K. — Neue Supernova. L. K. — Weiße Zwerge, Novae und Supernovae. JULIA BALÁZS. — Die Dynamik der Milchstraßenwolken und der galaktischen Haufen. L. DETRE. — Über die Beziehung zwischen dem Licht- und Geschwindigkeitswechsel der δ Cephei-Veränderlichen und verwandten Typen. J. B. — Messung von Sterndurchmessern.	30
BÜCHERSCHAU: D. O. WOODBURY, The Glass Giant of Palomar ...	42
VEREINSNACHRICHTEN	42
NACHRICHTEN	44
BRIEFKASTEN DER REDAKTION	45

308.684



CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Budapest
1940

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL
SZERKESZTI
DETRE LÁSZLÓ ÉS LASSOVSZKY KÁROLY

3. évfolyam
2. szám

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI
SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

MEGJELENIK NEGYEDÉVENKÉNT

WODETZKY JÓZSEF közreműködésével
szerkeszti

DETRE LÁSZLÓ és LASSOVSKY KÁROLY

3. évfolyam

1940

2. szám

TARTALOM

JELITAI JÓZSEF: Adatok Gauss asztronómiai munkásságának jellemzéséhez. Idézetek kortársaihoz írt leveleiből	49
SZEPESI ZOLTÁN: Az energia megmaradásának elve az atomfizikában	62
APRÓ KÖZLEMÉNYEK: Megjegyzések Abaházi Richárd: «Katódoszillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknel» c. dolgozatára. KOCZKÁS GYULA. – Válasz Koczka Gyula hozzászólására. ABAHÁZI RICHÁRD. – Fényelektromos csillagszámláló. ABAHÁZI RICHÁRD. – Napfoltstatisztika 1939-re. – A Jupiter bolygó felhős képződményeinek színeződése. L. K. – Az Amor megtalálásának jelentősége. KULIN GYÖRGY. – Új, nagy planetáris köd. B. J. – A Scorpio-Centaurus csillagraj és a K-effektus. DETRE LÁSZLÓ. – A galaktikai centrum távolsága. ABAHÁZI RICHÁRD. – A csillagok energiaforrása. L. K. – A kozmikus sugárzás napi menete. FORRÓ MAGDOLNA	66
KÖNYVSZEMLE: MÉSZÁROS LÁSZLÓ, A csillagászati földrajz elemi..	79
SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK	79
HIREK	80
SZERKESZTŐI ÜZENETEK	80

A folyóiratot a Csillagászati Szakosztály tagjai tagilletmény gyanánt kapják. Tagdíj 5 pengő. A Szakosztály tagja bárki lehet, ki egyúttal a Természettudományi Társulat tagja.

Nem tagok részére a CSILLAGÁSZATI LAPOK évi előfizetési díja 6 pengő. Az előfizetési díjak a Természettudományi Társulat címére (Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. sz.) küldendők.

A szerkesztőség címe: CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET, BUDAPEST-SVÁBHEGY

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

3. évfolyam

1940

2. szám

ADATOK GAUSS ASZTRONÓMIAI MUNKÁSÁGÁNAK JELLEMZÉSÉHEZ. IDÉZETEK KORTÁRSAIHOZ ÍRT LEVELEIBŐL

Mai értékelés szerint minden idők legnagyobb matematikusai: ARCHIMEDES, NEWTON és GAUSS.

Az 1777-ben született GAUSS 48 évig állt a göttingai csillagvizsgáló élén. Igazgatói állását 30 éves korában nyerte el és haláláig, 1855-ig megtartotta.

Sokoldalúságát megvilágíthatja azoknak a tudományoknak hosszú sora, amelyek mindegyikében alapvetőt alkotott. Ezek: asztronómia, geodézia, földmágnesség, potenciálmélet, elektrodinamika, kapillaritás, hibaszámítás, valószínűségszámítás, számelmélet, algebra, analízis, elliptikus és modulfüggvények elmélete, differenciálgeometria, nem-euklideszi geometria.

A tudomány e területein nemcsak kezdeményező, de a sokszor magateremtette feladatokat, elméletben és gyakorlatban, egészében és részleteiben meg is oldotta. Az elvi elgondolás éppolyan erőssége, mint a megfogalmazás, az észlelés, a mérés.

Asztronómiai munkássága főképp a 19. század első két évtizedére esik.

PIAZZI, olasz csillagász, 1801 jan. 1-én fedezte fel Palermóban az első kisbolygót, a 8-adrendű Cerest, amelyet kb. 9° -os ív befutása után az észlelők már 41 nap mulva elvesztettek szem elől. A 24 éves GAUSS számításai alapján találta meg újra ZACH a Gotha melletti Seebergben 1801 dec. 7-én, 7° -kal keletre a körközelítésnek megfelelő helytől. Ez a fényes siker emelte először szárnyra szélesebb körök előtt is GAUSS nevét.

Még nevezetesebbek a Pallas pályájára vonatkozó számításai. Ezt a 2. kisbolygót OLBERS fedezte fel 1802 márc. 28-án. Excentricitása kereken $\frac{1}{4}$, pályahajlása 34° . GAUSS már 1812-ben megállapította, hogy a Jupiter és a Pallas középmozgásának hányadosa $\frac{7}{18}$ körül ingadozik. G. STRUVE 1911-ből származó doktori értekezése kimutatja, hogy a Pallas 1803 és 1910 közt befutott pályájának előtüntetésére a GAUSS-féle elsőrendű perturbációkon túl a harmad-

rendüekig kellene elmenni. Ez a befejezetlenség F. KLEIN szerint GAUSS minden emberi mértéken túlmenő teremtőerejének és hangyaszorgalmának fáradtsági tünete. GAUSS a legnehezebb körülmények közt dolgozott akkor. Lakása, segédeszközei nem megfelelők, környezete nem érti, a franciák súlyos hadisarcot rónak rá. Ebből az időből való tudományos följegyzései közt a följajdulás: «Der Tod ist mir lieber, als ein solches Leben».

A Ceres és Pallas, a két első kisbolygó pályájára vonatkozó számításokból nőtt ki 7 év alatt a *Theoria motus corporum coelestium*. Nem tudom, általában ismeretes-e, hogy GAUSS e korszakalkotó és ma is alapvető munkáját először német nyelven írta meg. 1806 őszétől 1807 áprilisára készült el vele. OLBERS a hamburgi PERTHES-céghez fordult a német kézirattal. Ez először elutasította, később elfogadta azzal a feltétellel, ha GAUSS latinra fordítja. Az eredeti német szövegből BRENDEL szerint csak a bevezetés maradt meg. Ebben GAUSS felemlíti, hogy a Cereset az ő számításai alapján az első derült éjszakán megtalálták.

GAUSS munkásságából nagy rész esik az asztronómia területére. Összes munkáinak 12 kötetéből két vaskos kötet. Értekezések, észlelési adatok, számítások, önismertetések, ismertetések, bírálatok, részletek idevágó levelezéséből: BRENDEL tervezett kb. 300 oldalas tanulmányával együtt összesen közel 2000 nagy nyomtatott oldal.

A GAUSS-kézirattár 1936 és 1937 nyarán Göttingában jártamkor már 119 hatalmas tokot töltött meg. Ebből öt tele van a Pallas pályájára vonatkozó numerikus számításokkal. Eddig alig jelent meg valami belőlük nyomtatásban.

GAUSS már 1917 febr. 15-én megírja OLBERS-nek: «Auch habe ich angefangen, für die Pallasstörungen eine Hülfstafel zu berechnen, eine Arbeit von ca. $\frac{1}{2}$ Million Ziffern». Két sorral tovább közli: «Mehr als die Hälfte ist schon fertig». Ugyanazon év vége felé értesíti, hogy a táblázat WESTPHAL segítségével teljesen elkészült. Az eredetileg szűkebbkörű számítások mind szélesebb mederbe kerültek. GAUSS mind több és több hatást vett tekintetbe munkájában, néha 6–8-an is segédkeztek. A végén, mint 1843 márc. 11-én HANSEN-nek írja, 801 egyenlete volt, sőt ha ugyanazon argumentum *sin* és *cos* tagját külön számítjuk: 1602. Az eredeti szöveg így hangzik: «801 Gleichungen (1602, wenn die Sinus und Cos-Glieder desselben Arguments getrennt gezählt werden; es sind vollständig alle, deren Coëfficient über $0''$, 1 geht) berücksichtigt worden».

GAUSS azt is följegyezte, hogy az előbb említett táblázata számára hány számjegy készült el bizonyos idő alatt. E följegyzései szerint 107 nap alatt kereken 140.000 számjegy állt elő. A naponkénti szaporulat szélső értékei: 2598 és 3852.

Kevésen múlt, hogy GAUSS nem pályázott a párizsi akadémia idevágó pályatételére. Ennek határidejét GAUSS-ra való tekintettel, OLBERS közbelépésére, többször kitolták. Mint 1810 aug. 6-án OLBERS-nek írja: «Wäre der Termin für die Pariser Preisfrage noch 4 Monate weiter entfernt, so würde ich jetzt vielleicht mich noch darum bewerben; aber so ist die Zeit zu kurz, und seit 10 Monaten fehlte es zu jeder etwas weitläufigern zusammenhängenden Arbeit mir durchaus an Lust und Muth». Ahányszor később eszébe jut óriási és mégis csonkán maradó munkája, mindig elégedetlen és fájdalmas érzés fogja el. Már 1821-ben panaszodik OLBERS-nek: «Mit Betrübniß fühle ich, wie wenig ich in meiner Lage mit *allen* ihren Mißverhältnissen von dem leisten kann, was ich vielleicht unter glücklicheren Umständen hätte leisten können, und dass wohl selbst der größere Teil meiner früheren Lukubrationen mit mir untergehen wird». GERLING-nek pedig 1834-ben: «Es ist mir dabei ein schmerzlicher Gedanke, daß meine vor mehr als 20 Jahren gemachte Arbeit über die Pallasstörungen ohne Fortsetzung, Entwicklung und Bekanntmachung bisher hat bleiben müssen, auch wahrscheinlich wie vieles Andere einst mit mir untergehen wird. Sie glauben nicht, wie schwer es mir durch so vielfache Zersplitterung der Zeit so wie unter dem Druck so mancher Verhältnisse wird, eine wissenschaftliche Arbeit durchzuführen». BRENDÉL összefoglaló ítélete 1906-ban a következő: «Man sieht, daß GAUSS das gewaltige Problem der Berechnung der Pallasstörungen innerhalb der Genauigkeitsgrenze der Beobachtungen, an das auch heute noch der Astronom sich nicht gern heranwagen möchte, fast ganz zu Ende geführt hat; es fehlen nur einige wenige Störungsgleichungen für den Mars. Um so mehr zu bedauern war es, daß bis auf den heutigen Tag diese Arbeit unbekannt geblieben ist».

A bolygók pályájának számítása a 19. század asztronómiájának a főkérdése; ma már csak egy része a csillagászat mind szélesebb alapokon, mind gyorsabban fejlődő tudományának. GAUSS főleg az első két kisbolygóval foglalkozott. Teljes számuk G. STRACKE szerint 1909 végéig 1370 és az 1910-től 1935-ig terjedő 25 év alatt külön még 3152. A pályaszámításban ma már természetesen a számológép lépett az előtérbe, bár STRACKE munkatársait 6 óra alatt a gép jobban kifárasztotta, mint a logaritmustábla.

KULIN GYÖRGY e folyóirat legutóbbi számaiban ismerteti a pályaszámítás alapproblémáját, történeti áttekintést ad, vázolja a LAPLACE-, GAUSS- és VÄISÄLÄ-módszer lényegét és összehasonlítja a GAUSS- és VÄISÄLÄ-módszert egyszerűség, rövidség és pontosság dolgában. KULIN értekezéséből kiderül, hogy manapság az ENCKE által módosított és WEITHEN és MERTON által gépszámolásra átdolgozott

GAUSS-módszert alkalmazzák legnagyobb mértékben a kisbolygó-pályák meghatározására.

GAUSS a göttingai csillagvizsgálóban eltöltött majd félszázadnyi idő alatt igen sokat észlelt. Még késő öregségében sem riadt vissza ettől a fáradságtól. Halála előtt nyolc évvel írja SCHUMACHER-nek: «Vor einigen Tagen stand ich nach einer (wie gewöhnlich bei mir) fast schlaflosen Nacht vor 4 Uhr auf um den Nordstern in der obern Culmination zu beobachten», kb. három hónap múlva, okt. 25-én megint megemlíti neki: «Ich bin vorige Nacht bis 3 Uhr aufgeblieben, aber leider wurde es gegen die Zeit trübe. Auch finde ich, daß das meinem 71 jährigen Körper zu viel zumuthen heißt». Általában jó egészségű. Anyja 96 éves korában halt meg. Csak élete végén vannak légzési- és szívpanaszai, dagadt lába, álmatlansága. Világoskék szeme rövidlátó: «die Kleinheit der Typen wäre mir als Kurzsichtigen schon recht», jegyzi meg levelében SCHUMACHER-nek, aki ezt szintén megerősíti: «da Sie [GAUSS] auch ziemlich kurzsichtig sind». «Am lästigsten ist mir Schwächung der Augen, namentlich für Arbeiten bei Licht, und Schlaflosigkeit» panaszkodik GAUSS 1843-ban GERLING-nek. Bal félszeme mindig gyengébb volt: «mein linkes, welches immer, d. i. seit meiner frühesten Kindheit, schlechter gewesen ist, als das rechte, ist jetzt viel schlechter und werde ich vielleicht den Gebrauch desselben noch ganz verlieren» írja 1847-ben SCHUMACHER-nek, majd így folytatja: «ich bisher eine so bedeutende Verschlechterung meines andern (rechten, guten) Auges nicht geahnt habe. Ich erinnere mich, daß vor etwa einem Jahre ich *besser* sah als GOLDSCHMIDT». GAUSSnak most említett segítőtársa 1851-ben meghalt. Utódától vajjon mit kívánt GAUSS? Megtudjuk GERLING-hez írt leveléből: «Zu einem Ersatz wird *vielerlei* gefordert, Kenntnisse, Geschicklichkeit, Eifer und ebenso sehr moralische Eigenschaften. Ein Mißgriff in letzterer Rücksicht könnte leicht mir alle nun noch übrigen Lebensjahre verbittern». Két hónap múlva mégegyszer hangsúlyozza, mit szeretne: «Es würde nun darauf ankommen, ob er für die praktischen Geschäfte des Beobachtens (auch des Kalkuls) einen feurigen Eifer und unverdrossene Ausdauer besäße, ohne welche Eigenschaften jene trocken und lästig sind, so wie mit ihnen reizend und geliebt».

Az a GAUSS-level, amelyet az Országos Levéltárban találtam, igen szép írású és nagyon apró betűjű. Egyik 105 mm-es sorában 80 betű van. Közismert a GAUSS-szövegek klasszikus tökéletessége. Írásmódjuk jellemzői SCHUMACHER szerint: éleselméjűség, biztosság, választékoság, tömörség, óvatosság és jó ízlés. Fogalmazásukról GAUSS 1840-ben ezt jegyzi meg SCHUMACHER-hez írt levelében: «Was gedruckt werden soll, ist allerdings gewöhnlich mehr als einmahl geschrieben, aber nicht immer, Briefe dagegen concipire ich höchst

selten, ich glaube in *meinem ganzen Leben* kaum ein Dutzend Briefe vorher concipirt zu haben».

GAUSS még idősebb korában is idegennek érezte magát a világ dolgaiban. Mint GERLING-nek írja: «ich, 56 Jahre alt, noch immer das Gefühl habe, in der äußern Welt wie ein Fremdling zu stehen.», SCHUMACHER-nek pedig 1846-ban: «Ich meinerseits besaß bis zu einem vorgerückten Alter in mir selbst nichts, was die Welt ist, einen sichern Schutz auch nur gegen den Hungertod hätte geben können, als das Schulmeistern, was mir stets zuwieder gewesen ist».

A tanítás sohasem volt GAUSS kedvére, de nem kerülhette el, a tudomány nagy kárára. Milyen lehetett a tanítása? Erről így nyilatkozik SCHUMACHERhez intézett levelében, 1842-ben: «Ich habe niemals in meinen Vorlesungen dictirt, auch selbst kein Heft ausgearbeitet, sondern spreche ganz frei weg; was dabei an rhetorischen Schmuck verloren wird, findet wohl vollen Ersatz in größerer Lebendigkeit. In der Regel schreiben meine Zuhörer in den Stunden nichts auf, haben sie aber selbst Eifer, so bringen sie nachher zu Hause das Gelernte zu Papier, wie ich das auch von vielen namentlich weiß». GERLING-nek 1815-ben hallgatónak számát is megadja: «Ich lese diesen Sommer für sechs, ja anfangs für sieben Zuhörer (einer hat inzwischen eine Anstellung erhalten)». A következő évben a djíró: három Lajos-aranyról van szó: «dem Herrn Professor GAUSS 3 Louisdor als Honorar für seine Vorlesung», amelyre válaszában GAUSS ezt jegyzi meg: «inzwischen würde ich das Geld doch nicht angenommen haben, da das Collegium ein Privatissimum war, wobei die andern ihn schon mit übertragen haben», 1828-ban pedig ezt írja neki: «in diesem Winter noch zwei Privatissima lese». Később hiányát érzi a följegyzéseknek; 1847-ben panaszkodik SCHUMACHERnek: «fehlen alle Aufzeichnungen aus dem Sommerhalbjahre 1834, obwohl ich gewiß weiß, daß ich da gelesen habe, und zwar für ziemlich viele Zuhörer». Már két évvel korábban elkérte SCHUMACHERTÓL az általa annak idején kidolgozott jegyzetet. Erre vonatkozik a most következő idézet: «Ich soll in diesem Winter dasselbe Collegium wieder lesen, was seit etwa 3 oder 4 Jahren nicht der Fall gewesen war. Ich habe — was ich später öfters bedauert habe — von meinen Vorlesungen niemahls ein Heft niedergeschrieben, sondern immer ganz frei geredet, wodurch der Vortrag an Lebendigkeit und Frische allerdings wohl eher gewonnen haben mag. Die Sachen selbst schwebten mir auch immer in ihrem organischen Zusammenhang hinlänglich vor. Im laufenden Winter aber, wo mehrere andere Dinge mir den Kopf warm machen, würde es mir eine Erleichterung sein, und mich wenigstens gegen das Auslassen von Sachen, die ich sonst in meinen Vortrag aufgenommen habe, schützen, wenn ich jenes Heft, oder den-

jenigen Theil davon, den Sie besitzen, auf einige Zeit benutzen könnte». Már 1826-ban is terhes neki a tanítás: «das Collegienlesen ist z. B. in diesem Winter unbeschreiblich angreifend für mich gewesen», de később helyezete, az öregedéstől eltekintve is, kedvezőtlenebb. Ezt 1851-ben GERLINGnek így magyarázza, 58 éves korára visszatekintve: «Erstlich bin ich seitdem 16 oder 17 Jahr älter geworden, und mein Tag als Arbeitszeit hat vielleicht nicht $\frac{1}{4}$ soviel Ausdehnung, wie damals. Zweitens ist auch seit Einführung der Quästur mein Verhältnis wesentlich geändert. In früherer Zeit las ich nur Privatissima, die im Katalog angekündigten Collegia standen gleichsam nur pro forma und dies war etwas allgemein Bekanntes. Nach Einführung der Quästur aber finden sich immer (*leider*, seit 11 Semestern ununterbrochen) Zuhörer zusammen, so daß ich, da ich einmal doch Professor bin, mich verpflichtet halten muß, das zu lesen». Ugyanebben a levelében mégyszert kitör belőle a panasz: «Todesfällen von Personen ungefähr meines Alters (wie ich heute den Tod von OERSTED erfahre) ist es mir eine wahre Pein, daß so viele meiner Arbeiten wahrscheinlich untergehen werden, weil ich vor dem mir von jeher verhaßten Schulmeistern keine *zusammenhängende* Zeit gewinnen kann, sie zu vollenden». Még 1852-ben, 75 éves korában is elő kellett adnia: «Im laufenden halben Jahre muß ich leider wieder Collegia lesen und muß sonach abermal auf Ausführung einer größern Arbeit verzichten. Zu einer solchen fehlt Möglichkeit und Mut, wenn ich nicht eine *längere* Zeit als *ganz* mein eigen vor mir habe».

A szereplés és a hőség sem volt inyére; 1845 július elején panaszolja SCHUMACHER-nek: «Die entsetzliche Hitze, die wir seit mehreren Wochen hier gehabt, hat mich sehr angegriffen, besonders in den Tagen 30. Junius und 1. Julius, wo die Anwesenheit des Königs viel Laufens veranlaßte, und bei der Präsentation, bei seinem Empfang in der Sternwarte, und bei Tafel der verwünschte Talar getragen werden mußte (die Professoren Amtstracht, eine Art Mönchskutte, seit 1837 eingeführt)».

Általánosan ismeretes, hogy GAUSS igen magas célokot tűzött ki maga elé. «Der Wunsch, den ich immer bei meinen Arbeiten gehabt habe, ihnen eine solche Vollendung zu geben, ut nihil amplius desiderari possit», írja 1825-ben SCHUMACHER-nek. Másik idevágó megjegyzését GERLING-gel közli 1837-ben: «*mein* Prinzip, einzelne Lehrsätze *nicht* ins Publikum zu werfen, ehe ich eine anständige Gelegenheit habe, sie gehörig zu entwickeln». Eredményeihez nem annyira a véletlen juttatta, mint a megfeszített agymunka. A szabályos 17-szög szerkesztésének feltalálását ő maga mondja el GERLING-nek 1819-ben: «der Zufall hatte gar keinen Anteil daran. Durch angestrengtestes Nachdenken über den Zusammenhang aller Wurzeln unter-

einander nach arithmetischen Gründen glückte es mir, bei einem Ferienaufenthalt in Braunschweig am Morgen des gedachten Tages (ehe ich aus dem Bette aufgestanden war) diesen Zusammenhang auf das klarste anzuschauen, so daß ich die spezielle Anwendung auf das 17-Eck und die numerische Bestätigung auf der Stelle machen konnte». Ez GAUSS naplója szerint 1796 márc. 30-án történt. A kis táblát, amelyen a 17-oldalú szöveget kiszámította, BOLYAI FARKAS-nak adta emlékül, aki GAUSS halála után a göttingai GAUSS-archivumnak ajándékozta. E számítással bizonyította be GAUSS, hogy a szabályos 17-szöveget meg lehet szerkeszteni körzővel és vonalzóval. Tudvalévő, hogy ez nem lehetséges bárhány oldalú szabályos sokszögnél; pl. a szabályos hétszögnél sem. GAUSS e fölfedezése a 18. század egyik legszebb geometriai eredménye. A görögök óta, több mint 2100 évig kellett várni erre a lépésre. Nem csoda, ha GAUSS is nagyra tartotta. Állítólag szerette volna a síremlékén való feltüntetését, mint ARCHIMEDES a gömb és a hengerét. Ez GAUSS sírján nem történt meg, de szobra Braunschweigen 17-szögű lapon áll.

Általában csodálatos termékenység és siker jellemzi GAUSS munkásságát, de neki sem sikerült minden. SCHUMACHER-hez 1826-ban írt leveléből idézek: «Ich habe kaum während einer Periode meines Lebens so angestrengt gearbeitet, und doch vergleichungsweise so wenig reinen Ertrag producirt, wie in diesem Winter. So geht es aber oft bei mathematischen Anstrengungen, wo nicht das Arbeiten, wie das Verfertigen eines Schuhes über einen gegebenen Leisten vollendet werden kann. Ich habe mich zuweilen in diesem Winter Wochen lang, Monate lang mit einer Aufgabe beschäftigt, ohne sie zu meiner Zufriedenheit lösen zu können».

A rendkívül óvatos és megfontolt GAUSS levelezésében ritkán találunk megjegyzést más tudósra. Ilyen kivétel például SCHUMACHER-hez intézett levelének egy helye 1835-ből: «auch NEWTON seine menschlichen Schwächen hatte, und in seiner zweiten Lebenshälfte (wo er überhaupt wol wenig für Wissenschaft gethan) nicht mehr wie ein reiner Geist hoch über dem menschlichen und kleinstädtischen Treiben schwebte». Másik 1846-ból: LEVERRIER, az «audax fortuna adjutus» késlekedik nevet adni bolygójának: «Ich erklärte mir vielmehr die Sache so, daß A. [ARAGO], der sich immer gern marktschreierisch vordrängt, sich durch eine solche Protection seines Schützlings [LEVERRIER] habe wichtig machen wollen», pár hónap múlva pedig: «Aus dem letzten mir zu Gesicht gekommenen Stück der *Comptes Rendus* (ich glaube vom 5. Oktober) sehe ich, daß ARAGO in seinem destructiven Eifer alles niedertreten will; der gelehrte Astronom will sogar Juno nicht dulden, sondern dafür OLBERS setzen. Irre ich nicht, so stammt der Mann aus der Gascogne». Élesebb hangú

egy 1815-ből való GERLING-hez írt megjegyzése: «Die große Astronomie von DELAMBRE finde ich doch nach näherer Prüfung noch viel schlechter, als ich gedacht hatte. Die von ihm angegebene Methode Kometenbahnen zu berechnen, könnte ihren guten Nutzen haben — wenn man sie als Strafe bei schweren Verbrechen einführt. Man könnte dann der Galeeren etc. entbehren». Az üstökösök pályájának számításáról egy évvel korábban a *Göttingische Gelehrte Anzeigen* januári számában így vélekedik: «Noch vor wenigen Jahrzehnden war die Anzahl der Personen in ganz Europa, die eine Cometenbahn zu berechnen im Stande waren, nur klein: gegenwärtig ist dieses Geschäft durch vervollkommnete Methoden so erleichtert und vereinfacht, daß ein sonst fähiger Kopf sich ohne Schwierigkeit damit vertraut machen, und in weniger Stunden, als sonst Tage erforderlich waren, eine Cometenbahn bestimmen kann».

Ha valaki azt kérdezné: mi szerezte GAUSS-nak tudományában a legnagyobb gyönyörűséget, erre két idézettel felelhetek. Az egyik 1810-ből való, W. v. HUMBOLDT-hoz írt leveléből: «Ich muß hinzufügen, daß die praktisch-astronomischen Beschäftigungen zwar einen ungemein hohen Reiz für mich haben, indeß nur einen viel geringern, als die theoretischen Arbeiten». A másik kilenc évvel későbbi levélből GERLING-hez: «Für mich wenigstens sind und bleiben die Untersuchungen der höheren Arithmetik bei weitem das Allerschönste der Mathematik, und der Genuß, den ich auch an den schönsten astronomischen Untersuchungen finde, ist gar nichts, verglichen mit dem, welchen die höhere Arithmetik gewährt».

Arról a kérdésről, hogy a tiszta matematikának vannak-e hívei az akkori Németországban, GAUSS így nyilatkozik 1825-ben, HANSEN-hez írt levelében: «Ihr gütiger Brief hat mir um so mehr Vergnügen gemacht, je seltener jetzt in Deutschland warmes Interesse an Mathematik ist. So erfreulich die gegenwärtige hohe Blüthe der Astronomischen Wissenschaften, so scheint doch die praktische Tendenz fast zu ausschließlich vorherrschend, und die meisten sehen die abstracte Mathematik höchstens als Magd der Astronomie an, die nur deswegen zu toleriren ist».

Igazi eleme a számítás, de nem a gépies, hanem az értelmes. «Ich selbst habe in meinem Leben sehr viele und zum Theil sehr große Rechnungen ausgeführt; auch zuweilen dabei einige fremde Hülfe benutzt; ich wüßte mich aber kaum eines Falles zu erinnern, wo die Hülfe von Jemand, der *bloß* mechanische Rechnungsfertigkeit gehabt hätte — möchte diese auch noch so groß gewesen sein — mir von irgend einen Nutzen hätte sein können». Ezt SCHUMACHERnek mondja 1847-ben. Már 5—6 évvel korábban kifejtette neki, hogy nála a számítás nem öncél, csak eszköz. Akkoriban LÜBSEN és SCHU-

MACHER találgatták, hogy mi lehet GAUSS csodálatos számolási készségének a magyarázata. LÜBSEN a negyedfokú maradékoknak tulajdonított valamilyen szerepet. Ezt GAUSS 1842-ben megcáfolja. Mint SCHUMACHERnek írja: «Die biquadratischen Reste haben speciell betrachtet freilich gar nichts damit zu schaffen, aber meine jetzt fast 50 jährigen Beschäftigungen mit der höhern Arithmetik überhaupt haben allerdings in so fern einen großen Antheil daran, als dadurch von selbst vielerlei Zahlenrelationen in meinem Gedächtniß unwillkürlich hängen geblieben sind, die beim Rechnen oft zu Statten kommen. Z. B. solche Producte, wie $13 \times 29 = 377$, $19 \times 53 = 1007$ und dergl[eichen], schaue ich unmittelbar an, ohne mich zu besinnen, und bei andern, die sich aus solchen sogleich ableiten lassen, ist des Besinnens so wenig, daß ich mich desselben kaum selbst bewußt werde. Uebrigens habe ich niemahls Rechnungsfertigkeit absichtlich irgendwie cultivirt, sonst hätte sie sich ohne Zweifel viel weiter treiben lassen; ich lege darauf gar keinen Werth, außer in so fern sie Mittel nicht aber Zweck ist». SCHUMACHER 1840 és 1847 közt több ízben részletesen beszámol GAUSS-nak egy DAHSE nevű gyorsszámolóról. GAUSS 1847-ben feleletül ezt írja SCHUMACHER-nek: «Was durch Briefe oder öffentliche Blätter zu meiner Kenntniß gekommen ist, enthält eigentlich noch gar kein Zeugniß für eine ganz außerordentliche Rechenfertigkeit. Man muß hier zwei Dinge unterscheiden; ein bedeutendes Zahlengedächtniß und eigentliche Rechnungsfertigkeit. Dies sind eigentlich zwei ganz von einander unabhängige Eigenschaften, die verbunden sein können aber es nicht immer sind. Es kann einer ein sehr starkes Zahlengedächtniß haben, ohne gut rechnen zu können, wie z. B. der HIRSCH DÄNEMARK, auch ein anderer wandernder Jude, dessen Namen ich vergessen habe. Umgekehrt kann jemand eine superiöse Rechnungsfähigkeit haben, ohne ein ungewöhnlich starkes Zahlengedächtniß. Das Letztere besitzt H[er]r DASE ohne Zweifel im eminentem Grade; ich gestehe aber, daß ich darauf sehr wenig Werth legen kann. Rechenfertigkeit kann nur danach taxirt werden, ob jemand auf dem Papier ebensoviel oder mehr leistet als andere. Ob dies bei H[er]rn DASE der Fall ist, weiß ich nicht; nur wenn er um zwei Zahlen, jede von 100 Ziffern mit einander im Kopf zu multipliciren $8\frac{3}{4}$ Stunden bedarf, so ist dies doch am Ende eine thörichte Zeitverschwendung, da ein einigermaassen geübter Rechner dasselbe auf dem Papier in viel kürzerer, in weniger als der halben Zeit würde leisten können. Als Beweis eines stupenden Zahlengedächtnisses — aber hat man denn die Richtigkeit seiner Rechnung controllirt? — ist allerdings jene Leistung etwas außerordentliches, aber psychologisch recht interessant würde es erst dadurch werden können, wenn man sich ein ganz adäquates Bild, von dem was dabei

in seinem Geiste vorgeht machen könnte. Schwerlich wird der H[er]r DASE uns [die] dazu nöthige Erklärung geben können, worüber ich aber weit entfernt sein würde, ihm einen Vorwurf zu machen. Denn in der That ich habe bei mir selbst manche Erfahrungen gemacht, die mir selbst räthselhaft bleiben. Eine davon ist folgende. Ich fange zuweilen, indem ich zu Fuß einen gewissen Weg mache, an, in Gedanken die Schritte zu zählen (beiläufig immer taktmäßig zu gehen

so: eins eins eins eins eins eins eins eins eins eins
zwei zwei zwei zwei zwei &c.)

So zähle ich fort bis hundert und fange dann wieder von 1 an. Aber alles dies thue ich, wenn es einmahl eingeleitet ist *unbewußt* von selbst, ich denke an ganz andere Dinge, beachte allerlei mir auffallendes mit Aufmerksamkeit — nur *sprechen* darf ich nicht dazwischen — und nach einiger Zeit werde ich erst wieder gewahr, daß ich noch immer im Takt fortzähle z. B.

neun | und | sieb | zig | neun | und | neun | und | sieb | zig

und immer richtig, natürlich aber ohne zu wissen, ob oder wie oft ich durch hundert gegangen bin.

Aehnliches gilt beim Secundenzählen (nur daß hier nicht zehnzehn vereinigt werden, sondern einfach bis sechzig gezählt wird); auch hier kann ich an ganz andere Dinge denken, beobachten, schreiben, auf und abgehen — nur nicht *sprechen!* Uebrigens hat, wenn ich nicht irre, diese Fertigkeit LALANDE von jedem praktischen Astronomen verlangt, auch ohne das *Sprechen* auszuschließen. So, kann, wie gesagt, ich es *nicht*. Ich weiß auch Niemand, der es kann. Hier erwähne ich der Sache nur, weil das Zählen bei mir durchaus *unbewußt* sein kann». A másodpercszámlálásra vonatkozik egy 1837-ben szintén SCHUMACHERhez intézett levél következő helye: «In LALANDE's *Astronomie* 3^{me} édition Art. 2466, steht als Forderung an einen praktischen Astronomen, er solle die Secunden so sicher fortzählen können, qu'il puisse marcher, observer, écrire et même parler, sans cesser de compter les secondes et sans'y tromper.

Ich kann noch vielmehr als das, ich kann während des Secundenzählens an ganz andere Dinge zusammenhängend denken, oder eine zweite von den Secunden ganz unabhängige Zählung machen.¹ Das ist aber alles gar nicht Besonderes; denn ich habe die Erfahrung gemacht, daß, sonst anstellige, Leute dies alles auch bald ernenl können.

Aber das *letzte* von LALANDE kann ich nicht. Ich darf nicht *sprechen*, wenigstens nicht mehr, als ein paar Worte, ohne aus dem Zählen zu kommen.

¹ Auch ein Buch oder einen Brief lesen.

Ich habe auch noch sonst keine *bestimmte* Kenntniß, daß irgend jemand es kann». SCHUMACHER válaszából kiderül: ő tudott valakit, aki képes volt erre a föladatra: «Auf Ihre letzte Anfrage bemerke ich, daß ich weder selbst sprechen und zählen kann, noch irgend Jemand sonst kenne, der es kann. Der einzige, der es wohl übernommen hätte, nemlich SEIFFERT, ist schon todt. Sie erinnern sich, daß er die Secunde der Pendeluhr auf Seeberg nehmen, nach Gotha gehen, dort seine Geschäfte besorgen, und mit richtiger Secunde nach Seeberg zurückkommen konnte».

GAUSS a szigorúság szükségét hangoztatja GERLING előtt 1815-ben: «Mir däucht, es ist in mehr als einer Rücksicht wichtig, bei den Schülern der Mathematik den Sinn für Rigor recht wach zu erhalten, da die meisten Menschen nur gar zu geneigt sind, zu einer laxen Observanz überzugehen. Selbst unsere größten Mathematiker haben meistens in dieser Rücksicht etwas stumpfe Fühlhörner».

A matematikai jel értelmének mindig világosnak kell lennie: «mathematische Zeichen immer einen gewissen *Sinn* haben, oder haben sollen, und daß man jeden Augenblick bereit sein müsse, diesen Sinn auf eine Sonnenklare Art darzulegen».

Az algebra nem külön része a matematikának, csak alakja: «ich jene gar nicht wie einen besonderen *Teil* der Mathematik betrachte, sondern nur als eine *Form*, ohne welche verwickeltere Wahrheiten und Untersuchungen nicht wohl übersehen werden können».

Az algebra, a differenciálszámítás és hasonló alkotások jelentőségét fejtegeti 1843-ban MÖBIUS könyvével kapcsolatban: «fiel mir das Buch zufällig in die Hände, und ich fand dann bald mit großem Vergnügen, daß darin die Quintessenz der Lehre von den Kegelschnitten in nuce gebracht ist, und daß gerade sein barycentrischer Calcul auf dem leichtesten Wege zur Auflösung aller dahin gehörigen Aufgaben führt». G → Sch. 15. Mai 1843. IV. 147. «Ueberhaupt verhält es sich mit allen solchen neuen Calculs so, daß man durch sie nichts leisten kann, was nicht auch ohne sie zu leisten wäre; der Vortheil ist aber der, daß wenn ein solcher Calcul dem innersten Wesen vielfach vorkommender Bedürfnisse correspondirt, jeder der sich ihn ganz angeeignet hat, auch ohne die gleichsam unbewußten Inspirationen des Genies, die niemand *erzwingen* kann, die dahin gehörigen Aufgaben lösen, ja selbst in so verwickelten Fällen gleichsam mechanisch lösen kann, wo ohne eine solche Hülfe auch das Genie ohnmächtig wird. So ist es mit der Erfindung der Buchstabenrechnung überhaupt; so mit der Differentialrechnung gewesen, so ist es auch (wenn auch in partielleren Sphaeren) mit LAGRANGES Variationsrechnung, mit meiner Congruenzenrechnung und mit MÖBIUS Calcul. Es werden durch solche Conceptionen unzählige

Aufgaben, die sonst vereinzelt stehen, und jedesmahl neue Efforts (kleinere oder größere) des Erfindungsgeistes erfordern, gleichsam zu einem organischen Reiche.»

Az újabb matematika jelentőségét fejtegeti SCHUMACHER-nek 1850-ben: «Es ist der Character der Mathematik der neueren Zeit (im Gegensatz gegen das Altertum), daß durch unsere Zeichensprache und Namengebungen wir einen Hebel besitzen, wodurch die verwickeltsten Argumentationen auf einen gewissen Mechanismus reducirt werden. An Reichthum hat dadurch die Wissenschaft unendlich gewonnen, an Schönheit und Solidität aber wie das Geschäft gewöhnlich betrieben wird, eben so sehr verloren. Wie oft wird jener Hebel eben nur mechanisch angewandt, obgleich die Befugniß dazu in den meisten Fällen gewiße stillschweigende Voraussetzungen implicirt. *Ich* fordere, man soll bei allem Gebrauch des Calculs, bei allen Begriffsverwendungen sich immer der ursprünglichen Bedingungen bewußt bleiben, und alle Producte des Mechanismus niemals über die klare Befugniß hinaus als Eigenthum betrachten. Der gewöhnliche Gang ist aber der, daß man für die Analysis einen Character der Allgemeinheit in Anspruch nimmt, und dem *Andern* der so herausgebrachte Resultate noch nicht für bewiesen anerkennt zumuthet, er solle das Gegentheil nachweisen. Diese Zumuthung darf man aber nur an den stellen, der seinerseits *behauptet* ein Resultat sei falsch, nicht aber dem, der ein Resultat nicht für bewiesen anerkennt, welches auf einem Mechanismus beruhet, dessen ursprüngliche, wesentliche Bedingungen in dem vorliegenden Fall gar nicht zutreffen. So ist es sehr oft mit Divergirenden Reihen. Reihen haben eine klare Bedeutung, wenn sie convergiren; diese Klarheit der Bedeutung fällt weg mit dieser Bedeutung, [...]».

A matematika és az erkölcs viszonyára ez a megjegyzése: «Ihre Antwort auf den Vorwurf, daß die Mathematik kein moralisches Element enthalte, nemlich die, daß auch die Moral kein mathematisches habe, ist vortrefflich. Jener Einwurf ist ungefähr eben so, als wenn man die Mahlerkunst verwerfen wollte, weil mit dem Pinsel keine Musik gemacht werden könne; wogegen man denn auch mit dem Violinbogen nicht gut mahlen kann. Uebrigens ist der Haß gegen die exacten Wissenschaften bei Personen, die draußen stehen, nichts neues. Ein langes Gebell des CHATEAUBRIAND, im *Genie du Christianisme*, finden Sie im Auszuge in den Göttingischen Gelehrten Anzeigen für 1808 S. 1605, und 1812 S. 1618. Es mag wahr sein, daß Menschen, die *bloß* Mathematiker sind, gewiße spezifische Fehler haben; aber daß ist nicht Schuld der Mathematik, sondern gilt von jeder exclusiven Beschäftigung. So ein *bloßer* Sprachgelehrter, ein *bloßer* Jurist, ein *bloßer* Soldat, ein *bloßer* Kaufmann u. s. w. Man

könnte selbst, solch müssigem Hinundherreden noch beifügen, daß wenn eine gewisse exclusive Beschäftigung oft mit gewissen specifischen Fehlern *verbunden* ist, sie dagegen auch fast immer von gewissen *andern* specifischen Fehlern frei ist. Doch das ist alles de lana caprina».

PH. MAENNCHEN 1922-ben 76 oldalas tanulmányban vizsgálta meg GAUSS számolási készségét. GAUSS többnyire csak két számot ad össze és pedig nem jobbról balra, ahogy általában szokás, hanem balról jobbra haladva. Ugyanígy jár el a kivonásnál is. Ez szerinte kényelmesebb és biztosabb.

GAUSS rendkívül gyorsan számolt. A Vesta pályaelemeit 10 óra alatt számította ki. Eleinte alig van hiba számításaiban, később azonban, különösen a csillagászatra vonatkozókban, aránylag sok hibát ejtett. Ezekből ő is többet észrevett, azóta számuk folyton nő.

Pontossága sokszor túlzott, előfordul, hogy héttel több jegyet számít az elegendőnél.

Osztásra ritkán van szüksége, mert a hányadost egységtörtekre bontja. Munkáinak 2. kötetében nyomtatásban is megjelent az egység-számlálójú közönséges törtek átszámítása tizedestört alakra táblázatban: $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{1000}$. A 433. oldalon csak ez a három tört szerepel:

$\frac{1}{971}, \frac{1}{977}, \frac{1}{983}$. Ebben a három osztásban minden az osztónál kisebb

maradék előfordul, tehát 970, 976, ill. 982 féle maradék, ezért tizedestört alakjukhoz GAUSS-nak összesen 2928 jegyet kellett számítania. Ilyen sokjegyű szakaszos tizedestörteknél már nem felelne meg az ismétlődő jegyek fölé helyezett pont, vagy vesszővel való jelölés, GAUSS a szakasz után aláhúzza az ismétlődni kezdő jegyek egynéhányát. Az említett táblázathoz becslésem szerint GAUSS több mint 200.000 jegyet számított.

Hogy milyen szenvedélyes számoló volt, mutatja például, hogy még 75 éves korában is megold egy ötödfokú egyenletet rendkívüli ügyességgel és gyökeinek értékét 7 tizedesre számítja ki.

OLBERS már 1826-ban így ír GAUSS képességeiről: «Ich bewundere die große Genauigkeit Ihrer Messungen, erstaune aber über die ungeheure Arbeit, die Sie bei dieser Ausgleichung haben. Eine Elimination aus 55 Gleichungen mit ebenso viel unbekanntem Größen, das ist nicht bloß etwas Unerhörtes, sondern wahrlich schauderhaft. Nur Sie, lieber GAUSS, konnten den Muth haben, eine so unermeßliche Rechnung zu unternehmen, und nur Sie waren im Stande, sie durchzuführen. — Unter 150 Richtungen nur 5, die über 1'' zu ändern wären. Gewiß ist noch nie eine Messung gemacht worden, die der Ihrigen an Genauigkeit auch nur nahe kommt».

Jelitai József

AZ ENERGIA MEGMARADÁSÁNAK ELVE AZ ATOMFIZIKÁBAN

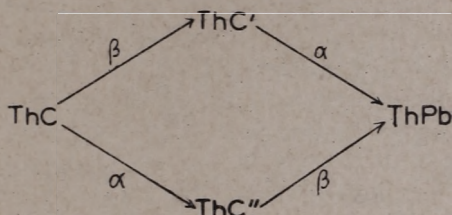
1939 elején Hahn és Strassmann, majd Meitner és Frisch, később pedig sokan mások egy új atommag-reakciót kezdtek tanulmányozni.¹ E kísérletek alapján komoly kilátások nyíltak arra, hogy az atommagban rejlő óriási energiákat sikerül gyakorlatilag hasznosítani. Hogy milyen nagy energiáról lehet szó, azt kiszámíthatjuk az $E = mc^2$ Einstein-féle összefüggésből, mely megmondja, hogy m g tömegű anyag mennyi E erg energiával ekvivalens. (Az itt szereplő $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/sec) E képletből azt kapjuk, hogy 1 gr tömeg egyenértékű $9 \cdot 10^{20}$ erg = $= 0.9 \cdot 10^{13}$ mkg munkával. Tehát 1 gr anyagban rejlő energia elegendő lenne ahhoz, hogy vele 1 millió tonna súlyt 900 m magasra emeljünk. Atomrombolási processzusoknál az anyagnak csak kis része alakul át energiává, de még így is óriási energiák szabadulhatnak fel. Az említett folyamat segítségével, Flügge meggondolásai szerint, bizonyos feltételek teljesítése esetén 1 m³ uránóxydból (U₃O₈) $27 \cdot 10^{15}$ mkg (10^{12} kwóra) energia nyerhető századmásodpercnél rövidebb idő alatt.²

Az elmondottakból azt látjuk, hogy atomprocesszusoknál is pontosan követhetjük az energiaviszonyok alakulását és azzal számolhatunk. E fontos tény annak köszönhető, hogy ilyen jelenségeknél is *érvényben marad az energiamegmaradás elve*. Hogy milyen fontos helyet foglal el az energiamegmaradás elve a fizika egész területén, azt nem akarjuk itt részletezni, a továbbiakban csak arról lesz szó, hogy ez az alapvető törvény az atomfizikában milyen megpróbáltatásokon ment keresztül.

Az energiaelv érvényessége a XIX. század második felében mindvégig elfogadott volt, még 1908-ban is Planck egyik dolgozatában³ a következőket mondja: *«Minden új felfedezés az energiamegmaradás elvét központi állásában megszilárdította. Egyes kétségek az energiamegmaradás elvének általános érvényessége ellen, amelyek itt-ott feltűntek, csakhamar félreértéseknek bizonyultak és sohasem próbáltak meg olyan fizikai elméletet felépíteni, amelynek alapján az energiamegmaradás elve helyet ne talált volna.»* Azóta az atomfizika rohamos fejlődése sok új felfedezést és kísérletet hozott, amelyek egy részéből az látszott, hogy az energiamegmaradás elve érvényes az atomfizikában is, más kísérletek viszont arra engedtek következtetni és csak úgy voltak egyszerűen magyarázhatók, ha legalább is egyes jelenségeknél az energiamegmaradás elvének érvényességét felfüggesztjük.

Az első komoly nehézséggel a radioaktív anyagok β -emissziójánál találkozunk. Még 1914-ben Chadwick (akinek nevéhez fűződik a neutron felfedezése is) azt találta, hogy a β -sugarak energiaspektruma folytonos (I. *Az atommag elektronemissziója*: Csillagászati Lapok II.

évf. 54.). E megállapítás azért volt feltűnő, mert a jól ismert α -sugárzás egészen más karakterű. Ott csak egyes meghatározott sebességű α -részeket találunk, ami könnyen megmagyarázható, míg a β -részek folytonos spektruma először érthetetlen. A viszonyok tisztázására nézve igen fontos kísérletet végzett 1927-ben Ellis és Wooster,⁴ amelyet néhány évvel később hasonló eredménnyel megismételt Meitner és Orthmann.⁵ Kísérletüknél a RaE β -sugárzását használták és kalorimetrikus módszerrel megmérték a bomlásnál felszabaduló össz-energiát és ezt összehasonlították a β -spektrum maximális és közepes energiájával. Míg itt az $E_{\max} = 1.05 \cdot 10^6$ eV, az $E_{\text{közép}} = 380.000$ eV $\pm 15\%$, a kísérlet 350.000 ± 40.000 eV-ot adott, amely érték jó egyezésben van a középenergiával. Másrészt biztos volt az, hogy a β -emisszió előtt is, a β -emisszió után is az összes atommagok ugyanazzal az energiaállapottal rendelkeznek és a kezdet és végállapot energia-különbsége pontosan egyenlő a β -energia maximumával. Különösen meggyőző bizonyítékul szolgáltak e következtetésre a kettős elágazással bíró rádióaktív szétesések.⁶ Ilyen duális szétesése van a termé-

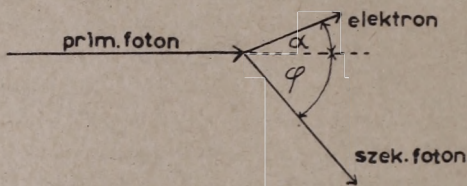


1. ábra. A ThC szétesése.

zetes rádióaktív sorok C termékeinek. Így a ThC 65% -a β -sugárzással átalakul ThC' -vé és 35% -a α -sugárzás közben ThC'' -vé. A ThC' α -sugárzás után, míg a ThC'' β -sugárzás után ugyanazzá az elemmé $ThPb$ -má alakul. (Lásd 1. ábra.) A ThC' -s ág maximális elektronenergiája 2.25 MeV, az α -részek energiája 8.95 MeV, összesen: 11.2 MeV, a ThC'' -s ág α -, maximális β - és az ezek mellett még fellépő γ -sugarainak energiái: 6.2 MeV, 1.8 MeV és 3.2 MeV, összesen: 11.2 MeV. Tehát a két ágban az energiaváltozás ugyanaz, ha maximális β -energiákkal számolunk. Mindezekből azt lehet következtetni, hogy a β -emissziónál az energiának egy része elveszett (a maximálisnál kisebb sebességgel kiröpülő elektronok hiányzó energiája) és az energiamegmaradás elve nem érvényes. E megállapítás növelte a β -emisszió kérdésének érdekességét, sok új kísérletet végeztek, de a további kísérletekből is mind a fentebb említett következtetéseket lehetett levonni. Különösen Bohr volt az, aki az energiaelv elvetése mellett foglalt állást. Minthogy azonban e tény alapján rendítette volna meg a fizikát és nem látszott tisztán, hogy miért csak a β -emissziónál van rá szükség, amellett, hogy mint lehetőség tovább is megmaradt az energiaelv esetleges érvénytelensége, igyekeztek mégis az energiaelv érvényességét megtartva magyarázni a β -emissziót. Ezen próbálgatások közül legtermékenyebbnek bizonyult a Pauli—Fermi-féle neutrino-hipotézis,⁷ mely azzal mentette meg az

energiaelvet, hogy egy olyan résznek a létezését feltételezte, mely semmiféle eddig ismert módszerrel nem mutatható ki. Ez az elmélet több kísérleti tényt egyszerűen megmagyaráz s a mai napig is tartja magát, az energiaelv érvénytelenségéről pedig a β -processzussal kapcsolatban már nem beszélnek.

Hogy ez ma a helyzet, az köszönhető az energiaelv elvetésére irányuló másik próbálkozásnak is, melyből az energiamegmaradás elve került ki győztesen. 1936 elején Shankland⁸ amerikai fizikus a Physical Review-ban közzétette nagy energiájú γ -sugarakkal végzett érdekes kísérleteinek eredményét. Shankland azt vizsgálta, hogy a Compton effektusnál fellépő elektron és szórt foton egyidőben lépnek-e ki, vagy nem. Kísérletei szerint nincs egyidejűség ($2 \cdot 6 \cdot 10^{-4}$ sec-on belül) a Compton-elektron és szórt foton között a Compton-effektust magya-



2. ábra. A Compton-effektus mechanizmusa.

rázó, eddig általánosan elfogadott fotonelmélet által megszabott irányokban. Bár 100.000 eV-os energiájú röntgen fotonokra a Comptoneffektus fotonelmélete Compton és Simon továbbá Bothe és Geiger kísérletei⁹ által teljes egészében bizonyítva volt, mégis elkép-

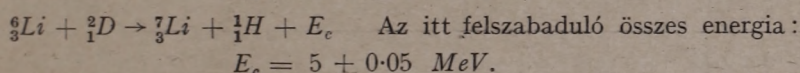
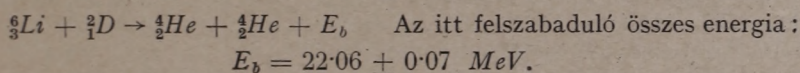
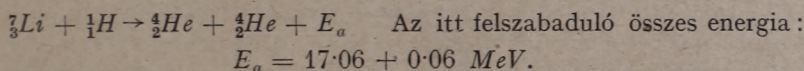
zelhető lett volna nagyobb energiájú fotonoknál az, hogy a Compton-effektus valami más mechanizmus szerint megy végbe. A fotonelmélet szerint egy $h\nu$ energiájú foton egy elektronba ütközve energiájának egy részét átadja az elektronnak, mely erre α szög alatt kirepül. A foton a megmaradó kisebb energiával (tehát nagyobb hullámhosszal) φ szöggel eltérítve folytatja útját. (L. 2. ábra.) A jelenség egy aktusban történik, tehát az elektron és szórt foton egyidőben lépnek ki. Egészen másként képzel el a Compton-effektust az 1924-ben keletkezett Bohr—Kramers—Slater-féle elmélet¹⁰ s minthogy ez nem kívánja meg a koinciden-ciát, a Shankland-féle kísérletek magyarázatára éppen alkalmasnak látszott. Ez az elmélet a korpuszkula-hullám dualizmus magyarázata céljából keletkezett, de amikor a kvantummechanika megszületett, elvesztette érdekességét. A Shankland-kísérletek azonban újra feléje fordították a fizikusok érdeklődését. Minthogy a Bohr—Kramers—Slater-féle elmélet elveti az energiaelv érvényességét egyes proceszusokra (statisztikusan azonban az energiaelv szigorúan érvényes) Shankland kísérletei után újra fölmerült az energiaelv érvénytelenségének lehetősége. A fizikusok nagy része az élen Dirac¹¹-kal már el is fogadta, hogy egyes proceszusoknál az energiaelv érvénytelen. (Statisztikusan azonban az energiaelv továbbra is érvényes volna.) Azok a proceszusok, amelyeknél az energiaelv érvénytelen, a könnyű

és a fénysebességet megközelítő sebességű részecskékkel lejátszódó folyamatok. A helyzet azonban csak rövid ideig tartott. Shankland kísérleteit többen megismételték és ezek eredménye az, hogy a Compton-elektron és szekundér foton egyidőben lépnek fel és a fotonelmélet érvényes.¹² Így az energiaelv megerősödve került ki válságos helyzetéből.

Hogy az energiaelv olyan atommag-processzusoknál érvényes, melyekben β -részecskék nem szerepelnek, már az atomrombolási kísérletek kezdetén kitűnt. Ha az atomrombolás előtti részecskék tömege m_1 és m_2 , kinetikus energiájuk E_1 és E_2 , a rombolás után m_3 és m_4 , illetve E_3 és E_4 , akkor a következő energia-egyenlet érvényes:

$$E_1 + E_2 + m_1 c^2 + m_2 c^2 = E_3 + E_4 + m_3 c^2 + m_4 c^2.$$

Ha ismerjük a résztvevő elemek atomsúlyát, továbbá sebességét, akkor a fenti egyenlet helyessége könnyen ellenőrizhető. Ha a résztvevő elemek közül egyiknek atomsúlya nem ismeretes, akkor az a fenti egyenlet segítségével kiszámítható. Ilyen módon derült ki az, hogy egyes könnyű elemek tömegspektruskóppal való atomsúly meghatározásába hiba csúszott be s az újabb mérések az atomrombolással meghatározott atomsúlyértékekét támasztották alá. A tömegek ismerete nélkül is láthatjuk az energiamegmaradás elvének érvényességét, ha pl. a következő 3 magreakciót vesszük vizsgálat alá.



A három folyamatra felírva a fenti energia-egyenletet azok összevonása által a tömegek kiejthetők és azt kapjuk, hogy $E_b - E_a = E_c$, ami a kísérleti értékkel kiválóan egyezik.¹³

Ma nincs senki, aki az energia-elv érvényességében kételkednék. Az energiamegmaradás elve általánosan érvényes a fizika egész területén, az atomfizikában is. A kvantummechanika alapjaiban is fontos szerepe van. Minthogy annyiszor megállotta a próbát, nem is valószínű, hogy az érvénytelenség kérdése egyhamar újra felmerül.

Irodalom

1. O. Hahn—F. Strassmann: Naturw. 27, 163, 1939. — L. Meitner—O. R. Frisch: Nature 143, 239, 1939.
2. S. Flügge: Naturw. 27, 402, 1939.
3. M. Planck: Das Prinzip der Erhaltung der Energie.
4. C. D. Ellis—W. A. Wooster: Proc. Roy. Soc. 117, 109, 1927.

5. L. Meitner—W. Orthmann: Zs. für Physik 60, 143, 1930.
6. C. D. Ellis—N. F. Mott: Proc. Roy. Soc. 141, 502, 1933.
7. H. Fermi: Zs. für Physik 88, 161, 1934.
8. R. S. Shankland: Phys. Rev. 49, 8, 1936.
9. A. H. Compton—A. W. Simon: Phys. Rev. 26, 289, 1925.
- W. Bothe—H. Geiger: Zs. für Physik 32, 639, 1925.
10. N. Bohr—H. A. Cramers—J. C. Slater: Zs. für Physik 24, 69, 1924.
11. P. A. M. Dirac: Nature 137, 904, 1936.
12. W. Bothe—H. Maier—Leibnitz: Zs. für Physik 102, 143, 1936.
13. M. L. E. Oliphant—A. R. Kempton—Lord Rutherford: Proc. Roy. Soc. 149, 406, 1935.

Szepesi Zoltán

APRÓ KÖZLEMÉNYEK

Megjegyzések Abaházi Richárd: «Katódoszcillográf és az elektron-szorzozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél» c. dolgozatára. I. A szerző azt írja, hogy a Braun-csőben a «K és A elektródokra nagyfeszültségű egyenáramot... kapcsolva, a katód felületére merőleges irányban katódsugarak indulnak ki, ha a csőben a légritkítás 0.01 Hg mm alatt van». Ha a csőben a légritkítás nem éri el a fenti értéket, akkor a cső nem is Braun-cső. Ez *conditio sine qua non!*

II. A szerző szerint a katódcső «rohamos fejlődése azonban csak 1929-ben kezdődött. Ekkor már izzókatóddal rendelkezett...» Felhívom a szerző figyelmét Gasser és Erlanger amerikai szerzők fiziológiai dolgozatára, akik 1922-ben (Amer. J. of Physiol. 62, 496, 1922) már használták a Johnson-f. izzókatódos csövet.

III. A billenőrezegek ábráján a 0 vonal megjelölése helytelen.

IV. Végül utolsó megjegyzésem arra vonatkozik, midőn a szerző Siedentopf dolgozatát ismertette, a Nap felülete fényességeloszlásának vizsgálatára két módszert ír le. A második a «fotoelektromos regisztrálás» módszere. Katódoszcillográfot használva is ugyanolyan joggal nevezhetjük a módszert fotoelektromos regisztrálás módszerének, mint akkor, midőn elektrometert alkalmazunk mérőeszközü. Ugyanis a katódoszcillográf *csak* az elektrometert helyettesíti s ezáltal nyitja meg a pontosabb regisztrálás lehetőségét.

Köczkás Gyula

Válasz Kockás Gyula hozzászólására. 1. A hozzászólás szerint felesleges volt megjegyezni, hogy a Braun-csőben a nyomás 0.01 Hg mm alatt van. De ha ez felesleges, akkor miért nem kifogásolta a hozzászóló a Braun-cső többi lényeges feltételének leírását? Ugyanis a kellő vácuum nem egyedüli *conditio sine quo non*-ja a Braun-csőnek.

2. A II. alatti idézet egyáltalán nem zárja ki azt, hogy 1922-ben már használtak izzókatódos csövet. Itt csupán azt a tényt szögeztem le, hogy amikor a csövek rohamos fejlődésnek indultak, már voltak izzókatódos csövek.

3. A billenő rezgések ábrájának nullvonal helyes. Aki foglalkozott katódsugárcsövekkel és billenőrezgés-keltőkkel, az tudja, hogy a billenőrezgés-keltő feszültség változásait fel lehet fogni mint egy állandó feszültségre szuperponált váltakozó feszültséget. Ennek a váltakozó résznek a nullvonalát tünteti fel az 1. f. ábra is. A katódsugárcső eltérítő lemezeire a billenőfeszültségeknek csakis a váltakozó részét vezetjük, vagy úgy, hogy közvetlen rákapcsolásnál az állandó feszültséget egy ugyanakkora, de ellenkező feszültséggel kompenzáljuk, vagy pedig a billenő feszültség-változásokat kondenzátoron keresztül visszük az eltérítő lemezpárra. Ha ez nem így történne, akkor a katódsugár csak az ernyő egyik szélén mozogna, az ernyő nem volna kihasználva. Mivel a katódsugarat az ernyő egyik szélétől a másik széléig akarjuk mozgatni, az eltérítő lemezpárra váltakozó feszültséget kell vezetni. Amikor a katódsugár az ernyő közepén van, akkor az eltérítő lemezpár feszültsége zérus. Erre vonatkozik az 1. f. ábra nullvonal.

4. Ezen utolsó megjegyzés teljesen felesleges, hiszen senki sem állítja, hogy a Siedentopf által szerkesztett katódsugárcső-cillográfós berendezés nem fotoelektromos regisztrálás, sőt a 26-ik oldal első bekezdésének harmadik sorában az áll, hogy «Ez a berendezés, mely a regisztráló fotométerekhez hasonlóan működik...» A regisztráló fotométer pedig tudvalevőleg fotoelektromos regisztráló berendezés. Erre a hozzászóló is rájött volna, ha a cikket figyelmesebben olvassa el. *Abaházi Richárd*

Fényelektromos csillagszámláló. Sztellárstatisztikai vizsgálatoknál meglehetősen fáradságos a csillagok megszámlálása a fényképező lemezen. Mivel a csillagokat meghatározott magnitúdóig kell összeszámlálni, az eredményt nemcsak a számolási tévedés, hanem a magnitúdók becslésében elkövetett hiba is befolyásolja. Ez pedig, különösen ha a csillagnyomok nem elég pontszerűek, igen könnyen bekövetkezhetik. A Publications of the American Astronomical Society ezévi 1. számában W. McCuskey és R. M. Scott, igen érdekes készüléket ismertetnek, mely fotocella segítségével számolja a csillagnyomokat és számukat magnitúdók szerint elkülönítve regisztrálja. A készüléket az elmúlt két év alatt a Warner and Swasey Observatory-ban dolgozták ki.

A készülék részeit erős fémkeret tartja össze. Középen van a lemeztartó, melyet a lemez síkjában két egymásra merőleges irányban lehet mozgatni. A mozgatás történhet kézzel, vagy motorral. A vizsgálandó lemez előtt binokuláris mikroszkóp van, mellyel a lemezt kényelmesen lehet szemlélni. Látómezejének átmérője 1 cm. Ugyancsak a lemez előtt foglal helyet egy vetítő berendezés, mely változtatható átmérőjű, élesen határolt fényfoltot vetít a lemezre. A fényfolt átmérőjét 7 : 1 arányban folytonosan lehet változtatni. A vizsgálandó lemez mögött elhelyezve külön fényforrás szolgál a binokuláris mikroszkóp látómezejének kivilágítására. A lemezre vetített élesen határolt fényfolt képét a lemez mögött elhelyezett lencserendszer fotocellára vetíti. A fotoáram arányos lesz a fényintenzitással, mely a lemezen áthalad. A fotocellához elektroncsöves erősítő tartozik, melynek előfeszültségét úgy állítják be, hogy akkor,

amikor a fény sugar útjában nincsen csillag a lemezen, vagyis, amikor a lemezen áthaladó fény intenzitása maximális, az erősítő anódárama minimum legyen. Amikor egy csillag képe belép a fény sugar útjába, az erősítő anódárama növekedik éspedig a lemez feketedésével arányosan. Ez a berendezés tehát fotométerként is használható. Az erősítő kimenő részéhez négy Thyatron-cső rácса (gyűjtő elektródja) csatlakozik.

A Thyatron egy higanygőzzel töltött, vezérlő ráccsal rendelkező elektroncső. A Thyatronnak az a tulajdonsága, hogy amíg a cső anódfeszültsége egy meghatározott értéket meg nem halad, addig anódáram nem indul meg benne. Ennek a meghatározott feszültségnek gyűjtőfeszültség a neve. Ha azonban az anódáram már megindult, akkor ezt, a gyűjtőfeszültségnél kisebb anódfeszültség mellett is fenntartja. Az anódáram megindulását azonban nemcsak az anódfeszültség emelésével, hanem egy rácselektroddal az úgynevezett gyűjtőelektroddal is el lehet érní. A gyűjtőelektrodra aránylag kis feszültséget adva, meg lehet indítani a Thyatron-cső anódáramát. A Thyatron-cső tehát egy tehetetlenség nélküli relé, mert kis teljesítménnyel nagy energiákat vezérelhetünk vele.

A fényelektromos csillagszámláló Thyatron-csőveinek anódkörében olyan számoló szerkezetek vannak, mint amilyeneket a telefonközpontokban használnak a beszélgetések megszámlolására. Valahányszor egy csillag lép a lemezeire vetített fény sugar útjába, a fotocella árama megváltozik, az erősítőben áram indul meg, mely a Thyatron gyűjtőelektroddjának feszültségét felemeli és a Thyatron-csőben is áramot indít. Ennek az áramlökésnek a hatására a számoló szerkezet korongja egy számmal odább ugrik. A Thyatron-csővet alkalmassá kell tenni egy újabb áramlökés jelzésére, ezért a csövet ki kell oltani. Ezt úgy érik el, hogy a Thyatron-csővet váltóárammal táplálják, így egy félperiodus után az magától kialszik. A Thyatron-csővek rácсаinak (így hívják a gyűjtő elektródokat) különböző előfeszültséget adva el lehet érní, hogy az erősítőből jövő kis impulzusra csak az első, egy ennél nagyobb impulzusra már az első és a második, még nagyobbra az első, a második és a harmadik stb. Thyatron-cső lépjen működésbe. A Thyatron-csővek előfeszültségeit ismert magnitudójú csillagokkal kalibrálva, négy Thyatron-cső esetén a berendezést be lehet állítani úgy, hogy az első számolja az összes 12^m -ós a második számolja a 12^m és 11^m -ós, a harmadik a 12^m , 11^m és 10^m -ós a negyedik pedig a 12^m , 11^m , 10^m és 9^m -ós csillagokat. Ezekből a számokból egyszerű kivonással kapjuk az $N(m)$ -et, vagyis az egyes magnitudókig a csillagok számát.

Jelenleg a készülék kézi meghajtással működik. Az észlelő a binokuláris mikroszkópon keresztül nézi a lemezt. Látómezejének közepén van a lemeze vetített fényfolt. Az egymás után következő csillagokat a fényfolt közepén vezeti át. Nem fordulhat tehát elő az, hogy valamelyik csillagnak csak a fele kerül a fény sugar útjába. A tisztán motorhajtásos működésre most folynak a kísérletek.

Az új készülék pontosságának vizsgálata azt mutatta, hogy a fotometrálsban elkövetett hiba ± 0.05 magnitudó. A számlálás pontosságának esetleges hibája pedig ± 0.04 log N , ahol N a megszámlált csillagok száma.

A vizuális számolásnál elért legjobb eredmény $\pm 0.03 \log N$. A számolás eredményében mutatózó szisztematikus hiba azonban valószínűleg kisebb, mint a vizuális számlálásnál. Ennek eldöntésére most folynak vizsgálatok.

Ennek az új csillagszámláló készüléknek igen sok előnye van a vizuális eljárással szemben, melyek közül a következő hármát emelhetjük ki. 1. A megfigyelő munkáját nagy mértékben megkönnyíti, mert a fotometrálás és a számolás önműködően történik, a megfigyelőnek csupán arra kell ügyelni, hogy a csillagokat a fénysugár lemezre eső foltjának közepén vezesse keresztül. 2. A munka idejét nagy mértékben megrövidíti, körülbelül fele annyi idő alatt lehet egy lemezt kiértékelni, mint vizuális eljárással. 3. Lényegesen kisebb hiba származik a diffúz, vagy elnyúlt alakú csillagképek miatt.

Abaházi Richárd

Napfoltstatisztika 1939-re. A zürichi csillagda most közölte az 1939. évre a napi, havi és évi relatív napfoltszámokat.¹ Ezeket 59 különböző csillagdán végzett megfigyelési sorozatokból vezették le. A havi relatív számok a következők:

január	80.3	július	97.6
február.....	77.4	augusztus	105.8
március	64.6	szeptember	112.6
április.....	109.1	október	88.1
május	118.3	november	68.1
június.....	101.0	december	42.1

Ebből az 1939. évi közepes relatívszámra 88.8 adódik.

A legutolsó napfoltminimum óta a napfolttevékenység így alakult:

év	relatív- szám	napfoltnélküli napok száma
1933.	5.7	240
1934.	8.7	154
1935.	36.1	20
1936.	79.7	0
1937.	114.4	0
1938.	109.6	0
1939.	88.0	0

A Jupiter bolygó felhős képződményeinek színeződése. Wildt érdekes tanulmányban² számolt be erre vonatkozó kutatásairól. Először egy sereg elemre és vegyületre nézve megvizsgálta annak a lehetőségét, vajjon ezeknek szerepük lehet-e a Jupiter, valamint a Saturnus felhőinek a képződésében és arra az eredményre jutott, hogy a felhők kizárólag ammóniákból állnak. Lényeges eltérés van a Jupiter és a Saturnus felületi jelenségeiben abban, hogy az első bolygó felülete erős változásoknak van alávetve, míg az utóbbi túlnyomólag változatlan. A Jupiter-felület

¹ Astr. Mitt. 139. 1940.

² M N 99. 616. 1939.

alaki változásait feltűnő színjelenségek kísérik. Wildt abból a feltevésből indul ki, hogy a Jupiter-léggör nátriumot tartalmaz s ennek és a felhők gázszerű és kondenzált ammóniájának a reakciója következtében megkülönböztethetően színes folyékony és szilárd képződmények keletkeznek. A színeződés a nátrium koncentrációjától függ. Csekély koncentrációnál az alkalifémek oldatai a folyékony ammóniákban világoskék színeződésűek. A koncentráció növelésével a színeződés sötétebb lesz és végül barnás tónusba megy át. Ilyen értelemben például a Jupiter-sávok színeződését az ammóniákléghőben barnás nátriumoldat okozza — 112° hőmérsékletnél. A sávok esetenként megfigyelt vörös színeződését kalcium jelenléte okozhatja. A gyengén kékes színeződésű oldat — 78° hőmérsékleteken fölül létezhet, tehát sokkal magasabb hőmérsékleten, mint amilyen a Jupiter-felületen uralkodik. Ez jól egyezik a megfigyelésekkel, melyek szerint a Jupiteren kékes színeződésű képződmények csak ritkán és csak akkor lépnek fel, ha erős általános eruptív tevékenység állapítható meg a Jupiter felületén. Mivel a Saturnus felületi hőmérséklete alacsonyabb a Jupiterénél, eszerint az elmélet alapján érthető, hogy a Saturnus felületén semmi feltűnőbb sáv sem mutatkozik.

L. K.

Az Amor megtalálásának jelentősége. E rendkívüli kisbolygó 1932-ben történt felfedezése óta ez év márciusában volt először ismét kedvező oppozícióban — amint erről a Csillagászati Lapok 2. évf. 4. számában megemlékeztünk. A megtalálásához fűzött remény valóra vált, noha az első próbálkozások eredménytelenek voltak s már-már úgy látszott, hogy az Amor is több más rendkívüli kisbolygótársának sorsára jut. A bolygó felfedezője Delporte, igen nagy szorgalommal kutatott utána s március 14-én este 47^m és $2^{\circ}5$ távolságra a számított helytől találta meg. Az eltérés elég tetemes, de indokolt, ha tekintetbe vesszük, hogy a felfedezéskor történt megfigyelések a bolygó gyors mozgása miatt nem szolgáltatottak kellő pontosságú pozíciókat a pályaszámításhoz. Ennek következtében a levezetett pályaelemek nem lehettek tökéletesek s így a nagybolygók zavaróhatásának tekintetbevétele sem történhetett teljes pontossággal. Megtalálása után Kahrstedt tapasztalati úton javította a bolygó efemerisét s annak alapján számosan fényképezték az európai csillagvizsgálókban s közöttük a svábhegyi csillagdában is.

A fényképfelvételeken képe határozottan csillagszerű, a legcsekélyebb elmosódottság sem tapasztalható rajta, tehát elesnek azok a feltevések, melyek eleinte üstökösnek tartották.

Az Amor megtalálása és bolygóvoltának bebizonyosodása kettős jelentőségű. Először is — a többi rendkívüli pályájú kisbolygók mellett újabb bizonyíték amellet, hogy Naprendszerünkben a kisbolygóövezeten kívül is vannak bolygószerű égitestek. Igen valószínű az is, hogy a nagy excentrumosságú és pályahajlású kisbolygók száma igen nagy, csak megtalálásuk nagyon nehéz. Égi felvételeknél a távcső az állócsillagokra van irányítva s kisbolygóészleléseknél is, azok mozgásának megfelelően csak igen kis mértékben más a távcső vezetési sebessége, mint az állócsillag-

felvételeknél. A rendkívüli kisbolygók főjellemezője a nagy excentrumosság, minek következtében naptávolságuk s ezzel földtávolságuk is igen tág határok között váltakozik. Még ha oly fényesek is, mint az Amor, — azaz kedvező oppozícióban elérik a 12. nagyságrendet — igen gyors mozgásuk miatt csak a fényerős távcsövek lemezén hagynak nyomot.

Az Amor másik jelentősége nagyobb. Módot szolgáltat ugyanis a Föld—Nap távolság, illetve a napparallaxis pontosabb meghatározására. Ez pedig igen fontos, mert a Föld—Nap távolság csillagászati alapegység, s annak pontos ismerete elsőrendű követelmény.

A napparallaxis (az a szög, melyet a Föld sugarának két végpontjából vont irány a Nap középpontjában mint csúcspontban bezár) meghatározásának több módja is van s ezek között igen jelentős helyet foglal el a földközelen elhaladó bolygók megfigyelésén alapuló módszer.

A napparallaxis ismeretével kiszámítható a Föld—Nap távolság kilométerekben. P_{Nap} = napparallaxis, P_b = bolygóparallaxis, R = Föld—Nap távolság, D = Föld—bolygótávolság jelölések mellett :

$$P_{\text{Nap}} = \frac{D}{R} P_b.$$

A képletben szerepel a Föld—Nap távolság s éppen ezt akarjuk végül meghatározni. Ezt a nehézséget áthidalja az, hogy ha külön nem is ismerjük pontosan a D -t és R -et, a kettő hányadosa megismerhető. Ehhez az kell, hogy az R -et egységnek vegyük s a pályaszámítás alapján D -t is ebben az egységben kifejezve kapjuk. A bolygóparallaxis meghatározása pedig úgy történik, hogy két, egymástól lehetőleg távoli s lehetőleg azonos meridiánon fekvő csillagvizsgálóból azonos időben figyelik meg a bolygót. Minél közelebb van egy bolygó a Földhöz s minél távolabb fekszik a két megfigyelőhely, annál nagyobb, tehát annál pontosabban mérhető különbséget tapasztalnak a bolygó látszóhelyében, — amiből a bolygóparallaxis kiszámítható. A képlet jobboldalán minden ismeretes lévén P_{Nap} kiszámítható. Ha r jelöli a Föld sugarát kilométerekben :

$$R_{\text{kilométer}} = \frac{206264''8060 \times r}{P_{\text{Nap}}}$$

E képlet alapján r helyébe 6378.388 km-t és P_{Nap} helyébe a ma elfogadott 8''80 értéket tesszük, $R = 149,504,201$ km. Ha azonban a napparallaxis csak egy ezredrésszel is pontatlan, azaz 8.80 helyett 8.801, illetve 8.799-et teszünk, a Föld—Nap távolság közel 17.000 km-rel kisebb, illetve nagyobb lesz.

A nagybolygók közül a Mars legkedvezőbb oppozícióban 0.37 csillagászati egységre jön a Földhöz. Itt a méréseket megnehezíti az, hogy a Mars kiterjedt korong alakot mutat. A kisbolygók előnye ezzel szemben az, hogy pontszerű megjelenésük folytán igen megbízható méréseket engednek meg. A kisbolygók közül jelenleg az Eros-szal végeznek kísérleteket, melynek legkisebb földtávolsága mindössze 0.13 csillagászati egység. Az itt elérhető eredmény tehát jóval pontosabb, mint a Mars esetében. Az Amor földközelsége legkedvezőbb oppozícióban 0.08 csillagászati

egység, tehát az elérhető pontosság a nagy földközelség miatt még nagyobb. Ahhoz, hogy az Amor kisbolygót erre a célra felhasználhassák, szükséges lesz a pályaelemek pontos ismerete. Erre most már megtalálása után meg van a remény.

Kulin György

Új, nagy planetáris köd. A Harvard-csillagdán egyik mostanában készült fényképlemezen egy halvány ködszerű gyűrűt vettek észre, amelynek két helyén sűrűsödés látható. Ez a két sűrűsödési hely az NGC 2474 és NGC 2475 diffúz ködökkel azonos. NGC 2474-et Herschel, NGC 2475-t Lord Rosse fedezte fel. Lord Rosse szerint az általa felfedezett köd a Herschelével együtt egy kettős ködöt tesz ki. A Harvard-felvételen azonban úgy látszott, nem kettős diffúz ködről, hanem egy nagy planetáris ködről van szó, amelynek a két régebben ismert diffúz köd csak két fényesebb része.

Az ilymódon újonnan fölfedezett planetáris köd szerkezetének kutatása végett a 61 hüvelykes Wyeth-reflektorral Agfa Superpan Press filmen két kétórás felvételt készítettek, egyet szűrő nélkül, egyet pedig CR 17 vörös szűrővel. A felvételen kitűnően látható a köd szerkezete. A középponti csillagot, a köd magját egymással két ködgyűrű veszi körül, melyek kissé egymásba érnek. Ott, ahol a két gyűrű összeér, van a két fényes sűrűsödési hely, a köd anyaga ezen a két helyen torlódtott össze. A köd hasonlít az NGC 6058 planetáris ködre. Totális fotografikus magnitúdója körülbelül 14.

A vörös és kék felvétel összehasonlításából kiderült, hogy a 16.6 fotografikus magnitúdójú magcsillagnak nagy negatív színindexe van, vagyis nagyon kék csillag.

Densitometeres mérésekből a köd nagyobbik átmérőjére 7'5, kisebbik átmérőjére 6'7 adódott. Ez az égitest tehát nagyságra harmadik az eddig ismert planetáris ködök között, az NGC 7293 és NGC 6853 planetáris ködök után.

B. J.

A Scorpio-Centaurus csillagraj és a K-effektus. A 210° — 330° galaktikai hosszúság és (-30°) — $(+30^\circ)$ galaktikai szélesség között a *B* és *A* csillagok nagy részének sajátmozgása egy pont felé konvergál. Ezért ezeket a csillagokat egy csillagraj, az ú. n. Scorpio-Centaurus-raj tagjainak tekintették. A csillagrajról Kapteyn,¹ Plummer,² Rasmuson,³ valamint Plaskett és Pearce⁴ végeztek részletes vizsgálatokat. Ezek közül különösen a legutolsó vezetett érdekes eredményekre. Plaskett és Pearce szerint a rajhoz tartozó csillagoknál a *K*-effektus $+8.3$ km/sec, tehát közel két-szerese az *O* és *B*-típusú csillagok összességére kapott értéknek. Ha ezt a rendellenességet figyelembe vesszük, az *O*- és *B*-csillagok *K*-effektusára egész kis értéket kapunk, amelyet teljesen meg lehet magyarázni a gravitációs vöröseltolódással. Evvel a *K*-effektus kérdését megoldottnak tekintették.

A Scorpio-Centaurus-raj létezését régebben majdnem kizárólag a sajátmozgásokra alapították. Az azóta felgyülemlett parallaxis és radiális

¹ Ap J 40. 43. 1914.

² M N 73. 497. 1913.

³ Lund Med. II. 26. 1921.

⁴ M N 94. 679. 1934.

sebesség adatok lehetővé teszik egyéb kritériumok megvizsgálását is. Smart legújabb részletes vizsgálata¹ arra a meglepő eredményre vezetett, hogy a raj nem létezik.

Smart a Rasmuson által a rajhoz sorolt 160 csillagra alapítja vizsgálatát. Az új Boss-katalógusból vett sajátmozgások alapján a konvergencia pont koordinátáira $\alpha = 91^\circ$, $\delta = -37^\circ$ adódik. Ez igen közel esik a napmozgás antapexéhez és ez már azt a gyanút keltheti, hogy a sajátmozgások egyszerűen a Naprendszer mozgása következtében látszanak konvergálni egy irányba. Megerősödik a gyanu azáltal is, hogy a raj sebességére $V = 18.8$ km/sec adódik és ez megegyezik a Naprendszer sebességével. Tehát, ha a raj egyáltalán létezik, az közel a Nappal párhuzamosan halad a Tejútrendszerben. Csakhogy, ha azokra a csillagokra, amelyeknek a radiális sebessége, q ismeretes, a

$$q = V \sin \lambda + K$$

képlet alapján (λ a csillag szögtávolsága a konvergencia ponttól) kiszámítjuk a K értékét, az O és B csillagokra $+25.9$ és -9.2 km/sec közé eső lehetetlen értékeket kapunk. Hasonlóan az A csillagokra átlagban $K = -9.2$ km/sec adódik, holott tudjuk, hogy ezeknél a K -effektus elenyésző. Ezek azok az eredmények, amelyek alapján Smart méltán kétségbe vonja a raj valóságát.

Ha viszont így áll a helyzet, akkor a K -nak a «rajcsillagokra» való kiszámításánál tekintetbe kell venni a galaktikai rotációs tagokat is. Az eredmény az O — B -csillagokra $K = +5.7$ km/sec, tehát lényegesen alacsonyabb, mint Plaskett és Pearce értéke, akik a K -effektust avval a feltevéssel számították, hogy a csillagok egy raj tagjai. Másrészt K -nak a B -csillagok összességére való kiszámításánál elesnek a Scorpio-Centaurus-raj miatt régebben vett korrekciók. Így K -ra megint $+5$ km/sec körüli értéket kapunk.² Ez pedig már nem magyarázható meg tisztán a gravitációs vöröseltolódással, úgyhogy a K -effektus kérdését ismét megoldatlannak kell tekintenünk.

Detre László

A galaktikai centrum távolsága. A δ Cephei-változóknál tapasztalt összefüggés a változók periodusa és abszolút fényessége között értékes módot szolgáltat azok távolságának meghatározására. Ezen az úton sikerült a spirálködök tőlünk való távolságát is megbecsülni. Újabban a Harvard-csillagda tervszerűen foglalkozik a Tejút bizonyos kiszemelt részeiben ilyen változók vizsgálatával, hogy a változóknak a látóvonal irányába eső gyakoriságának eloszlásából a mi csillagrendszerünk sűrűségeloszlását, főképen azonban a Tejútrendszer centrumának a Naptól való távolságát határozhassák meg.

A 269-ik kiválasztott tejútmező, melynek átvizsgálása most fejeződött be,³ $\alpha = 18^h 20^m$ és $\delta = -55^\circ$ -nál fekszik. Ez megfelel 307° galaktikai hosszúságnak és -20° galaktikai szélességnek, tehát nincsen messze a

¹ W. M. Smart: The Scorpio—Centaurus Cluster (The Southern Stream) MN 100. 90. 1939.

² L. The Observatory, 63. 98. 1940.

³ H. Shapley, Proc. Nat. Academy of Sciences 1939. 113. 25. Haward Reprint 158.

Galaktika centrumának irányától. A mező kiterjedése 80 négyzetfok, melyben a Metcalf-refraktorral 15^m5-ig jutottak el. A mező közepén mintegy 20 négyzetfokos területen a Bruce-teleszkóppal még halványabb csillagokat is sikerült a vizsgálatokba bevonni. Ebben a tejútmezőben összesen 444 változót találtak, melyek közül 246 rövidperiodusú, úgynevezett halmazváltozó. Ezek periodusa egy napnál rövidebb és így abszolút fényességük zérus magnitudónak vehető. Az alábbi táblázat adja ezeknek a csillagoknak eloszlását csökkenő látszófényesség szerint félmagnitudós intervallumokban.

12 ^m 0—12 ^m 5	4	14 ^m 5—15 ^m 0	53
12·5—13·0	5	15·0—15·5	70
13·0—13·5	11	15·5—16·0	43
13·5—14·0	11	16·0—16·5	10
14·0—14·5	30	15·5—17·0	9

Ha a csillagok számának csökkenését a leghalványabb magnitudónál reálisnak vesszük (ugyanis ez már az észlelhetőség határán van), akkor a maximális csillagsűrűséget 15^m3-nál állapíthatjuk meg. A látszófényességeknek távolságokra való átszámításánál mindenesetre ismerni kellene az intersztelláris abszorbcio mértékét, mert ez a látszófényességet megváltoztatja. Szerencsére a vizsgált tejúttrészet olyan irányban fekszik, amely irányban az intersztelláris abszorbcio csekély. Az abszorbcio nagyságát azonban meg is becsülhetjük, a kérdéses irányban fekvő extragalaktikai ködök megszámlálásával. Az alábbi táblázat mutatja a vizsgált 80 négyzetfokon meglehetősen egyenletesen eloszló ködök számát és ezeknek négyzetfokonkénti gyakoriságát:

$n = a$ ködök	$m =$ magnitudóig	$N =$ köd négyzetfokonként
25	15·00	0·31
53	15·60	0·66
82	16·05	1·02
129	16·50	1·61
281	17·00	3·51
542	17·40	6·78

Feltéve, hogy a ködök a térben egyenletesen oszlanak el, az intersztelláris abszorbcioát magnitudókban a következő képlettel fejezhetjük ki: $\delta_m = m_1 - m - 1·67 \log N$, ahol m_1 azt a határ-nagyságrendet jelenti, melyet el kell érni, hogy az összeszámlálás négyzetfokonként 1 ködöt adjon. Eszerint δ_m középértékben 0^m6-nak adódik. Ez az érték a halmazváltozók fényességének nullpontkorrekcióját adja. A változók távolságát a következő összefüggésből kapjuk: $\log r = 0·2 (m - M - 10)$. A gyakoriság görbéjének maximuma 8710 parsec, azaz 28.000 fényévet szolgáltat. Ez az érték mindenesetre még korrekcióra szorul, mert a gyakorisági számok nem egyenlő volumenekre, hanem a látókúpnak megfelelően, a távolsággal növekvő volumenekre vonatkoznak. Ha a kúp részeit megfelelő átmérőjű hengerrészekre redukáljuk és még tekintettel vagyunk a csillagok sűrűségének a galaktikai szélesség növekedésével arányos csökkenésére, akkor javított értéként 8550 parsec-et kapunk. Ezt az értéket a centrális csillaghalmozódás magjára, 327° galaktikai hosszúságra vonatkoztatva, feltevé,

hogy a halmazváltozók a rendszer centruma körül szimmetrikusan oszlanak el, a Tejútrendszer centrumának végérvényes távolságát 9700 parsecnek, vagyis kereken 32.000 fényévnek találjuk. Ez az érték jól egyezik más úton nyert eredményekkel, melyeket dinamikai úton, vagy a gömbhalmazok eloszlásának alapján vezettek le.

A most levezetett érték bizonytalanságát, mely a periodus-fényesség görbe nullpontjának bizonytalanságából, a változók közepes fényességének megállapításából, úgymint a gyakoriságmaximumok és az intersztelláris abszorpció megállapításából származik, Shapley 12 százalékra becsüli.

Abaházi Richárd

A csillagok energiaforrása. A csillagászat egyik legizgatóbb problémája volt mindig az a kérdés, honnan nyerik a csillagok azt az energiát, melyet sugárzás alakjában kibocsátanak magukból. Minden régebbi feltevés csődöt mondott s tarthatatlansága nyilvánvalóvá lett, mikor geológiai és asztrofizikai kutatásokból bizonyossá vált, hogy a csillagok kora legalább is néhány ezermillió év. Az anyag elégeése, a csillagok összehúzódása és a makrofizikában ismeretes egyéb energiaforrás mind távolról sem elégséges, hogy a csillag energiavesztését hosszú élete folyamán pótolja. Mindjobban meggyökeresedett az a felfogás, hogy itt csak atómon belüli energiaforrások jöhetnek tekintetbe. Ezek közül is azonban el kellett ejteni azt az egyideig felkapott nézetet, mely az anyag megsemmisülésében, illetve az ezzel járó sugárzásfelszabadulásban látta a keresett energiaforrást. Eltekintve egyéb nehézségektől, az ehhez az energiaforráshoz megkívánt hőmérséklet messze felette van annak, mely a csillagok belsejében uralkodik.

Mint egyedüli lehetséges és kielégítően gazdag energiaforrás már csak az elemek átalakulása marad, illetve az ennél a változásnál felszabadult magenergia. Ezeknél az átalakulásoknál vagy könnyebb magból egy nehezebb létesül, vagy fordítva, nehezebből könnyebb. Bár az utóbbi folyamatok igen nagy energiáfelszabadulással járhatnak, bizonyos okokból a csillagok belsejében csak alárendelt jelentőségűek. Csak az utolsó években sikerült megállapítani, hogy az elvileg lehetséges átalakulások sokaságából melyek azok, melyek a csillagok belsejében szóba jöhetnek. Kiderült továbbá, hogy az elemátalakulások nem egyszeri folyamat, hanem azok a folyamatoknak egész láncolatából állanak, miközben egyes elemek nem alakulnak át véglegesen, hanem csak mint katalizátorok működnek és a láncolat végén regenerálódnak. Az egész folyamat alatt csak olyan magreakciók jöhetnek tekintetbe, melyek a csillag belsejében uralkodó hőmérséklet és sűrűség mellett a ténylegesnek megfelelő energiaszolgáltatást nyújtják. A magreakciók által szolgáltatott energiát különösen a hőmérséklet nagy mértékben befolyásolja. Ezért, és figyelembevée még egyéb feltételeket, egészben véve nem sok fajta elemátalakulás jöhet tekintetbe, mely a csillagok belsejében szerephez juthat. Erre vonatkozó vizsgálatai során Bethe arra az eredményre jutott,¹ hogy mindössze két folyamat jöhet szóba, mely a nor-

¹ Phys. Rev. 55. 434. 1939.

mális csillagok belsejében végbemenő energiatermelés megmagyarázására alkalmas. Az egyik hidrogénmagokból (protonokból) nehéz hidrogénnek (deuteriumnak) képződése pozitron kisugárzása mellett: $H^1 + H^1 \rightarrow H^2 + \varepsilon^+$. A másik protonok és szén reakciójára kiváltott átalakulási folyamat, melyben a szén mint autokatalizátor lép fel: $C^{12} + H^1 \rightarrow N^{13}$; $N^{13} \rightarrow C^{13} + \varepsilon^+$; $C^{13} + H^1 \rightarrow N^{14}$; $N^{14} + H^1 \rightarrow O^{15}$; $O^{15} \rightarrow N^{15} + \varepsilon^+$; $N^{15} + H^1 \rightarrow C^{12} + He^4$. Ebben az átalakulási láncolatban tehát 4 protonból 1 héliummag képződik. Mind a két, a hőmérséklettől nagyon befolyásolt, folyamat 16 millió fok mellett ugyanakkora energiát szolgáltat. A Nap középpontjában, ahol a hőmérséklet mintegy 20 millió fok és a sűrűség 80 g/cm³, az első (H—H) folyamat a második (C—N) láncolathoz képest alárendelt jelentőségű. Az utóbbi folyamatnál az energiafelszabadulásra 3 erg/g sec. adódik. (A megfigyelt energiavesztés a Napnál 2 erg/g sec.) 16 millió fok alatti hőmérsékletnél a C—N folyamatból felszabaduló energia a hőmérséklet csökkenésével rohamosan fogy. Itt a H—H folyamat túlsúlyba kerül, de csekély, 1 erg/g.sec néhány törtrészét kitevő energiatermelésével korántsem elegendő, hogy a csillag energiaszükségletét kielégítse. Ezért a most ismertetett elmélet csak olyan csillagok energiatermelésére ad magyarázatot, melyek belső felépítése a Napéhoz hasonló, nem alkalmazható azonban pl. az óriás csillagoknál, melyek központjában a hőmérséklet a Nap középponti hőmérsékletének a negyedrészt sem éri el.

L. K.

A kozmikus sugárzás napi menete. Hess, a kozmikus sugárzás felfedezője vette először észre, hogy a sugárzás erőssége egy nap leforgása alatt nem állandó, délben az intenzitás nagyobb mint éjjel. Ionizációs kamrával végzett méréseivel megállapította, hogy ezen napi változás ú. n. napi menet amplitudója 0.2%, és szerinte azáltal áll elő, hogy déli órákban a készülékbe a Napból kiinduló kozmikus sugarak érkeznek. Koïncidencia módszerrel a kozmikus sugárzás folytatólagos regisztrálását Barnóthy Jenővel együtt mi kezdeményeztük és így kimutathattuk, hogy koïncidencia módszerrel mérve 5—10-szer akkora amplitudójú napi menet adódik, mint ionizációs kamrás mérésekkel. Más méréseink alapján viszont kimutattuk azt is, hogy a napi menetet nem okozhatja egy Napból kiinduló sugárzás, mert egy keskeny látóterű «teleszkóp»-készülékkel nem találtunk különbséget a napi menet amplitudójában akár a Nap a készülék látóterén átvonult, akár nem. Továbbá azt találtuk, hogy a kozmikus sugárzás napi menete tükörképesen halad a földmágneses tér változásával: a földi mágneses tér a déli órákban — ugyanakkor, mikor a kozmikus sugárzás a legerősebb — éri el legkisebb értékét, mely kereken $1-1.5\%_{00}$ -el kisebb az átlagnál. A vizsgált mérésekben a kozmikus sugárzás és földmágneses tér közt mindenkor szoros korreláció adódott. Egy másik tapasztalat, mely alátámasztotta azon nézetünket, hogy a kozmikus sugárzás napi menetét valóban a földmágneses tér változása idézi elő, az volt, hogy télen nemcsak a sugárzás, de a földmágneses tér napi menetének amplitudója is vagy 3-szor kisebb, mint nyáron. Végül a földmágneses térnek ilyenfajta behatását a kozmikus sugárzás erősségére elméletileg is

elvárhatjuk, a földmágneses térnek az elektromos töltésű részek pályájára gyakorolt eltérítő hatása alapján. Azonban, mint Thompson kiszámította, ezen alapon a kísérleti eredményekkel csak kvalitatív egyeztetést lehet elérni, mert az ezen hatás alapján várható napi menet amplitúdója oly kicsinynek adódnék, hogy kísérletileg nem is lehetne észlelni.

A múlt év folyamán Vallarte és Godart két újabb hatás tekintetbevételével igyekeztek a napi menetre magyarázatot találni. Az egyik, hogy tekintetbe veszik a Földet körülvevő ionoszférában 180—300 km magasságban keringő ionáramok létesítette mágneses teret, illetve ennek napi változását. Ez a mágneses tér néhány ezrelékes intenzitás növekedést tud a déli órákban létesíteni az egyenlítő és kb. a 40° szélességig húzódó sávban, de nem képes a nagyobb szélességi helyeken talált napi menetet magyarázni. A másik tényező, melynek hatását tekintetbe vették, a Nap mágneses tere, melynek létezését a nap spektrumvonalainak Zeeman effektusa alapján Hale mutatta ki. A Nap tere is befolyásolja a kozmikus sugarak pályáját ugyanúgy, mint a földi tér. A Nap és Föld egymáshoz viszonyított mozgása folytán a Nap terének erőssége 24 órás, 27 napos és 365 napos periodusban fog változni a Föld tengely körüli forgása, a Nap tengely körüli forgása és a Földnek a Nap körüli keringése folytán. Valóban a 24 órás perioduson, vagyis a napi meneten kívül kísérletileg is észlelték úgy a 27 napos periodust, mint a 365 napnak megfelelő évi menetet. A Nap mágneses terének változása azonban csupán a sarkok és a 45° szélesség közt fekvő vidékeken észlelhető, mert a Nap terének változása csak a kisebb energiájú sugarakra érvényesülhet, mely kisebb energiájú sugarak pályáját a Föld mágneses tere a 45° szélesség és az egyenlítő közt már annyira eltéríti, hogy azok nem is érhetik el a Föld felületét, hanem a világűrbe visszafordulni kényszerülnek. Így tehát ez a hatás ép azokon a vidékeken tudja a napi menetet értelmezni, hol az ionoszféra áramok mágneses terének változása már nem tud napi menetet létesíteni.

Ezeket a hatásokat kívül Rau a Bodeni tóban 40 m vízmélységben azt találta, hogy a kozmikus sugárzás erősségében egy 12 órás periodicitású, vagyis napi két maximummal rendelkező hullám észlelhető, a maximumok 10^h és 22^h körül mutatkoztak. Ugyanezt a periodicitást Rau felleli azokban a méréseinkben is, hol 36 cm ólommal szűrt sugárzást vizsgáltunk. Úgy 40 m vízréteggel, mint 36 cm ólommal szűrt sugárzás mai felfogásunk szerint már csupán mezonokból áll. (Mezonokra nézve lásd Csill. Lapok 1939. 1. sz.) Regener és Rau a kettős periodicitású napi menet magyarázatok utalnak arra, hogy más meteorológiai jelenségek is mutatnak ilyen kettős hullámot. Például ismeretes a légnyomás ilyen kettős periodicitása, melynek amplitúdója azonban tengerszinten csupán a trópusokban számottevő, nagyobb szélességű helyeken már elenyésző. A mezon-sugárzás ezen 12 órás periodicitását értelmezhetnők, ha az a réteg, melyben a mezonok keltődnek, megfelelő amplitúdójú vertikális irányú oszcillációt végezne, ekkor ugyanis magasabbra, illetve mélyebbre kerül a mezonok keletkezési helye, megfelelően a mezon hosszabb, illetve rövidebb utat kénytelen befutni az észlelési helyig. Miután a mezonok élettartama korlátolt, a hosszabb úton nagyobb a valószínűség, hogy elbomlanak mielőtt az észle-

lési helyet elérhették volna s így a légréteg-oszcilláció amplitudójának maximumában kisebb mezon intenzitást várhatunk, mint minimumában. Ehmert kiszámította, hogy úgy Rau, mint a mi méréseink szerint a kísérleti eredmények ± 300 m-es amplitudójú légréteg hullámzással magyarázhatók. Hogy a légrétegben valóban végbemennek ilyen oszcillációk, arra utal pl. Appleton és Weekes megfigyelése kik rádióhullámok visszaverődése alapján kimutatták, hogy a 110 km magasságban fekvő ionoszfera *E* rétege a Hold vonzásának hatása alatt ± 1 km amplitudójú légréteg árapályhullámzást végez. Hasonló árapályhullámzás lép fel a légrétegben a Nap gravitációs hatása alapján is, csupán ez a hatás kevésbé tisztán érvényesülhet, miután a hőmérséklet és más tényezők is okoznak hullámzást. Minthogy 110 km magasságban 1 km emplitudójú légréteghullámzás található, a kozmikus sugárzás napi menetének magyarázatához szükséges 300 m amplitudójú hullámzást már alacsonyabb szinteken, 30 km magasság körül is találhatunk, s így elégséges feltételeznünk, hogy a mezonok 30 km magasságban keletkeznek és az ott végbemenő légréteg árapály létesíti az észlelt periodicitást.

A kozmikus sugarak kiváltotta záporok napi menetét vizsgálva, azt találtuk, hogy a záporok napi változását lényegében a hőmérséklet napi változása idézi elő. A tengerszinten észlelésre kerülő záporok az alsó légrétegben széteső mezonokból keletkeznek. A mezon elektronra és neutrínóra esik szét. A keletkező elektron egy atommag terébe kerülve, nagy energiájú fotont vált ki, a foton atommag terében elektronpárra esik szét, ezek az elektronok ismét fotonokat váltanak ki, melyek megint elektronpárokat termelnek s. i. t., végeredményben az eredeti elektron megsokszorozódása következik be, mely megsokszorozódási folyamatot nevezük éppen kaszkádzápornak. Az elektronok átlagos hatótávolsága levegőben – a kaszkád-lépések tekintetbevételével – 2 km, tehát csupán a közvetlenül az észlelő felett elhelyezkedő 2 km vastag légrétegen belül keltődött elektronok, illetve záporok érhetik el az észlelőt. Ha már most ennek az alsó légrétegnek a sűrűsége megváltozik, akár a légnyomás, akár a hőmérséklet megváltozása miatt, úgy megváltozik az elektronok hatótávolsága is. A hőmérséklet emelkedésekor, a légréteg sűrűsége csökken és így megnő az elektron, illetve záporok hatótávolságának megfelelő réteg vastagsága, a vastagabb rétegben azonban több mezon fog elbomlani, mint a vékonyabban és így több elektron, illetve zápor keletkezik; megfelelően a hőmérséklet emelkedésekor a záporok intenzitása is nőni fog. Tényleg azt találtuk, hogy a melegebb napokon nagyobb zápor intenzitás mutatkozott, azaz a záporok a mezonosugárzástól eltérőleg, pozitív temperatura effektussal rendelkeznek. (Mezonok temperatura effektusát lásd Csill. Lapok 1939. 1. sz.: Mezonok szerepe a kozmikus sugárzásban.) Miután a déli felmelegedéskor ép azoknak a rétegeknek a hőmérséklete emelkedik, melyekben széteső mezonok váltják ki az észlelésre kerülő záporokat, a hőmérséklet változása tényleg tud napi menetet létrehozni. Záporok napi menetének maximuma 15^h-ra esik és amplitudója 0.41%, a hőmérséklet napi változásának maximuma 14^h körül van és a számítás alapján 0.50%-os amplitudót létesíthetne. A Rau által először észlelt kettős hullámot zápor mérésben is fellelhetjük,

csupán kisebb amplitudóval. Amit úgy értelmezhetünk, hogy a záporokat azok a mezonok váltják ki, melyek az alsó légrétegben szétesnek, ezek energiája általában kisebb, mert a nagy energiájú mezonok szétesés nélkül haladnak a légrétegen át. Ezek a kisebb energiájú mezonok pedig valószínűleg alacsonyabb légrétegekben keletkeznek, oly rétegekben, melyekben az árapályhullámzás amplitudója is valószínűleg kisebb.

Összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a kozmikus sugárzás napi menete 3 tényező változásának hatása alatt jön létre. Egyik a mágneses tér megváltozása, a trópusokban ez főként az ionoszféra áramok mágneses terének változából, a mi szélességi helyünkön a Nap mágneses terének hatásából áll. Ez a napi menet 11^h tájban éles intenzitás növekedést okoz, melynek nagysága néhány ezrelék. A második tényező a felső légrétegek árapályhullámzása, ez 12 órás sinus görbéhez hasonló lefolyású periodicitást eredményez, melynek maximumai 10^h és 22^h körül fekszenek. Mint harmadik tényező pedig oly mérésekben, hol a mezonkomponensen kívül az elektron, illetve záporkomponenst is mérjük, fellép a hőmérséklet változásának hatása is egy 14 óra körüli maximumot eredményezve.

Forró Magdolna

KÖNYVSZEMLE

Mészáros László. *A csillagászati földrajz elemei.* Budapest, 1940. Szerző kiadása. 183 oldal.

A könyv 24 fejezetben foglalkozik a Földdel, a Naprendszerrel és a térképezéssel s ebben a keretben ismerteti a szférikus csillagászat elemeit. A Föld forgása és keringése következtében fellépő jelenségek ismertetésében (koordináták, időszámítás, évszakok, parallaxis, aberráció, nutáció, precesszió, fogyatkozások) nyújtja legrészletesebben azt, aminek mindenki jó hasznát veheti, aki a szférikus csillagászat alapelemeit magyar nyelvű könyvből kívánja elsajátítani. A könyv tárgyalásmódja nem mondható népszerűnek s ez épen előny azok számára, akik nemcsak az alapfogalmakkal, hanem a számítások menetével is megismerkedni akarnak. Ezt különben elő is segíti a beiktatott trigonometriai és gömbháromszögtani alapképleteket tartalmazó fejezet. A Naprendszer kivonatatos leírásával, a bolygóelemek közlésével, a csillagképek megismertetésével s a könyvhöz mellékelt csillagtérképpel a szerző hozzájárult ahhoz, hogy munkáját a műkedvelő csillagászok, középfokú iskolák tanulói s e tárgy iránt érdeklődő minden művelt ember haszonnal forgathassa.

Kulin György

SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A Szakosztály április 10-én tartotta Lassovszky Károly elnökletével 41. előadó ülését. Először Forró Magdolna «A kozmikus sugárzás napi menete» címmel adott elő. (Az előadás kivonatát lásd a 76. oldalon.) Az előadáshoz Aujeszky László szólott hozzá. Majd Berkes Zoltán a március 24-i sarki fényről történt megfigyeléseket ismertette. Részletesen leírta

a jelenség lefolyását, bemutatott több rajzot, amelyeket megfigyelők küldtek be a Meteorológiai Intézetbe, majd a sarkifénnyel kapcsolatos mágneses rendellenességeket ismertette az ógyallai észlelések alapján. Az előadás után Kulin György megemlítette, hogy március 25-én a Nap közepe táján nagy napfoltot lehetett látni. Detre László pedig bejelentette, hogy a jelenleg Zürichben tartózkodó Dezső Loránt tagtárs spektroheliószkóppal március 24-én rendkívül erős naperupciót figyelt meg.

A Szakosztály május 8-án Róna Zsigmond elnökletével tartott ülésén Jelítai József «Adatok Gauss asztronómiai munkásságának jellemzéséhez. Idézetek kortársaihoz írt leveleiből» címen folytatta és befejezte a március 13-i ülésén megkezdett előadását. Az előadást egész terjedelmében lapunk e számában közöljük.

HIREK

H. C. Wilson, az amerikai Goodsell-obszervatórium volt igazgatója és a Carleton College nyug. professzora 1940 március 9-én, 82 éves korában meghalt. Főképp kettős- és változócsillagok megfigyelésével, üstökösök és kisbolygók pozíciójának meghatározásával foglalkozott. Sokáig szerkesztője volt a *Popular Astronomy* c. amerikai lapnak.

F. H. Seares nyerte el az idén az *Astronomical Society of the Pacific* ú. n. Bruce-aranyérmét, melyet ez az egyesület a világ hat legnagyobb csillagdája igazgatójának véleménye alapján szokott az arra legérdemesebb csillagásznak évenként juttatni. Seares, ki különben a Mount Wilson-obszervatórium helyettes igazgatója, főképp fotometriai vizsgálataival szerzett magának maradandó nevet.


P. V. Neugebauer, a berlin-dahlemi *Astronomisches Recheninstitut* volt obszervátora 1940 március 3-án 72 éves korában meghalt. Közel négy évtizedes működése alatt jelentős szerepet vitt a fenti intézet munkáiban. Különösen kronológiai kérdések és problémák iránt érdeklődött s e tárgykörben kitűnő táblázatokat készített.

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.



Csillagászati műszerek

Refraktorok
Tükörteleszkópok
Asztrográfok
Mellékesszülékek
Kupolák
Mozgópadiók
Kilátó-lávcsövek
Planetáriumok

CARL ZEISS
JENA

A VILÁG MINDEN RÉSZÉBEN
ÉS MINDENÜTT, Ahol nagyteljesítményű
optikai és finommechanikai műszereket
használnak, ismerik és nagyrabecsülik
a Zeiss-nevet, mely valósággal egybe-
fonódott a tökéletes precizitás
fogalmával.

ZEISS

CARL ZEISS - JENA

MAGYARORSZÁGI VEZÉRKÉPVISELŐ: IFJ. JURÁNY HENRIK
BUDAPEST, IV. VÁCI-UTCA 40. - TELEFON: 183-092

ASTRONOMISCHE BLÄTTER

ZEITSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN ABTEILUNG DES
KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

UNTER MITWIRKUNG VON PROF. J. WODETZKY

REDIGIERT VON

L. DETRE und K. LASOVSKY

ERSCHEINT VIERTELJÄHRLICH

BUDAPEST

STEPHANEUM BUCHDRUCKEREI

3. Jahrgang

1940

Heft 2

INHALT

J. JELITAI: Daten zur Charakterisierung der astronomischen Tätigkeit von Gauß. Zitate aus den zu seinen Zeitgenossen gerichteten Briefen	49
Z. SZEPESI: Das Prinzip von der Erhaltung der Energie in der Atomphysik	62
KLEINERE MITTEILUNGEN: Bemerkungen zu R. Abáházi's Artikel: «Die Verwendung des Kathodenszillographen und des Elektronenvervielfachers bei astronomischen Messungen.» G. KOCZKÁS. — Antwort auf G. Koczás's Bemerkung. R. ABAHÁZI. — Lichtelektrischer Sternzähler. R. ABAHÁZI. — Sonnenfleckenzählung für 1939. — Die Färbung der Wolkenbildung auf Jupiter. K. L. — Die Bedeutung des Auffindens von Amor. G. KULIN. — Ein neuer, großer planetarischer Nebel. J. B. — Der Scorpio-Centaurus Sternstrom und der K-Effekt. L. DETRE. — Die Entfernung des galaktischen Zentrums. R. ABAHÁZI. — Die Energiequellen der Sterne. K. L. — Der tägliche Gang der kosmischen Strahlung. M. FORRÓ...	66
BÜCHERSCHAU: L. MÉSZÁROS, Die Elemente der astronomischen Geographie	79
VEREINSNACHRICHTEN	79
NACHRICHTEN	80
BRIEFKASTEN DER REDAKTION	80

308.684

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TARSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Budapest
1940

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL
SZERKESZTI
DETRE LÁSZLÓ ÉS LASSOVSKY KÁROLY

3. évfolyam
3. szám

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI
SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

MEGJELENIK NEGYEDÉVENKÉNT

WODETZKY JÓZSEF közreműködésével
szerkeszti

DETRE LÁSZLÓ és LASSOVSZKY KÁROLY

3. évfolyam

1940

3. szám

TARTALOM

DEZSŐ LORÁNT: A folyamatos napészlelésekről	81
LASSOVSZKY KÁROLY: Csillagászati távcsövek látmezejének vizsgálata	102
APRÓ KÖZLEMÉNYEK: A Mount Wilson Obszervatórium 2 $\frac{1}{2}$ méteres tükrének új alumíniumozása. L. K. – A hideg telek és a napfoltok. KULIN GYÖRGY. – A Jupiter és Saturnus nagy oppozíciója. KULIN GYÖRGY. – Hírek üstökösökről. KULIN GYÖRGY. – Fényes meteor volt látható Magyarországon. S. Gy. – Az Andromeda-köd rotációja. L. K. – A pulzációelmélet megfigyelési igazolása. D. L. – Az algolrendszerek újabb vizsgálatai. GUMAN ISTVÁN. – Zeta Aurigae. BALÁZS JÚLIA. – Új szupernóva az NGC 5907 extragalaktikában. L. K. – Spirális ködök színe. D. L.	109
KÖNYVSZEMLE	123
SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK	124
HÍREK	125
SZERKESZTŐI ÜZENETEK	126

A folyóiratot a Csillagászati Szakosztály tagjai tagilletmény gyanánt kapják. Tagdíj 5 pengő. A Szakosztály tagja bárki lehet, ki egyúttal a Természettudományi Társulat tagja.

Nem tagok részére a CSILLAGÁSZATI LAPOK évi előfizetési díja 6 pengő. Az előfizetési díjak a Természettudományi Társulat címére (Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. sz.) küldendők.

A szerkesztőség címe: CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET, BUDAPEST-SVÁBHEGY.

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

3. évfolyam

1940

3. szám

A FOLYAMATOS NAPÉSZLELÉSEKRŐL

1. Bevezetés.

A Nap fizikai vizsgálata a napfoltok észlelésével kezdődött. Már az ókorból fennmaradt írások között találni említést szabadszemmel látható napfoltokról. De tudományos szempontból csupán a Kr. u. 301—1205 közé eső 45 kínai napfolt-megfigyelésnek¹ van némi értéke, melyekből következtetni lehet néhány napfoltmaximum valószínű időpontjára. Az első komolyabb lehetőséget a napfoltok megfigyelésére a távcső feltalálása adta, s 1610-től kezdve GALILEI, SCHEINER és FABRICIUS már — mai tudományos szempontokat tekintve is — hasznos napészleléseket végeztek. A foltok mellett a fáklyákra szintén ráterelődött a figyelem még abban az időben, míg a kromoszférát és a protuberanciákat még sokáig csak a napfogyatkozásokból ismerték. Nagy lendületet kapott a napfizika, mikor 1868-ban JANSSEN észrevette, hogy spektroszkóp segítségével lehetséges a napperemen kromoszféra és protuberancia észleléseket végezni napfogyatkozás nélkül is;² és mikor az 1890-es években DESLANDRES és HALE megmutatták, hogyan lehet magán a napkorongon a kromoszférát (valamint a protuberanciákat) az egyes színképvonalak fényében lefotografálni. A nyert spektrohéliogramokon látható újszerű flokkuluszok mozgásai és fényesség változásai különös érdeklődést keltettek. Elsősorban a hidrogén flokkuluszok tanulmányozását vitte előbbre jelentős lépéssel a HALE-féle spektrohélioszkóp (1926—1929), melyben közvetlenül látni lehet a kromoszférán végbemenő főbb változásokat és a mozgó részek sebessége igen egyszerűen lemérhető. Végül az utolsó hatalmas fordulópontot a Nap felületén lejátszódó események észlelése számára 1931 jelentette. Ekkor sikerült LYOT-nak először észlelni a napkoronát fogyatkozáson kívül.

A foltok, fáklyák, flokkuluszok (s a rendszerint ezekkel kapcsolatos erupciók), a protuberanciák és maga a korona képezik a napfelület kitűnő és változásoknak alávetett főbb képződményeit. Mind-

¹ MA-TVAN-LIN nagy enciklopédiája 83. kötet, 284. fejezet (a XIV. század elejéről). V. ö. J. WILLIAMS, M. N. 33, 371, 1873.

² LOCKYER már 1866-ban rámutatott ennek lehetőségére.

ezen képződmények gyakoriságában, valamint a korona alakváltozásában nagyjából egyöntetűen mutatkozik a közismert híres hosszú periódusú ingadozás. Ma már tudjuk, hogy a Napon lejátszódó változások szoros összefüggésben állanak Földünkön történő különféle jelenségekkel. A földmágneses viharok, sarkifény és rádiófadingek oka feltétlen bennük rejlik. Hogy legalább ennyit máris biztosan kimondhatunk, köszönhető azoknak a nagyszabású megfigyelő programmoknak, melyeket a különböző napkutatókkal foglalkozó csillagvizsgálók bevezettek. Különösen HALE érdeme, hogy egymástól távolfekvő intézetek között élénk együttműködés jött létre és sok helyen egységes tervek szerint folyamatos napészleléseket rendszerezítettek. A fontos csak az, hogy a különböző helyen történt észlelések lehetőleg ne mutassanak szisztematikus eltéréseket, és ha mégis fellelnek különbségek, úgy redukciónkkal könnyen és biztonsággal eltüntethetők legyenek. Így lehetséges a meteorológiai viszonyok esetleges kedvezőtlen alakulása vagy a Föld forgása miatt nem teljes megfigyelési sorozatokat egy másik csillagvizsgáló észleléseivel kiegészíteni.

Mintegy két évtizede a Nemzetközi Csillagászati Unió (*I. A. U.*) vette át a kooperatív napészlelések vezető irányítását és jelentősen továbbfejlesztette.³ Jelenleg már a világ összes napmegfigyelésekre alkalmas műszerrel ellátott intézetei bekapcsolódtak. Számuk azonban sajnos nem elegendő. Igaz, hogy pl. az összehasonlíthatatlanul leg-egyszerűbb észlelésre, a napfoltok gyakoriságának követésére a keleténél jóval több az észlelő. Ezzel szemben az erupciómegfigyelések még nem elég sűrűk. Nem is szólva a koronáról; hiszen ma jóformán csak Arosában lehet az egész év tartamán át állandó koronaészleléseket végezni.

Az ideális állapot az volna — s reméljük az elkövetkező évek alatt elérhető lesz —, hogy ne maradjon semmiféle változás a Napon megfigyelés nélkül. Ez kettős célból válik rendkívüli jelentőségűvé. Először: csakis így lesz lehetséges a Naptól származó különböző geofizikai hatások teljes részleteibe menő kikutatása és előrejelzése. Másodszor: a Nap fizikájának alapos megismerése nem következhetik be addig, míg legalább néhány évtized-hosszan tüzetesen végig nem regisztrálták valamennyi főbb napjelenség lefolyását. S mivel a Nap egy közönséges átlag-csillag, ezúton lényegesen közelebb juthatunk majd a többi csillagok fizikai tulajdonságainak a feltárásához is.

A következőkben átfogó képet szeretnék nyújtani a Nap fizikai vizsgálatával kapcsolatban rendszeresített folyamatos észlelésekről, összefoglalva egyben az eddig elért fontosabb eredményeket.

Nem fogok kiterjeszkedni a Nap összszugárzás esetleges válto-

³ 1. Transactions of the International Astronomical Union, Vol. I—VI, 1922—1938.

zásainak megállapítására irányuló mérésekre. A Smithsonian Intézet ABBOT vezetése alatt álló obszervatóriumainak, mintegy négy évtizedes megfigyelési anyaga mutat ugyan reálisnak vehető napállandó ingadozást, de ma még nincs eldöntve a kérdés, hogy nem Földünk levegőrétege okozza-e a változásokat. A Mount Wilson csillagvizsgálón 15 éven át mérték a napsugárzás ibolyántúli intenzitásának a zöldhöz való viszonyát. Végül is abbahagyták⁴; mivel csupán a felső légrétegek ózonjától származó évszakos periódust találtak.

2. Napfoltok.

A napfoltok gyakoriságának mintegy 11 évi periódusosságát SCHWABE⁵ fedezte fel, saját majdnem húsz évre terjedő megfigyelési nyomán. WOLF R., a zürichi csillagvizsgáló alapítója és első igazgatója mindjárt felismerve a dolog jelentőségét, elhatározta a régebbi csillagászati irodalom beható áttanulmányozását, hogy az új törvényszerűséget a különböző észlelőktől hátrahagyott megfigyelési anyagban is megkeresse. 1849-től kezdődőleg pedig Zürichben folyamatos napészleléseket rendszeresített, amik azóta megszakítás nélkül folynak.

A zürichi megfigyelési anyag évente általában 280—310 napra terjed ki. A hiányzó napok pótlására idővel mind több és több csillagász ajánlotta fel közreműködését. Így pl. 1939-ben 12 csillagvizsgáló (és további 45 egyéni észlelő) küldte el megfigyelési sorozatát feldolgozásra és publikálásra.

WOLF a napfoltok számának mértékéül ezt a mennyiséget:

$$r = \kappa (10 g + f)$$

választotta, hol f az egyes foltok, g pedig a foltcsoportok (tehát az aktív vidékek) számát jelenti. A κ arányossági tényezővel a különböző észlelési sorozatok egységes rendszerre való redukciója érhető el. κ értéke a műszertől, észlelőtől és az észlelés módjától függ. A WOLF által ekként definiált napfoltrelatívszámokat ma WOLF észleléseire redukálják, hol κ 1-nek van véve. A sorozat homogenitását növeli, hogy Zürichben még ma is ugyanazzal a távcsővel végzik a relatívszám-meghatározásokat, mint amelyikkel WOLF elkezdte, és hogy WOLF utódja Wolfer, mielőtt végleg átvette volna az észlelések folytatását, néhány évig együtt észlelt WOLF-fal. Úgyszintén WOLFER, utódjával BRÜNNER-rel szintén közösen végezte egyideig a megfigyeléseket.

GALILEI-ig visszamenőleg sikerült WOLF-nak⁶ a napfoltgyakoriság

⁴ Quarterly Bull. on Sol. Act. No 45. 1939.

⁵ A. N. Nr. 495, 1843.

⁶ I. R. WOLF, Handbuch der Astronomie, 4. Halbband. S. 408.

menetét végigkövetni; a közepes periódus nagyságára 11.1 év adódott. A régi észleléseknél megbízhatóság tekintetében két szakaszt kell megkülönböztetnünk. Az 1748-ig terjedő sorozat összehasonlíthatatlanul kisebb értékű, mint a későbbi. 1749 januárjától pontos havi relatívszámok állnak rendelkezésre. Az újra revideált végleges WOLF-féle havi napfoltszámokra vonatkozólag lásd: W. BRUNNER: *Tables on Sunspot-frequency for 1749—1938.*⁷ Ugyanott megtaláljuk a kiegyenlített havi relatívszámokat is. Ezeket úgy határozzák meg, hogy 12—12 egymásutáni haviközeppek középértékét veszik és az így előállt két egymásutáni számból mégegyszer a közepet képezik. A kiegyenlített relatívszám tehát 13 hónap észleléseit foglalja magába. A kiegyenlítés a másodlagos rövid periódusok eltüntetését szolgálja, amiknek oka főleg a Nap rotációjában és a nagyobb aktív vidékek hosszú élettartamában keresendő.

A napfoltok változása iránt oly nagy érdeklődés nyilvánul meg a különböző tudományágak kutatói között, hogy kívánatosnak mutatkozott a relatívszámok értékeinek időről-időre való mielőbbi publikálása. Így a zürichi (*Eidgenössische*) Csillagvizsgáló havonta — mihelyt lehet — közzéteszi saját észleléseit a *Monthly Weather Review*-ban és a *Terrestrial Magnetism and Atm. El.*-ben, továbbá negyedévente a *Meteorologische Zeitschrift*-ben. Ezeket az adatokat provizórikusnak nevezik ugyan, de gyakorlatilag sok esetben már teljesen elegendők. A végleges napi relatívszám-sorozatot úgy nyerik, hogy mindazon napokat, amelyekről hiányzik zürichi észlelés, az összes kooperáló csillagdák adatainak középértékével pótolják. Előzőleg — a közös napok segítségével — természetesen minden egyes észlelőre vonatkozólag meghatározzák a κ tényező értékeit. A végleges napi relatívszámok évnegyedenként összefoglalva a *Quarterly Bulletin on Solar Activity*, *Bulletin de la société astronomique de France*, és a *Zeitschrift für Geophysik* című szaklapokban kerülnek publikálásra. Az évi anyag egyesítve megtalálható még a zürichi *Astronomische Mitteilungen*-ben. Ugyaninnen megállapíthatjuk a g -k és f -ek naponkénti számát is és az érdekesebb statisztikai adatokat.

Fizikai szempontból a relatív számnál nyilván jellemzőbb a napfoltok gyakoriságának változására a foltok borította felület nagysága. Mindjárt hozzátehetjük azonban, hogy a WOLF-féle megválasztás igen szerencsés volt, u. i. a relatív számok és a foltok területét feltüntető görbe menete majdnem teljesen azonos. A múlt század második felében kezdtek el a greenwichi csillagvizsgálón rendszeresen mérni a foltok területeit. A mérések fotografiai felvételeken alapsznak; a Greenwichben hiányzó lemezeket — több évtized óta — a Cape és

⁷ *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity* 44, 247, (No 3, Sept.) 1939.

1. Táblázat.

A napfoltok gyakoriságának főbb adatai. (Brunner² után)

A maximum időpontja	Max.-tól max.-ig eltelt idő (években)	Min.-tól max.-ig eltelt idő (években)	\bar{R}	Súly
1615,5	—	—	—	2
1626,0	10,5	—	—	5
1639,5	13,5	—	—	2
1649,0	9,5	—	—	1
1660,0	11,0	—	—	1
1675,0	15,0	—	—	2
1685,0	10,0	—	—	2
1693,0	8,0	—	—	1
1705,5	12,5	—	—	4
1718,2	12,7	—	—	6
1727,5	9,3	—	—	4
1738,7	11,2	—	—	2
1750,3	11,6	—	92,6	7
1761,5	11,2	6,3	86,5	7
1769,7	8,2	3,2	115,8	8
1778,4	8,7	2,9	158,5	5
1788,1	9,7	3,4	141,2	4
1805,2	17,1	6,9	49,2	5
1816,4	11,2	5,8	48,7	8
1829,9	13,5	6,6	71,7	10
1837,2	7,3	3,3	146,9	10
1848,1	10,9	4,6	131,6	10
1860,1	12,0	4,1	97,9	10
1870,6	10,5	3,4	140,5	10
1883,9	13,3	5,0	74,6	10
1894,1	10,2	4,5	87,9	10
1907,0	12,9	5,3	64,2	10
1917,6	10,6	4,0	105,4	10
1928,4	10,8	4,8	78,1	10
1937,4	9,0	3,6	119,2	10

 \bar{R} a maximum időpontjához tartozó kiegyenlített havi relatívszámokat jelent.

Kodaikanal csillagdak szállítják. A részletes évi eredmények a *Greenwich Photoheliographic Results*-ban vannak összeállítva. Itt megtaláljuk, a különféle statisztikai táblázatok mellett, minden egyes folt pontos pozícióját, az egész folt területét és külön az umbráét is a látható napfelület milliommodrészében kifejezve. A greenwichi eredmények

előzetes rövid évi összefoglalása (mintegy kétéves késedelemmel) a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*-ben jelenik meg. Az *U. S. Naval Observatory* (a Mt. Wilson csillagvizsgáló kooperálásával) havonta közli a területeket és a foltok pozícióit a *Monthly Weather Review*-ben.

Zürichben a napkorongról naponta 25 cm átmérőjű rajzok készülnek projekcióban. Ezek segítségével szerkesztődnek a héliografikus átnézeti térképek. A térképeken az egyes rotációk alatt látható foltok (és fáklyák) helyzetét könnyen áttekinthetjük és koordinátájuk is közelítőleg leolvasható. Hogy a megfigyelési anyag vagy 10 év óta hiánytalan, köszönhető még néhány más csillagvizsgáló közreműködésének. A térképekből és a hozzájuk tartozó táblázatok- és jegyzetkből a távcsőben közvetlen megfigyelhető napfelület teljes történetét kiolvashatjuk. A zürichi héliografikus átnézeti térképek az 1887—1898, továbbá az 1926—1939-es évekre a zürichi csillagda *Publikatio*-i és *Mitteilung*-jai között jelentek meg.⁸ (Az 1926 előtti hézagban szintén voltak megfigyelések, csupán feldolgozásuk maradt még el.) A régebbi héliografikus térképek közül igen értékesek az 1854—1879-es évekről szóló CARRINGTON⁹ és SPÖRER-től¹⁰ származó kiadványok. Újabban az oroszok is adnak ki héliografikus átnézeti térképeket.

A Zeeman-effektust napfoltokból jövő fény színekében HALE mutatta ki a Mt. Wilsonon 1908-ban. Ettől az időtől kezdve már történetek ugyan szórványos mágneses napfolt észlelések, de véglegesen rendszerezítve csak 1915 óta vannak. A Mt. Wilson csillagda nagy toronyteleszkópjával (napkép: 42·4 cm) összekötött spektrográfiájával (a másodrendű színekben, hol 1 Å-nek 2·96 mm felel meg) folynak az észlelések a vas λ 6173·553 Zeemann tripletjében. Az 1915—17. év eredményeinek rövidebb összefoglalását HALE, ELLERMAN, NICHOLSON és JOY¹¹ közösen publikálták, míg a későbbi esztendőök megfigyelési anyaga HALE és NICHOLSON: *Magnetic observations of Sunspots, 1917—1924*¹² nagyszabású munkájában van bő részletességgel összegyűjtve. 1920 májusától a foltok mágneses osztályozása, polaritásuk és a térerősségek nagysága (100 gaussokban) a *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*-ben jelenik meg. (Ha a mág-

⁸ 1887—1898; 1938—: Publ. Eidg. St. Zürich I—IV; VII—; 1926—1937: Astr. Mitt. (Zürich.)

⁹ R. C. CARRINGTON: *Observation of the Spots on the Sun*, (1853, XI, 9—1861 III, 24) London, 1863.

¹⁰ A. G. Publ. XIII; SPÖRER . . . , (auf Kosten d. kg. Preus. Cultus-Min. 1876); Publ. Potsdam Nr. 1; Nr. 5; (1861, I, 24—1879 XII).

¹¹ Ap. J. 49, 153, 1918; Mt. W. C. 165.

¹² Papers of the Mt. Wilson Observatory Vol. 5, pts. 1, 2; Carnegie Inst. Wash. Publ. No. 498 (1938).

neses polaritás északi, azon azt kell érteni, hogy a folt mágneses terének északi pólusa van felül.) Mágneses napfolt-megfigyelések csak a Mt. Wilsonon folynak, de ez elegendő, mivel csak a nagyobb foltoknál lehetséges ilyen észleléseket végrehajtani, ezek élettartama viszont rendszerint olyan hosszú, hogy nem igen tudnak az észlelés alól kimaradni. A mérések általában vizuális úton történnek.

A legérdekesebb eredményt a napfoltokra vonatkozólag a mágneses napciklus törvénye nyújtotta.¹³ Kiderült, hogy csak 2—2 napfoltciklus együttesen alkot egy nagyjából azonosan ismétlődő periódusos napfizikai jelenséget. A foltok polaritásának eloszlása u. i. nincs a véletlenre bízva, hanem az egymásmelletti (ugyanazon foltcsoporthoz tartozó) foltpárok polaritása általában ellenkező. Továbbá, ha a Nap északi vagy déli féltékét tekintjük, úgy az «elől menők»¹⁴ polaritása túlnyomórészt egyező marad napfolt minimumtól a következő minimumig; új napciklus kezdetén a páros foltok polaritásának sorrendje is felcserélődik. A déli félgömbön a sorrend az északiéval ellenkező. 1908—1925 között észlelt mintegy 2000 bipoláris foltnál 1735 esetben 41 ellenében volt beigazolható ezen szabály. 1938 július 1—1939 június 30 között a foltcsoportok mágneses osztályozásának eredménye:¹⁵ szabályos 376, szabálytalan 16, nem klasszifikálható 164. Jelenleg a Nap északi félgömbjén az előlmenő folt az északi polaritású.

A HALE-féle mágneses napfoltciklussal valószínűleg szoros kapcsolatban van a SPÖRER-féle törvény,¹⁶ mely szerint a foltok közepes héliografikus szélessége minimumtól—minimumig egy bizonyos meghatározott módon csökken, kb. 30°-ról 8°-ra. Már ez magában lehetővé teszi a régi és új ciklushoz tartozó foltok szétválasztását. (A foltok nagyjából az 5—40 fok héliografikus szélességi övbe esnek; 45°-nál magasabb szélességben még sohasem észleltek napfoltot.)

A napfoltok gyakoriságának problémája még sok nem eléggé vizsgált kérdést hagy nyitva. Így az északi és déli félgömbön a maximumok idejének és magasságának különbözőségét.¹⁷ A keleti és nyugati félgömb különbözőségét az új foltok keletkezése és maguk a foltok száma tekintetében.¹⁸ A sajátságos rotáció-törvény figyelembevétele után fennmaradó sajátságokat, stb. A foltok fejlődésük szerinti osztályozását nagy vonásokban ismerjük már (1. ábra), de a fejlődés törvényszerűségeinek kikutatása még eléggé hátra van.

¹³ HALE és NICHOLSON, Ap. J. 62, 270, 1925; Mt. W. C. 300.

¹⁴ A Nap forgása értelmében.

¹⁵ Mt. Wilson Annual Rep. 1938/39.

¹⁶ V. ö. 10.

¹⁷ LD. W. BRUNNER—HÖGGER, Astr. Mitt. (Zürich) Nr. 136, S. 324, 1938; Nr. 37, S. 393, 1939 és első sorban egy jelenleg még sajtó alatt álló közleményt.

¹⁸ Ezen tapasztalat feltétlen reális. V. ö. M. WALDMEIER, Astr. Mitt. (Zürich) Nr. 138.

A kétségtelenül legfigyelemreméltóbb haladás a napfoltgyakoriság tulajdonságát illetőleg WALDMEIER¹⁹ nevéhez fűződik. WALD-



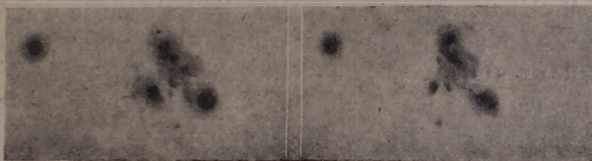
1. ábra. A napfoltok fejlődésük szerinti osztályozása. (A zürichi *Eidg.* Csillagvizsgáló több évtizedes megfigyelései alapján.)²⁰

Az ábrán három tipikus példa látható. A fejlődés menete: felülről lefelé tart és az elején lényegesen gyorsabb, mint később. De hangsúlyozni kívánjuk, — legalábbis ami a fejlődést illeti — hogy a példákból nem szabad az általános esetre következtetni. Viszont minden foltcsoport könnyen besorozható az itt látható folt típusok valamelyikébe. Néhány gyakori példa a foltok fejlődésére a következő: (az egymásutáni betűk a foltcsoport növekvő idővel felvett alakját mutatják; ha közbeesők kimaradnak, úgy az azt jelenti, hogy azt a típust a foltcsoport fejlődése közben átgorja) A, C, D, E, H, I; A, B, C, D, I; A, B, C, A. A fejlődés időbeli lefolyására egy példa még a 2. ábra.

¹⁹ Astr. Mitt. (Zürich) Nr. 133, 1935.

²⁰ Publ. Eidg. St. Zürich VII. S. 6. 1939. (H. 1.)

MEIER kimutatta, hogy a napfoltgörbék összessége egyparametes görbesereget alkot, hol a parameter a maximális intenzitás. Nagy maximumhoz rövid felszálló idő tartozik és viszont. Továbbá a napfoltgörbe maximum utáni alakját is a maximum magassága hatá-



2. ábra. Példa egy szabálytalan foltcsoport kétnapi (lassú) változására. A baloldalon látható kerek folt közben nem változik. Az ilyen (I típust elért) foltok néha hetekig változatlanul maradnak. (Szerző felvételei a zürichi *Eidg.* Csillagvizsgáló naprefraktorával.)

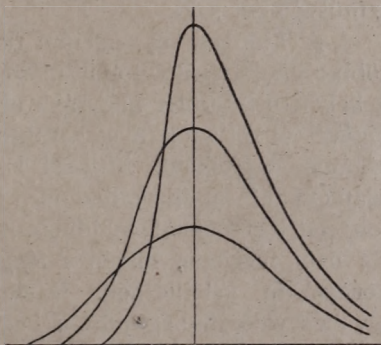
Ezen jobboldali irreguláris foltcsoporttal állott összefüggésben az a különösen erős erupció, mely a hazánkban is oly szépen látható márciusi északifényt okozta. Baloldali felvétel 1940 III. 26-án, jobboldali 28-án készült.

rozza meg (3. ábra). A terület, amit a görbe, minimum és maximum között az abszcissa tengellyel bezár, állandó. Ezúton tehát, ha már az új ciklus beállt, előre lehet jósolni a maximum idejét és intenzitását. WALDMEIER úgy gondolja, hogy a minimumoknak nincs fizikai jelentősége.

3. Fáklyák és flokkuluszok.

A foltoknál a napfelület aktív vidékeit tartósabban jelölik meg a fáklyák. Gyakoriságuk együtt változik a foltokéval. A *Greenwich Photoheliographic Results*ban (a foltok mellett) a fáklyák pozícióit és az általuk elfoglalt területek nagyságát is megtaláljuk. A zürichi heliografikus átnézeti térképeken azonnal szembeötlik, hogy a foltok legtöbbszörre fáklyamezőben vannak, míg a fáklyák nem szorítkoznak a foltok környékeire. Javarészüket a foltok övébe esik ugyan, de gyakran előfordulnak magasabb szélességeken is.

A nagy foltokat sokszor körülvevő fényes öv (amit WALDMEIER²¹ a napfolt harmadik részének nevez) a fáklyákkal valószínűleg rokon-



3. ábra. A napfoltgörbék sematikus vázolata. (Waldmeier után.)

²¹ Astr. Mitt. (Zürich) Nr. 138, 1939.

jelenséget képez és a WILSON-féle alakváltozásnak is a valószínű okozója.

A főleg napfoltok környékén és a foltok felett lebegő fényes hidrogén és kalcium flokkuluszok beható tanulmányozása a napfizikával kapcsolatos folyamatos észlelések legfőbb feladata. A megfigyelések általában a hidrogén H_{α} és az ionizált kalcium K vonalában folynak. A spektrohéliográfal és a spektrohélioszkóppal, ha a második rést egy FRAUNHOFER-vonal kontúrján végigvezetjük, a kromoszféra különböző magasságú részéről kapunk képet. A sebességek eloszlása könnyen tanulmányozható a DESLANDRES-től származó *spectro-enregistreur des vitesses*-féle megoldással vagy, még egyszerűbben, a második rés elé helyezett «vonaleltoló» plánparallel lemezzel.

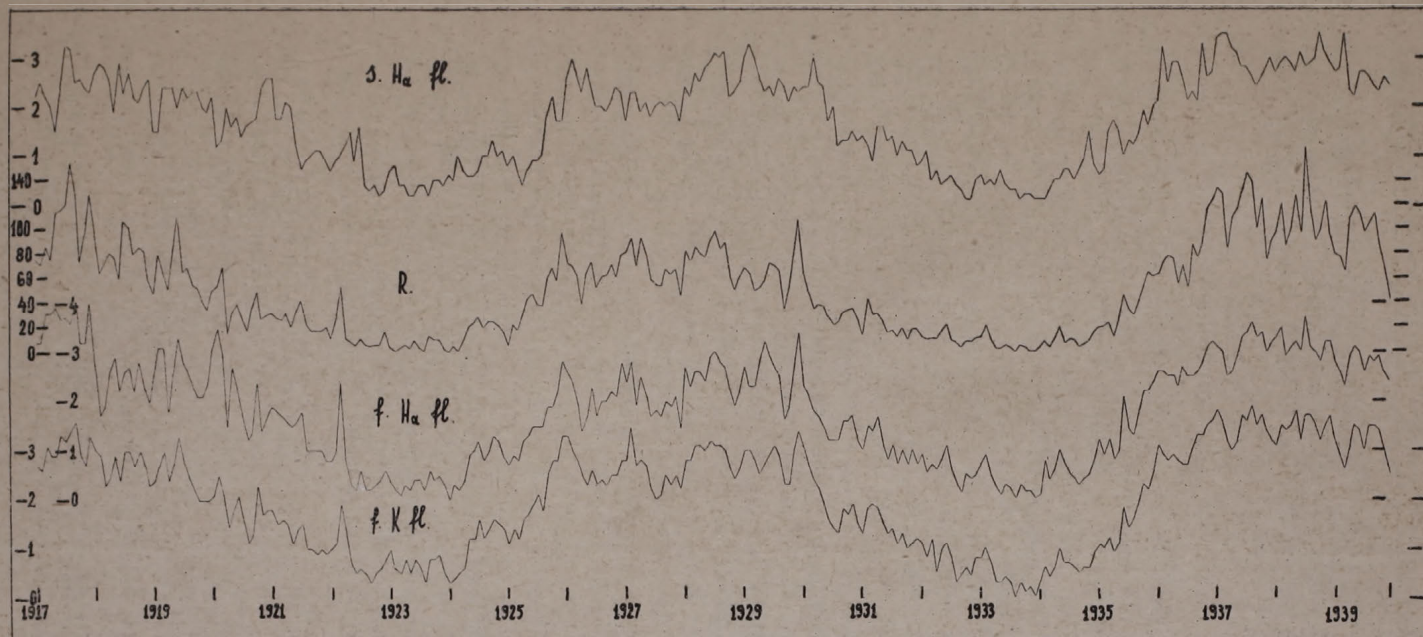
Igen kényes, de fontos s még keveset vizsgált dolog a flokkuluszok exakt fotometrálása. Különösen azt a kérdést kellene mihamarabb tisztázni, hogy milyen minimális fényességnövekedést illet meg az erupció szó. S van-e elvi különbség vagy csak fokozatbeli egy kisebb fényességváltozás és az erős korpuszkuláris sugárzással is egybekötött erupciók között. Másik ugyancsak kevésbé kutatott tárgykör a hélium és a további más elemek alkotta flokkuluszok tanulmányozása; elsősorban a különböző fajta flokkuluszok közötti összefüggés és az integrált fényben látható fáklyákkal való kapcsolat (ami valószínűleg nem sok).

A hidrogén és kalcium flokkuluszok gyakoriságának észlelése több csillagvizsgálón folyik már évek óta.²² A flokkuluszok száma és a beborított terület nagysága alapján 0-tól 5-ig terjedő skála segítségével állapítanak meg karakterszámokat, a flokkuluszok gyakoriságának mértékéül. 1917-től kezdve rendelkezünk ilyen karakterszámokkal,²² amik voltaképpen nem mutatnak mást, mint a napfoltrelatívuszámokkal majdnem teljesen egyező változást (4. ábra). Ez nem meglepő, hiszen a fényes flokkuluszok elsősorban a foltok környékein keletkeznek. Karakterszámaik meghatározását így a jövőben valószínűleg abba is hagyják.

Az *I. A. U.* megbízásából, a zürichi héliografikus átnézeti térképek mintájára és azonos méretben, a meudoni asztrofizikai obszervatórium ad ki kártyákat és katalógust a flokkuluszokról.²³ Az észlelési anyagot jobbra a meudoni spektrohéliográf szolgáltatja. A hiányzó felvételeket a coimbrai, kodaikanali és a wilsonhegyi csillagvizsgálók

²² Character Figures of Solar Phenomena Vol. I—IV. (1917—1938.) Publ. by the Eidg. St. Zürich (az *I. A. U.* megbízásából), Zürich, 1932—1939. Folytatását ld. Quarterly Bulletin on Solar Activity cím alatt.

²³ Cartes synoptiques de la chromosphère solaire et catalogue des filaments de la couche supérieure. Obs. de Paris sec. d'astrophys.; à Meudon. Eddig megjelent: Vol. 1.-ből, fasc. II—VI (1932—36). Az 1920—27-es évekre nézve ld. Ann. de l'Obs. d'astronomie physique de Paris, Meudon, Tom. VI. Fasc. I—V.



4. ábra. Flokkuluszok és napfoltok gyakorisága 1917—1939 között. (Az *I. A. U. Bulletin*-ben megadott karakterszámok nyomán készült diagramm.)

Felülről lefelé: sötét hidrogén flokkuluszok (protuberanciák), Wolf-féle relativszámok, fényes hidrogén flokkuluszok, fényes kalcium flokkuluszok.

pótolják. A Meudonban fotografált spektrohéliogrammok alapján készülő provizórikus kártyák (a véglegeseknél jóval kisebb alakban) 1929 márciusa óta a *Bulletin de la Société Astronomique de France*-ban jelennek meg.

4. Erupciók.

A kromoszférikus erupció fogalmának egyértelmű pontos definíciójáról ma még voltaképpen nem beszélhetünk. Egyszerűen azokat a jelenségeket nevezzük erupcióknak, melyeknél vagy egy fényes (hidrogén) flokkulusz fényesedik ki feltűnően bizonyos időre vagy percek alatt, új nagy fényességű flokkulusz lép fel, aminek fénye rövidesen lényegesen lecsökken, sőt újból egészen el is tűnhetik. A második eset aránylag ritka; erupció legtöbbször fényes flokkuluszból fejlődik ki. Mindkét lehetőségnél azonban az a leggyakoribb, hogy az erupció után fényes flokkulusz marad hátra. Jellemző tulajdonsága az erupcióknak, hogy H_{α} igen erős emisszióban jelenik meg, de a lényeges momentum a gyors fényességváltozás. Az egész tűnemény középértékben mintegy $\frac{1}{2}$ óra alatt játszódik le. Magát a fényességváltozást különféle alakváltozások kísérik. Az erupció sokszor összefüggő tartományt fed be, de sűrűn előfordul, hogy több különálló részből áll. Ezek azonban általában mind egyazon foltcsoport körül tömörülnek. Az egyes részek lehetnek egyidejűleg aktívak, vagy akár sorra egymásután a különböző csomók.

Az erupció elnevezés tulajdonképpen nem találó, mivel szó sincs valami «kitörésről», csupán átmenetileg fényességnövekedés jön létre. Igaz ugyan, hogy az erupciók erős korpuszkuláris sugárzással vannak egybekötve, de a korpuszkuláris sugárzást közvetlenül nem tudjuk észlelni és csak hatásai révén, elméleti úton következtethetünk létezésére. Magában a megfigyelhető erupcióban (a fényesség növekedésével párhuzamosan menő expanziótól eltekintve²⁴) egyáltalában nincsenek nagyobb sebességgel mozgó makroszkópikus tömegek. A mért sebességek rendszerint alulmaradnak 10 km/sec-nál. Ezért ír pl. RICHARDSON²⁵ erupciók helyett egyszerűen fényes kromoszférikus «zavarokról».

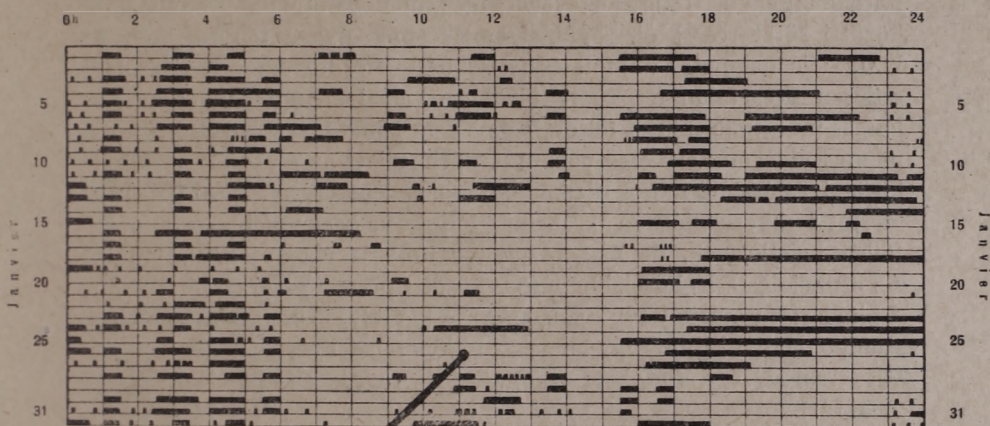
Az erupciók szisztematikus észlelése általában a H_{α} vonalban történik, a legtöbb helyen spektrohélioszkóppal. Egyedül a Mt. Wilsonon vezettek be 1936 júniusától nagyobbszabású programot erupciók lefolyásának spektrohéliogrammok alapján való tanulmányozására. Ha csak derült van és nincs monokromatikus napészlelés valamilyen hosszú gyújtótávolságú műszerrel, úgy állandóan megy az

²⁴ Lásd WALDMEIERNEK készülöben lévő és a közeljövöben a Z. t. Ap.-ben megjelenő cikkét.

²⁵ Ap. J. 90, 368, 1939.

automatikus spektrohéliográf. Ezeken a kinematikus kamra segítségével normálfilmre fotografált felvételeken a Nap átmérője 2 cm. Az 1—2 percg tartó expozíciókat 1—2 perces szünetek szakítják meg.

Az erupcióknak az *I. A. U.* által megszervezett rendszeres észlelése 1934 óta folyik. Jelenleg 20 csillagvizsgáló vesz részt a megfigyelésekben. Már a nap minden órájára van észlelő beosztva, de mivel a meteorológiai viszonyok erősen korlátozzák a munkalehetőségeket, így mint az az 5 ábráról látható, a különböző helyeken felállított műszerek száma még távolról sem elégséges. Azt kellene



5. ábra. Spektrohélioszkóp és spektrohéliográf effektív észlelési idők 1939 januárjában. (Az *I. A. U. Bulletin* után.)

Az észleléseket a fekete vonalak jelölik.

elérni tudni, hogy egyetlen percg se maradjon a Nap spektrohélioszkóp vagy spektrohéliográf észlelés nélkül. Az észlelések közös feldolgozását D'AZAMBUJA végzi Meudonban. Az eredmények a *Quarterly Bulletin on Solar Activity*ben lesznek két táblázatban publikálva negyedévenként.²⁶ Az egyik táblázatból az egyes erupciók közötti kapcsolatokat lehet könnyen áttekinteni. Míg a másikban a közvetlen észlelési adatok között, az erupció közelítő heliografikus szélességén és centrálmeridiántól való távolságán kívül megtalálhatók az erupció kezdetének, végének (?) és maximális fényességének időpontjai, továbbá az erupció jelentőségét (intenzitását) feltüntetető számok. Az erupciók jelentőségének megjelölésére (részben a fényesség, de főleg) az erupció területi kiterjedtsége figyelembevételével 1—3-ig terjedő skála szolgál. Az észlelési adatok középértékét véve általában azt

²⁶ Character Figures of Solar Phenomena Vol. 4. (1934—38-as évekről.) Az 1939-es év megfigyelési anyagától kezdődőleg 1. Quarterly Bulletin on Solar Activity cím alatt.

mondhatjuk, hogy az 1-es erupciónál az erupció által elfoglalt terület 110 milliomodrészre a látható napfelületnek. Míg a 2-es, illetve 3-as jelentőségű nagyobb erupciónál 350, illetve 900. A különböző intenzitású erupciók relatív gyakoriságáról a 2. táblázat második oszlopa nyújt felvilágosítást.

Az erupciók kevés kivétellel csak foltok környékein lépnek fel. Az 1937-ben Zürichben észlelt 168 erupció közül 9 nem esett foltcsoport közé, de ezeknél is 5 esetben vagy előtte vagy utána az erupció helyén kisebb folt volt látható. Ha meggondoljuk, hogy egész kis foltokat gyakorlatilag alig lehet megkülönböztetni a granullációk közötti sötét részekről, továbbá emlékezzünk arra a tényre, hogy a HALE-féle mágneses napfolt észleléseknél előfordul, hogy a látszólag teljesen zavartalan fotoszféra bizonyos helyei ugyanolyan mágneses hatást mutatnak mint a foltok,²⁷ úgy nem lenne elvetni a foltmentes vidéken keletkező néhány erupció miatt az erupciók és foltok közötti valószínű szoros fizikai kapcsolat lehetőségét. WALDMEIER szerint²⁸ az erupciók gyakran kis foltok vagy nagyobb penumbra fölött keletkeznek, de magán a nagy umbrás részen alig láthatók. Az erupció és a legközelebbi főfolt közötti távolság leginkább 2° – 3° . A bipoláris foltnál úgy tűnik fel, mintha a két folt közötti tér az erupciók szempontjából kitüntetett lenne. A különösen fényes erupciók irreguláris mágnességű foltokkal szoktak összefüggésben állani (l. pl. a 2. ábrát).

Hogy milyen fizikai vonatkozásban áll egymáshoz folt és erupció, ennek eldöntésétől még igen távol vagyunk. Csupán statisztikai összefüggések ismeretesek.²⁹ WALDMEIER²⁸ szerint nagyobb foltcsoport kifejlődése közben az erupciók gyakorisága a maximális fejlettségi fok (F típus) eléréséig erősen növekszik, míg az újbóli csökkenés sokkal lassúbb. Erupciók gyakoriságának az aktív vidékek korával való összefüggésére a 6. ábrából is nyerhetünk felvilágosítást. Fontos lenne tisztázni, — amikre nézve ma még igen megoszlanak a vélemények —, hogy milyen magasságban keletkezik az erupció a fotoszféra fölött. Az erupciókkal kapcsolatban álló és a maximális fényesség elérése után keletkező rövidéletű gyorsan mozgó protuberanciákról is fölötébb keveset tudunk. Az erupciók mintegy 20%-ánál láthatunk ilyen protuberanciákat. Ezeket rendszerint mint sötét flokkuluszt lehet észlelni a napkorongon. Mozgásuk leginkább a főfoltba irányul, mintha a folt vonzása folytán tennének szert a nagy sebességekre.

Az erupciók gyakoriságában is mutatkozni kell a 11 éves napfolt-

²⁷ Ilyen esetben úgy látszik, mintha a foltokra jellemző örvénylés nem érte volna el a fotoszféra felsőbb rétegeit és ezért marad a folt láthatatlan.

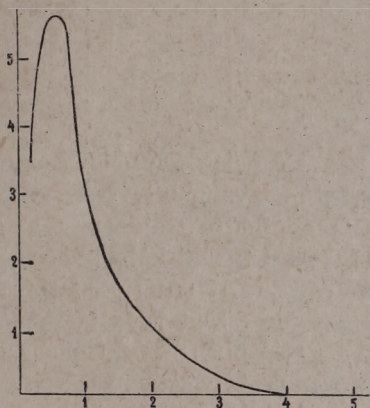
²⁸ Z. f. Ap. 16, 276, 1938.

²⁹ Lásd: GIOVANELLI, Ap. J. 89, 555, 1939.

ciklusnak. Az utóbbi napfoltmaximumban 1937 nyarán naponta átlagban 7 erupció volt. Míg minimumkor, különösen alacsony maximum után előfordulhat, hogy hónapokig egyetlenegy sem következik be.

Erupciók fényességváltozásának mérése eléggé nehéz fotometriai feladat. Különösen megnehezíti ezt az erupciók fellépésének kiszámíthatatlansága, úgyhogy az észlelőnek a mérési előkészületekhez jóformán csak másodpercek állnak rendelkezésre. Kifogástalan fotometriai tanulmány erupciók fényességváltozását illetőleg így mind máig nem is jelent meg. Nagyjelentőségű azonban a WALDMEIER³¹ által alkalmazott módszer erupciók fénygörbéjének megállapítására, hol a fényességmérés a H_α vonal szélességének mérésére van visszavezetve. Egy-egy mérés ilymódon néhány másodperc alatt elvégezhető a spektrohélioszkóp vonaleltoló lemezével. A tapasztalat u. i. azt mutatta, hogy az emisszióban megjelenő H_α vonal szélessége a fényességgel növekszik. A műszerállandóktól függő egyértelmű összefüggést kísérleti úton könnyen meg lehet határozni. Igaz, hogy kis fényesség ingadozásoknál, mint az 1-es intenzitású erupciók, a módszer eléggé bizonytalanává válik.³²

Ezzel a vonalszélességet mérő módszerrel sikerült WALDMEIER-nek több erupció teljes fénygörbét végigészlelni.³¹ A fényességnövekedés rendszerint meredek felszálló ággal kezdődik, míg a maximum elérése után az intenzitás esése jóval lassabban megy végbe. A fénygörbe kezdete és a maximum a legtöbb esetben oly éles, hogy időpontjaikat percnyi pontossággal állapíthatjuk meg. Ezzel szemben az erupciók vége nagyon határozatlan. A fénygörbe utolsó darabja nagyon laposan fut, gyakran már csak azért is, mivel a legtöbbször az erupciók környéke az erupció után még órákig abnormisan fényes marad. A maximum eléréséhez szükséges idő általában egyötödét teszi ki az erupció élettartamának. Az élettartamokra vonatkozólag



6. ábra. Erupciók gyakorisága és a flokkulusz-mező kora közötti összefüggés.

(D'Azambuja³⁰ után.)

Abszcissa: a flokkulusz-mezők kora naprotációkban. Ordináta: erupciók közepes száma.

³⁰ B. S. A. F. 53, 97, 1939.

³¹ Z. f. Ap. 20, 46, 1940.

³² V. ö. GIOVANELLI, Ap. J. 91, 334, 1940.

statisztikailag áll az a törvényszerűség, hogy minél nagyobb az erupció, annál hosszabb ideig tart. (2. Táblázat.)

2. Táblázat.

Erupciók élettartama. Az 1935 júliusától — 1937 decemberéig tett megfigyelések alapján. (Waldmeter²³ után)

Intenzitás	Számuk	Leggyakoribb élettartam	Közepes élettartam
1	74%	10 perc	21 perc
2	20%	27 «	38 «
3	6%	48 «	61 «

Erupciók folytonos spektruma általában a napkontinuum 1%-ra tehető, de vannak kivételes esetek, mikor az erupció integrált fényben is jól látható. Majdnem teljesen kutatatlan dolog ezidőszerűleg az erupcióspektrum különböző részeinek egymáshoz viszonyított relatív változásai. Az erupció lefolyása a különböző elemek főbb vonalaiban is az alig észlelt jelenségek közé tartozik.

Régebben, a spektrohélioszkóp előtt az erupció-észlelések tisztán a szerencsés véletlenek voltak köszönhetőek. Nem is szólva a még sokkal korábbi néhány nagy erupció vizuális megfigyeléséről.³³ Ezekről, az akkoriban észlelt és igen különleges ritka tünetményeknek tartott jelenségekről csak most az utóbbi időkben derült ki, hogy voltaképpen eléggé közönséges napfelületi elváltozások, és hogy ezek a régebben észlelt jelenségek nem voltak egyebek, mint erupciók. Legtöbbjét közönséges spektroszkóppal figyelték meg; direkt fényben is láttak egynéhányat.

A legutóbbi évek megfigyeléseiből annyi bizonyos, hogy a nappali fél földgömbön a rövidhullámú rádiófadíngék oka az erupciókból jövő erősen megnövekedett ibolyántúli sugárzásban rejlik. Nagy erupciókban a sugárzás 1100—1300 Å között 60%-kal lesz nagyobb a normálnál.²⁵ A megnövekedett rövidhullámú sugárzás erősen befolyásolja az ionoszféra állapotát. A nagyobb földmágneses viharokat és a sarkifényt pedig az erupciókból kilövelt, s a Földet átlagban 26 óra alatt elérő töltött korpuzkuláris részek okozzák.

³³ Régebbi erupciókról összefoglaló cikkek: HALE, Ap. J. 73, 379, 1931, (az 1892—1926 közötti nagyobb erupciók és az elsőnek észlelt 1859-es CARRINGTON—HODGSON-féle); NEWTON, J. B. A. A. 50, 273, 1940, (No 8), (spektroszkóppal történt észlelések 1869—1882 között).

5. Protuberanciák.

A protuberanciákat gyakoriságuk változása és mozgásaik miatt van jelentős értelme folyamatosan megfigyelni. A protuberanciák gyakoriságának és eloszlásuknak változásaira irányuló észlelések már a múlt század második felében megindulhattak, míg a mozgások kielégítően beható tanulmányozása csak az utóbbi időben kezdődhetett meg.

Egészen a spektrohéliográfig, egyedül a protuberanciaspektroszkóppal lehetett folyamatos protuberancia észleléseket végrehajtani vizuális úton. A protuberanciaspektroszkóppal a napkorong szélén látható protuberanciák segítségével azok héliográfikus szélesség szerinti eloszlása, valamint ezen eloszlás és gyakoriságuk változása kielégítő módon volt tanulmányozható. Különösen az olasz csillagászok végeztek ilyen megfigyeléseket.³⁴ Figyelemreméltó helyet foglalnak el a protuberanciaspektroszkóppal történt megfigyelések között, a nagy anyag homogenitása miatt, FÉNYI-nek³⁵ a kalocsai *Haynald* csillagvizsgálón folytatott 32 évre kiterjedő protuberancia észlelései. Protuberanciaspektroszkóppal a mozgások érdemlegesen nem voltak vizsgálhatók.

Jóval előbbre vitte a protuberanciák tanulmányozását a spektrohéliográf. Ma már tudjuk, hogy a Nap korongján látható sötét flokkulusok nem mások, mint protuberanciák. A mozgások spektrohéliogramok alapján való mérésére hátránnyal jár, hogy a protuberancia nagy Doppler-effektust mutató részei hiányzanak a felvételekről. Itt nagy Doppler-effektus alatt általában a 30 km/sec-os sebességet meghaladót kell érteni. Újabban sikerült a *Mc Math-Hulbert* csillagvizsgáló toronyteleszkóppal összekötött spektrohéliográfját úgy átalakítani, hogy a protuberanciának még jelentős Doppler-effektussal bíró részeit is le lehessen fotografálni. Ez a műszer a világ legbonyolultabb csillagászati műszere. Még régebben az átalakítás előtt vele gyűjtötték össze a napperemen látható protuberanciák mozgásaira vonatkozó megfigyelési anyag legnagyobb részét. Az utóbbi években azonban sokat vesztett jelentőségéből a *Mc Math-Hulbert* csillagvizsgáló műszere; sőt a legújabb fejlődés a közel jövőben egészen háttérbe fogja szorítani.

A LYOT-féle koronográf u. i. a protuberanciák mozgásainak tanulmányozására szintén igen alkalmasnak bizonyult. Előnyét más műszerekkel szemben elsősorban a képek eddig utolérhetetlen kvalitása

³⁴ I. a *Memorie degli Spettroscopisti Italiani* különböző köteteit.

³⁵ Haynald Obs. Publ. IV, 1888; VI, 1892; VIII, 1902; X, 1911; XII, 1923; XIII, 1923; XIV, 1924; XV, 1924; összefoglalóan az 1886—1917 közötti észlelések főbb eredményeivel ld. még: XI, 1922.

nyújtja és a fotográfiai felvételekhez szükséges expozíciós idők aránytalan rövidege. Pillanatnyilag még csak két koronográf van üzemben, de a segítségükkel nyert felvételek alapján máris előbbre sikerült jutni valamivel a protuberanciák mozgásainak megismeréséhez.³⁶ A jövő műszere a protuberanciák vizsgálatára a koronográfnál lényegesen egyszerűbb (és olcsóbb) lesz. A polarizációs monokromátor elven alapuló nemrég előállított interferencia szűrők, bármilyen közöséges távcsővel összekötve alkalmasnak mutatkoztak protuberancia-észlelésekre.³⁷ Az új módszer a protuberanciák észlelése szempontjából nem lesz ugyan jobb mint a koronográf, de tudományos szempontból mégis nagy hordereje van az új észlelési lehetőségnek, mivel ezáltal lehetségessé válik hamarjában több csillagvizsgálón észleléseket rendszeresíteni a protuberanciákban végbemenő mozgások mérésére.

Míg a koronográf és az újfajta szűrő segítségével a protuberanciák csak a Nap peremén észlelhetők, addig magán a napkorongon spektrohélioszkóppal tanulmányozhatók a legjobban. Különösen NEWTON H. W. foglalkozott sokat Greenwichben a sötét flokkuluszokként mutakozó protuberanciákkal. A Nap szélén a koronográffal a protuberanciáknak csak a látóvonalra merőleges síkbeli mozgásait tanulmányozhatjuk. Ha egyidejűleg spektrohélioszkóp észlelések is folynak, úgy megállapíthatjuk a teljes három dimenzióbeli mozgásokat. Sajnos, ilyen irányban rendszeres nagyobb észlelési sorozatokat eddig még nem végeztek.

A protuberanciák gyakoriságára vonatkozólag is az *I. A. U.* irányítása mellett folynak jelenleg az észlelések. A napperem szélén a protuberanciák napról-napra látható képét néhány közreműködő csillagvizsgáló megfigyelései nyomán *«Immagini spettroscopiche del bordo solare»* cím alatt Arcetriben publikálják 1922 óta. A fényes flokkuluszokkal egyszerre és ugyanazon mintára a sötét H_{α} flokkuluszok gyakoriságának változására is határoznak meg karakterszámokat és a meudoni térképeken heliográfikus eloszlásuk is a fényes flokkuluszokkal együtt fel van tüntetve. Greenwichben 1930-tól kezdve rendszeres spektrohélioszkóp-észleléseket vezettek be a sötét hidrogén flokkuluszok tanulmányozására. A mérési eredményeket — a flokkuluszok hosszát, viszonylagos helyzetüket a legközelebbi folthoz és a mért radiális sebességeket stb. — a *Greenwich Photo-heliographic Results*ban találhatjuk meg.

A protuberanciák közepes dimenzióit nagyjából a következő számokkal jellemezhetjük. Magasság : $50 \cdot 10^3$ km, szélesség : $10 \cdot 10^3$

³⁶ I. DEZSŐ, Publ. Eidg. St. Zürich, VII, (Heft 2–3) 1940 és P. PUB, Ann. Obs. Paris—Meudon, 8, (fasc. 4) 1939.

³⁷ Magáról az interferencia-szűrőről I. H. SIEDENTOPF, I WEMPE, A. N. 270, 276, 1940. Az első protuberancia-észlelésekről későbbi közlemény fog beszámolni.

km, hosszúság: $200 \cdot 10^3$ km. A *Mc Math-Hulbert* csillagvizsgálóban az ott felgyűlt nagy észlelési anyag alapján megkísérelték a protuberanciákat különböző típusokba sorozni. De az osztályozás fizikai realitása eléggé bizonytalan. Valószínűbb, hogy az erupciókkal kapcsolatos, rendszerint csak rövid néhány percnyi élettartamú protuberanciáktól eltekintve a többi protuberanciák mind egyfajta. Az észlelt különbségeket így, mint a protuberancia életének más-más fázisát kellene felfogni.

A protuberanciák általában elkerülik a fáklya-, illetve flokkuluszmezőket; a fáklyák övébe eső protuberancia rendszerint két-két flokkuluszmező között helyezkedik el, de a protuberanciák előfordulnak egészen a pólusokig. Héliográfikus szélesség szerinti eloszlásuk



Waldmeier felvételei.

7. ábra. A zürichi csillagvizsgáló 2050 m tengerszint feletti magasságban fekvő észlelő állomása az Arosa melletti Tschuggenen.

Ez az egyetlen obszervatórium jelenleg, ahol az egész év tartamán át lehet korona megfigyeléseket végezni.

gyakorisága kettős maximumot mutat; az egyik alacsony, a másik egészen magas szélességbe esik. Érdekes statisztikai sajátossága még a protuberanciáknak a nyugatra való mintegy 10° -os elhajlás.³⁸ Az újabb vizsgálatok szerint a protuberancia alakja azonos a különböző elemek színképvonalainak fényében, csupán intenzitásuk különböző.

A protuberanciák gyakorisága is követi a napfoltok ciklikus változását (4. ábra). De nincsen még tisztázva: a protuberanciák héliográfikus szélesség szerinti eloszlásának, gyakoriságuknak és a 11 évi periódusnak egymáshoz való pontos vonatkozásai; a szélesség szerinti eloszlás maximumának fáziseltolódása az északi és déli félgömbön; protuberancia, napfolt és flokkulusz egymáshoz való viszonya etc. Nem is szólva a protuberanciákban végbemenő mozgások törvényszerűségeinek kikutatásáról, aminek még egészen a kezdetén tartunk.³⁹

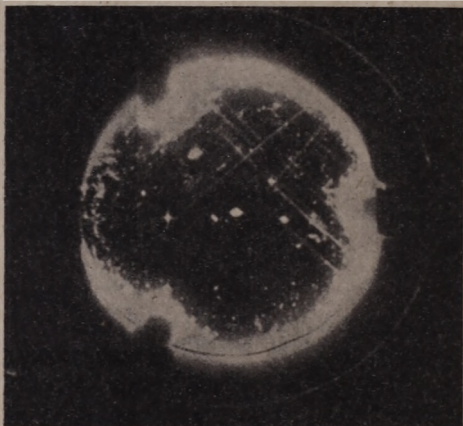
³⁸ M. ROUMENS, C. R. 201, 127, 1935; B. S. A. F. 50, 505, 1936.

³⁹ J. szerzőnek a protuberanciák mozgásáról szóló megjelenőben lévő cikkét a Csillagászati Lapok 4. évf., 1. számában.

6. Napkorona.

Már régóta tudott tény, hogy a korona alakjának változása a napfoltok gyakoriságának függvénye.⁴⁰ A korona változásainak részletekbe menő feltárására azonban a koronográf előtt nem gondolhattunk.

A LYOT-féle koronográffal, ha a megfigyelő-állomás fekvését különlegesen tiszta, pormentes magaslati helynek választjuk, hogy a szórt fény lehető minimum legyen, úgy állandóan végezhetünk legkülönbözőbb koronaészleléseket. Ezidőszerűleg még csak két



8. ábra. (LYOT után.)

koronográf van felállítva: a Pic du Midin (2870 m) és Arosában (2050 m). De ezek közül is csupán az arosai használható kényelmesen az egész év tartamán át, míg a Pic du Midi a magas hó miatt mindössze a nyári hónapokban szolgál civilizált munkahelyül.

WALDMEIER-nek⁴¹ első arosai megfigyelései máris érdekes eredménnyel jártak. WALDMEIER észlelései szerint a korona vonalas emissziójának intenzitása gyors változásoknak van kitéve és

úgy látszik, hogy a korona megnövekedett fényességű helyei képezik a földmágneses zavarokat okozó, a Napból jövő korpuszkuláris sugárzás fő kiindulási pontjait. Kívánatos volna tehát, hogy minél hamarabb több csillagvizsgáló koronográfot állítana fel a koronavonalak változásainak tanulmányozására. Magának a két legfényesebb (zöld és vörös) koronavonalnak az észleléséhez még nem kellene elsőrangú levegőjű megfigyelő hely. A zöld, 5303 Å-nyi vonal a fényes helyeken, a maximális intenzitás változásai és az intenzitás maximumok helyeinek vándorlása szempontjából már bármilyen közönséges jó meteorológiai viszonyokkal rendelkező vidéken is eredményesen lenne észlelhető.

⁴⁰ Ugyanez áll valószínűleg a kromoszféra magasságára is. 1922-től kezdve Arcetriben rendszeres méréseket végeznek protuberancia-spektroszkóppal a kromoszféra magasságváltozásának meghatározására. Az eddigi eredmények szerint: a közepes magasság 10'' körül van, de minimumkor a polus környékén a magasság mintegy 1''-el nagyobb, mint az egyenlítőnél.

⁴¹ Z. f. Ap. 19, 21, 1939.

A Lyot-féle koronográf.

A következőkben a Lyot-féle koronográfot szeretném még röviden ismertetni, mivel a magyaryelvű csillagászati irodalomban eddig még nem szerepel.

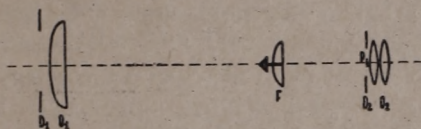
Tekintsünk pl. egy közönséges 8 cm átmérőjű, 2 m fókusztávolságú csillagászati távcsövekben használatos lencsét. Ha a lencsétől 10 méternyire Nap nagyságnyi látszólagos átmérőjű intenzív fényforrást helyezünk el, s a lencsét a mesterséges Nap képétől nem nagytávolságból lefotografáljuk, a 8. ábrán látható felvételt kapjuk. A fényes gyűrű a lencse szélén fellépő fényelhajlás következménye. A korong közepén látható nagyobb ponthoz hasonló fényesség a lencse felületein visszaverődött fénytől eredő képe a mesterséges Napnak. A többi fényes vonalakat és csomókat a lencse apró hibáin szóródó kósza fény okozza.

LYOT vette észre, hogy a napkorona észlelését a levegőben szóródó fény mellett főleg a 8. ábrán látható és a távcső optikájától származó kóbor fények akadályozzák meg. A legfőbb kelléke tehát a koronográfoknak a — lehetőségekhez képest — hibamentes objektív.

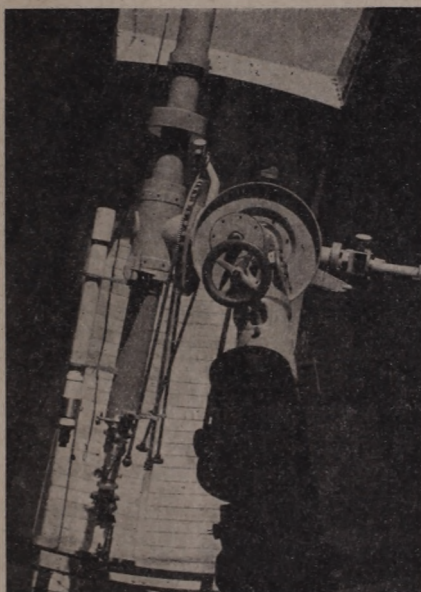
A Lyot-féle koronográf felépítését a 9. ábra tünteti fel. Az O_1 objektív a Napot az F lencse elé képezi le. A közvetlen napképet az F lencsére szerelt (kúppá kiképzett és a Nap képénél kissé nagyobb) fém tükör tartóztatja fel. Az F lencse a D_1 diafragmát képezi le a D_2 diafragma síkjába. A D_2 diafragma oly kicsinynek választandó, hogy a D_1 diafragma szélén keletkező elhajlásjelenség zavaró fénygyűrűjét teljesen felfogja. A P pontdiafragmával a 8. ábra közepén jelzett fénycsomó lesz föltartóztatva. Végül az O_2 objektív az F lencse előtti síkban keletkező napkép szélét képezi le (a koronát és a protuberanciákat) most már a zavaró fények kiküszöbölése után 1:1 méretben a csatlakozó segédműszerek számára.

1940 november.

Dezső Loránt



9. ábra. A koronográf sematikus vázlatja.



Waldmeier felvétele.

10. ábra. Az arosai koronográf.

CSILLAGÁSZATI TÁVCSÖVEK LÁTMEZEJÉNEK VIZSGÁLATA

Mindenfajta fizikai mérés pontosságát befolyásolja annak a műszernek a tökéletlensége, mellyel a mérés történik. A műszer tökéletlenségét sohase tudjuk teljesen kiküszöbölni, mindenesetre azonban arra törekszünk, hogy azt minél jobban lecsökkentsük. A ki nem küszöbölhető hibaforrásokat pedig a lehetőség szerint számbavesszük és a méréssel kapott értékeket megfelelő módon javítjuk.

A csillagoknak fényképezéssel történő fényességmeghatározásánál kellemetlen körülmény az ú. n. látmezőhiba. Ez abból áll, hogy két egyforma fényességű csillag, ha képük a lemez különböző helyére esik, nem egyforma kémiai hatást fejt ki a lemez fényérzékeny rétegében. Következtesünk a csillag fényességére a lemezen kapott csillagképnek¹ akár a nagyságából, akár annak sötétedéséből, más-más értékeket kapunk a lemez (a látmező) különböző részeiben. Mint ismeretes, a csillagkép külsőre is eltérő a lemez különböző helyein, a lemez közepétől távolodva a szélek felé, általában egyre eltorzultabb (hosszúak, csövás stb.). Ez az eltorzulás oly nagy lehet, hogy a fényességmeghatározás, ha az a csillagkép sötétedésének egyszerű megbecslése vagy a csillagkép átmérőjének a mérése útján történik, bizonytalanná, a lemez közepétől számítva bizonyos távolságon túl lehetetlenné is válik.

A csillagok fényességének meghatározása fényképlemezen legpontosabban oly műszerekkel történik, melyeknél a szubjektív tényezők a lehető legtökéletesebben ki vannak küszöbölve. Ilyen műszer a fotocellás mikrofotométer. Ennél a műszernél megfelelő nyílású diafragmán keresztül fénynyalábot bocsátunk a lemezre oly módon, hogy a fény a megvizsgálandó csillagképre essék. A fény a lemezen áthaladva fotocellára esik s az abban kifejtett fényelektromos hatás — melyet a cellával kapcsolatban lévő elektrométerrel mérünk — változik aszerint, hogy a fény útjába helyezett sötét csillagkép mennyit fog el a rajta átmenő fényből. A fényvesztesség a csillagkép nagyságától, valamint sötétedésének a fokától függ, egészben véve mértéke annak a kémiai hatásnak, melyet a csillag fénye a lemez rétegében kifejt.

A fenti mikrofotométer segítségével minden további nélkül összehasonlíthatjuk a lemez különböző részeire eső csillagképeket, függetlenül elütő alakjuktól, eltorzulásuk mértékétől. A lemez szélei felé haladva a mérésnek esetleg csak az szab határt, hogy az eltorzult csillagkép oly nagy kiterjedésű, hogy be sem fér a diafragma által a lemezre leképezett fényfoltba. Ilyenkor nagyobb diafragmát használ-

¹ Itt és a következőkben csillagképen nem a csillagok bizonyos konfigurációját (pl. Auriga, Perseus stb.) értjük, hanem valamely csillagnak a lemezen nyert képét, amint az a fényérzékeny réteg elváltozásában, megsötétedésében nyilvánul meg.

hatunk, de csak bizonyos határig, mert a diafragma növelése a pontosság rovására megy. A mérések rendszeren csak a lemez közepére korlátozódnak, ahol tehát a csillagképek még meglehetősen pontszerűek. Nagyobb távolságban a látmezőhiba már akkora, hogy tekintetbevétele bizonytalan s ennek megfelelően a mérések pontossága is egyre kisebb.

A fotometriai mérések pontosságát az a körülmény is befolyásolhatja, hogy a lemez rétege éppen azon a helyen, ahová a csillag képe esik, karcolás, szennyeződés vagy egyéb ok miatt eltérő érzékenységgű a szomszédos helyekétől. Az ebből eredő hibát csökkenthetjük, ha a felvételt nem a fókuszban készítjük. Ekkor a csillagokról nem pontszerű, hanem (az extrafokális nagyságának megfelelő) kisebb-nagyobb korongokat kapunk. Minél nagyobb a korong, annál kisebb a kis területre szorítókozó lemezzéteg hibájának a befolyása, de — egyazon expozíció mellett — annál kevesebb csillag lesz rajta a lemezen. A lemez szélei felé haladva az extrafokális képek is alakváltozást mutatnak, elnyúlnak, esetleg annyira, hogy nem férnek el a diafragma nyílásába. A korongok elnyúlása nem okoz gondot, ha a sötétedés a korongon belül teljesen egyenletes. Ebben az esetben a korongnál kisebb diafragmát alkalmazhatunk. Nem minden műszer alkalmas ilyen kielégítő extrafokális felvételekre.

A látmezőhiba (mely az extrafokális felvételeknél éppen úgy fellép, mint a fokálisoknál) elhanyagolható, ha a lemeznek csak kis kiterjedésű részében végzünk mérést, különösen ha ez a rész a lemez közepe körül terül el. Olykor azonban a lemez akkora területét használjuk fel, hogy a lemezhibát föltétlen figyelembe kell vennünk. Kedvező esetben az a korrekció, mellyel a mérésből adódó értékeket javítani kell, a középponttól a lemez szélei felé haladva minden irányban egyformán változik, vagyis a korrekció csak a középponttól való távolságnak a függvénye. Gyakran azonban a látmezőhiba igen szabálytalanul oszlik el a lemezen. Ebben az esetben a lemez minél több helyén kell azt külön-külön meghatároznunk.

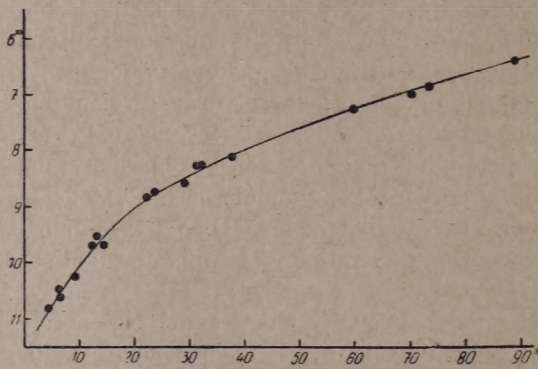
E helyen a Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet két műszerének a látmezőhibamegállapítását ismertetem. Az egyik a 16 cm-es asztrográf, a másik egy 7 cm-es Zeiss-Petzval-kamara.

A 16 cm-es asztrográf látmezőhibája.

A látmezőhiba megállapítása végett e műszerrel ($1 : 14$, $f = 220$ cm) a Coma Berenice-halmazról 6 lemezen összesen 126 felvétel készült. A felvételek hossza 40 mp volt. Egy-egy lemezen a felvételek úgy történtek, hogy az egyes felvételek között a távcső a deklináció-tengely körül bizonyos szöggel el lett fordítva. Az elforgatás szöge

10', 20' vagy 30' volt, miáltal a lemezen az egyazon csillagról nyert képek mintegy 7, 13, illetve 20 mm-re estek egymástól.

Az asztrográffal nyert csillagképek csak a lemez közepén pontszerűek. A középponttól távolodva a képek egyre jobban csóvaalakot vesznek fel. A csóva bizonyos távolságon, kb. 5 cm-en túl, a mérésnél használt mikrofotométer legnagyobb diafragmájának a nyílásába sem fér bele. Ezen a távolságon túl tehát a mérés nem eszközölhető. A középponttól távolodva a csóva oly erősen szétterül és növekszik, hogy a sötétedés sűrűségének egyidejű csökkenése (a kép elhalványodása) dacára is a középponttól távolabb lévő csillagképek többet nyelnek el a fotocellára eső fényből, vagyis sötétedésük összértéke nagyobb.



1. ábra.

A sötétedésnek ez a változása a lemez szélei irányában különböző diafragmák alkalmazása mellett eltérőnek bizonyult.

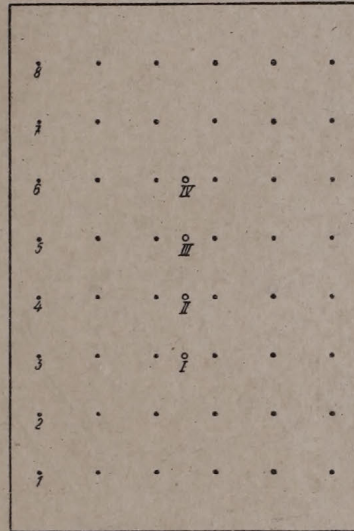
Ennél sokkal bonyolultabbá teszi a látmezőhiba tekintetbevéését az a körülmény, hogy egyazon diafragma alkalmazása esetén is a sötétedés változása más és más az

egyazon lemezen lévő különböző fényességű csillagokra, vagyis a különböző sötétedésű csillagképekre nézve. A változás annál erősebbnek bizonyult, minél erősebb a csillagkép sötétedése. A sötétedések foka szerint tehát számos táblázatra vagy grafikonra van szükségünk, hogy méréseink feldolgozásánál a látmezőhibát számbevehessük. Mindez azonban feleslegessé válik, illetve egy táblázatra (grafikonra) egyszerűsödik ama szerencsés összefüggés következtében, mely történetesen a csillagok magnitúdóban kifejezett fényessége és a szóbanforgó műszerrel fényképlemezen nyert sötétedése között fennáll.

Ezt az összefüggést az ú. n. sötétedési görbe szemlélteti. A mellékelt ábra azt a sötétedési görbét mutatja, mely a Pleiadok 17 csillagának a kiméréséből adódott (1. ábra). Az egyik tengelyre a csillagok ismeretes fotografiai fényességértékei vannak felrakva magnitúdóban kifejezve, a másik tengelyre azok a skálaértékek, melyek a lemeznek az intézet fotocellás mikrofotométerrel történt kiméréséből adódtak és a csillagképek sötétedésének a fokát jelentik. A görbéből láthatjuk, hogy sötétebb csillagképek sötétedésváltozásának kisebb fényességváltozás felel meg, mint halványabb csillagképek ugyanakkora sötétedés változásának.

Visszatérve most a látmezőhibára, ha a sötétedési görbe alapján kiszámítjuk, hogy a különböző sötétedésű csillagképek skálaértékben kifejezett látmezőhibája mekkora magnitúdóban kifejezve, a számolási munka szempontjából azt a kedvező eredményt kapjuk, hogy magnitúdóban kifejezve a látmezőkorrekció minden csillagnál kielégítő mértékben ugyanaz és csupán a csillagnak a lemezen elfoglalt helyétől függ. Független tehát a sötétedési fokától, vagyis a csillag fényességétől és az expozíció idejétől.

A látmezőhiba első megállapítása azokból a felvételekből történt, melyek — mint láttuk — úgy készültek, hogy a távcsövet a deklináció-tengely körül elforgatva különböző helyzetekbe állították be. Kiderült, hogy a látmezőhiba változása a lemez középpontjától kiindulva két ellenkező, a távcső elforgatásának megfelelő irányban nagyjában szimmetrikus. Ez a szimmetria azonban esetleg csak erre a tengelyre áll. Annak kimutatására, hogy a látmezőkorrekció a középponttól távolodva vajjon minden irányban egyformán változik-e, utólag újabb beható vizsgálatot végeztem. Evégből 12 lemezen összesen 96 felvételt készítettem a Pleiadokról. Ezek a felvételek $1^{\circ}50 \times 2^{\circ}75$ nagyságú látmező (6×9 cm-es lemez) 48 kiválasztott helyére vonatkoznak,



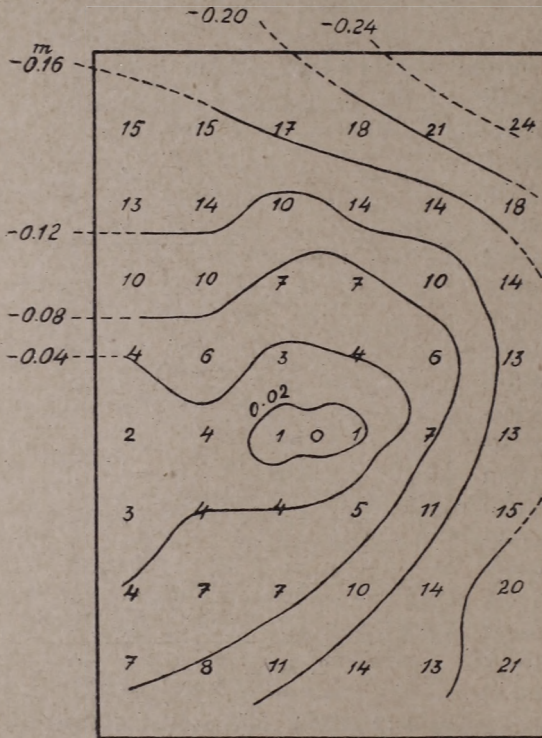
2. ábra.

melyek rácsszerűen borítják be a látmezőt (2. ábra). Ezenkívül minden lemezen, annak közepén, még négy felvétel készült (I—IV.). Ez utóbbi helyekre nyert sötétedésekre lettek a többi helyeken kapott sötétedések vonatkoztatva. A tizenkét lemez mindegyikén összesen 8—8 félszoros felvétel készült. Ezekből 4 a lemez közepén választott vonatkoztatási helyen, 4 pedig valamelyik oszlop alsó vagy felső helyeire. Pl az első lemezen a következő helyekre került a vezető csillag (η Tauri) képe: I, II, 1, 2, 3, 4, III, IV; a második lemezen: I, II, 5, 6, 7, 8, III, IV. És így tovább a többi lemezen. (Elvben elég lett volna négy helyett egy helyet használni fel az összehasonlításra, de ez a pontosság rovására ment volna. Pl. ha a vonatkoztatási helyre készült felvétel alatt a légköri viszonyok eltérők voltak, ez az egész felvételsorozatot azon a lemezen illuzióriussá tette volna.)

A lemezek kiméréséből kiderült, hogy valamely csillag egyazon

expozíció alatt a lemez II. jelzésű helyén idézi elő a legkisebb fokú sötétedést. Ettől a helytől távolodva a sötétedés nő, de korántsem egyformán a különböző irányokban.

Tekintettel a légkör áttetszőségének esetleges változására az alatt az idő alatt, míg a felvételek készültek, tekintettel továbbá az egyes lemezek rétegének esetleges fényérzékenységre, a látmező



3. ábra. A 16 cm-es asztrógráf látmező-hibájának eloszlása.

48 kiválasztott helyére kapott korrekcióértékeket ajánlatos csak nyers értékeknek tekinteni. Feltételezve a szomszédos helyek korrekciói között a folytonosságot, az egyes vonalakba (pl. az oszlopokba) eső korrekcióértékeket, grafikusan ábrázolva azokat kiegyenlíthetjük s ilyen módon minden helyre új javított és valószínűbb értéket kapunk. Ugyanezt tehetjük az egyes sorokba eső helyekre is, valamint ilyen kiegyenlítést végezhetünk 45° alatt keresztben, valamint erre merőleges (135°) irányban is. Ily eljárással a lemez minden kiválasztott helyére négy-négy javított értéket kapunk. Ezek közepe képezi az egyes helyek legvalószínűbb látmezőkorrekcióját, skálaértékben

kifejezve. Természetesen ez csak olyan csillagképekre vonatkozik, melyek a lemez közepén bizonyos határozott sötétedéssel rendelkeznek. A jelen esetben a Pleiadok felhasznált két és közel egyforma (8^m26 és 8^m85) fényességű csillagának a sötétedése középben $23''$ volt skálaértékben kifejezve. Ilyen sötétedésű csillagképek $1''$ sötétedésváltozásának az 1. ábra alapján 0^m07 felel meg. A skálaértékeket ennek megfelelőleg átszámítva megkapjuk a lemez egyes helyeire a látmezőkorrekciókat magnitúdóban kifejezve. Ezek a 3. ábrán vannak feltüntetve. A görbék az egyenlő értékű helyeket kötik össze. Az ábrából kitűnik, hogy a látmezőhiba a középponttól távolodva meglehetősen gyorsan nő.

A 7 cm-es Zeiss—Petzval kamara látmezőhibája.

Ez a kis kamara ($1:5.7$, $f = 40$ cm) jelenleg a 20 cm-es Heyde-refraktorra van mint vezetőtávcsőre rászzerelve.

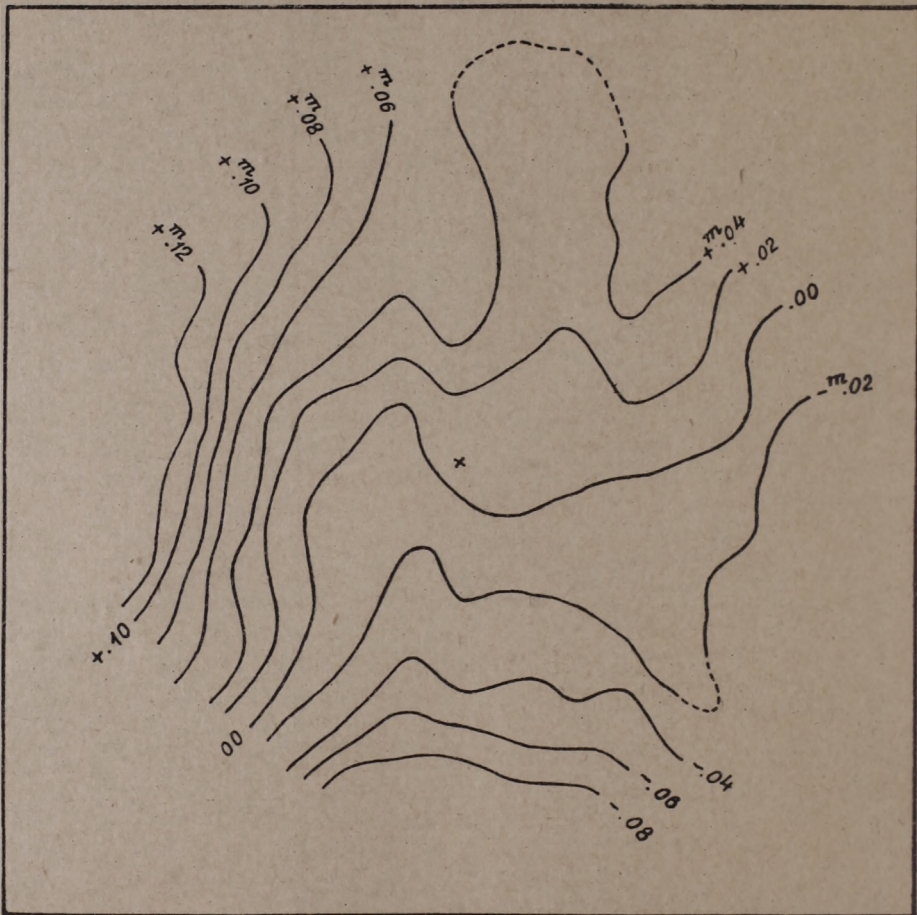
Mivel annál a kutatásnál (extinkció-vizsgálat), mely a látmező-



4. ábra. 15 felvétel a Pleiadokról a Zeiss-Petzval kamarával a lemez különböző helyén. (A lemez széléin jól látható a csillagképek elnyulása.)

hiba megállapítását e műszernél szükségessé tette, csupa fényes csillag nyert alkalmazást, a felvételek extrafokálisak voltak és a látmezőhiba meghatározása is ilyen felvételekre történt. Az extrafokális képek kifogástalanok. Az alkalmazott extrafokálitás mellett a csillagokról a lemez közepén 0.9 mm átmérőjű korongok képződtek, tehát nagyobbak, mint a lemezek kimérésénél használt fotocellás mikrofotó-

méter legnagyobb diafragmáján keresztül a lemezre levetített fénykorong, mely kb. 0.5 mm átmérőjű. A mérés ezzel a diafragmával történt. A csillagképek a lemez szélei közelében erősen elnyúltak, de



5. ábra. A Zeiss-Petzval kamara látmezőhibájának eloszlása.

a legnagyobb diafragmával is még a középponttól 4.5 cm távolságban volt lehetséges a mérés.

A látmezőhiba megállapítása végett a Pleiadokról 8 lemezen összesen 94 felvétel készült. A felvételek rácsszerűen borítják be a látmezőt, ami a távcső megfelelő elforgatásával történt az óra- és a deklinációtengely körül. Az egyik lemezen nyert felvételek eloszlását a 4. ábra mutatja s ez a felvételek sorrendjét is feltünteti. A többi

lemezen hasonlóan három oszlopban helyezkednek el a felvételek, miközben az 1., a 8. és a 15. számú vonatkozási helyekből álló oszlop minden lemezen megismétlődik. A redukció a 8. sz. helyre, vagyis a lemez középpontjára történt.

Egy-egy felvétel hossza 1 perc volt.

Mindegyik esetben a Pleiadok 6 legfényesebb csillaga lett kimérve. A redukálás nagyjában ugyanígy történt, mint a 16 cm-es asztrográfnál, de összehasonlíthatatlanul nagyobb fáradsággal járt, mert hat és különböző sötétedésű csillagképnek a redukációjáról van szó, szemben az előbbi esettel, ahol csak két egyforma fényességűnek vehető csillag szerepelt. A látmezőkorrekciót magnitúdóban fejezve ki, az ennél a műszernél is függetlennek bizonyult a csillag fényességétől (a csillagkép sötétedésétől) s ez a redukciót igen leegyszerűsítette.

Az 5. ábrán feltüntetett görbék azokat a helyeket kötik össze, melyekben a látmezőkorrekció ugyanakkora. A korrekció eloszlása, mint látható, egyáltalában nem szabályos, sőt még szabálytalanabb, mint a 16 cm-es asztrográfnál. Ez utóbbi műszernél az eloszlás koncentrikus eloszlása felismerhető, a kis kamaránál ellenben a korrekciós görbék a lemez egyik sarkából kiindulva legyezőszerűen helyezkednek el, miközben a lemez egyik felén a korrekciók pozitív, a másik felén negatív értékűek. A pozitív (negatív) előjel azt jelenti, hogy ezen a helyen a csillag halványabbnak (fényesebbnek) látszik, mint a 0 görbe mentén.

A látmezők tekintetében összehasonlítást végezve a két műszer között, a viszonyok a kis kamaránál sokkal kedvezőbbek. 70 mm átmérőjű körön belül, középpontnak a lemez közepét választva, a korrekció sehol sem múlja felül a 0.1 magnitúdót, az asztrográflemezen azonban ilyen körzetben a korrekció majdnem ennek a kétszeresét is eléri. Még nagyobb az ellentét, ha azt vesszük tekintetbe, hogy a 70 mm átmérőjű körnek az égen a kis kamaránál 10° átmérőjű kör felel meg, míg az asztrográfnál mindössze 1.75 átmérőjű.

Lassovszky Károly

APRÓ KÖZLEMÉNYEK

A Mount Wilson Obszervatórium $2\frac{1}{2}$ méteres tükrének új alumíniumozása. Mint ismeretes, a reflektorok tükrének felületét újabban, különösen Amerikában, ezüstréteg helyett alumíniummal szokták bevonni. A Mount Wilson Csillagda nagy reflektoránál először 1925 februárjában alkalmazták ezt az eljárást. Az alumíniumréteg minősége és tartóssága kitűnőnek bizonyult s tisztántartása mindössze abból állt, hogy havonként a port róla letörölték és a tükröt lemosták (alphasollal, újabban dreft nevű folya-

dékkal). Mégis 1939 őszén zsír- vagy olajfoltok mutatkoztak a tükör felületén. Ezeknek a foltoknak az eltávolítása után helyükről az alumínium is eltűnt, valamint más helyekről is, úgyhogy szükségessé vált a tükör új alumíniumozása. Az új alumíniumréteg 1940 februárjában kerül a tükörré és kitűnőnek látszik, még valamivel jobbnak, mint az előbbi volt. *L. K.*

A hideg telek és a napfoltok. Az időjárás alakulásának okai oly szövevényesek, hogy jelenlegi ismereteink alapján a közvetlen összefüggéseket még nem sikerült kibogozni. Az az alapvető igazság, hogy e világon semmi sem történik ok nélkül, érvényes az időjárás alakulására is, és ezért nem reménytelen a kísérlet, amely e kérdés megoldásán fáradozik. Vannak próbálkozások, amelyek évszázadokra visszamenő feljegyzésekből statisztikai alapon törvényszerűségeket, szakaszosságokat keresnek az időjárásban, de ezek csak nagy általánosságban érvényesek és nem is minden esetben válnak be.

Az időjárást befolyásoló tényezők között újabban a naptevékenység vizsgálatától remélnék sokat, de itt is még az általános érvényű szabályok megállapításánál tartanak. A *Sterne* című folyóirat 1940. évi 6. számában Adrian flensburgi professzor érdekes tanulmányt ír a hideg telek és a napfoltperiódusok összefüggéséről. Megemlíti, hogy azok a vizsgálatok, amelyek a napsugárzás és időjárás közötti összefüggéseket kutatták, nem vezettek eredményre. A magasan fekvő napmegfigyelő állomások megfigyelései szerint a napsugárzásban körülbelül 2%-os ingadozás tapasztalható, azonban ezek az ingadozások nem esnek egybe a napfoltperiódus 11 éves szakaszosságával. A Napsugárzás emelkedése és csökkenése egy napfoltperiódus alatt kétszer is bekövetkezik, de ez sem teljes érvénnyel. Érdekesebb F. Baur megállapítása, mely szerint a Közép-Európában az utóbbi 200 évben tapasztalt leghidegebb 10 tél közül 9, napfoltmaximum illetve minimum idejére esik s a tizedik is csak 1.7 éves eltérést mutat. Ez általánosnak látszó szabály alól kivétel az 1870/71. évi szigorú tél, amely egy napfolt maximum és minimum közé esik.

Valószínűnek látszik, hogy az időjárás alakulásában az igazi ok felismerésére a naptevékenység vizsgálata gyümölcsöző vállalkozás lesz. A Napból jövő elektromos sugárzások tetemes energiát szállítanak a felsőbb légrétegekbe, ezért a naptevékenységre irányuló kutatásokat eredményesen támogatják azok az újabb próbálkozások, amelyek a Napból jövő elektromos sugárzásokat is tekintetbe veszik. *Kulin György*

A Jupiter és Saturnus nagy oppozíciója. Ez év november 3-án a Jupiter és a Saturnus bolygók oppozícióba kerültek a Nappal. A Jupiter szembenállása (oppozíciója) november 3-án 5 órakor, a Saturnus szembenállása ugyanazon nap 22 órakor következett be. E két bolygó nagy oppozíciójának azt a jelenséget nevezzük, amikor a szembenállás ugyanazon a napon, vagy röviddel egymásután történik.

Mindkét bolygónak látszó mozgása nagy távolságuk miatt igen lassú

s emiatt az oppozíciót megelőzően és követőleg hosszú ideig látszólag közel maradnak egymáshoz. A Földről nézve a bolygók hurokszerű mozgást végeznek, ezért óraszögben hol megelőzik, hol elhagyják egymást. Egy félév alatt háromszor történik meg, hogy a Jupiter és Saturnus óraszöge ugyanaz, ezeket az eseteket nevezzük együttállásoknak — konjunkcióknak. Az első együttállás augusztus 15-én volt, a második október 12-én, a harmadik 1941 február 20-án lesz. Az együttállások alkalmával a két bolygó egymástól való látszó távolsága $1^{\circ} 15'$, $1^{\circ} 27'$ és $1^{\circ} 20'$. Minthogy a Hold látszó átmérője kerekén fél fok, az együttállások idején a két bolygó két és fél Hold-átmérőnyire közelíti meg egymást, természetesen látszólagosan.

Mindhárom együttállás az éjjeli égbolton következik be — ami a ritkaságok közé tartozik. A Jupiter és Saturnus találkozása általában minden 20 évben megtörténik, de sokszor úgy, hogy az együttállások idején a bolygók a nappali égbolton tartózkodnak. A mostanihoz hasonló együttállás az elmúlt évszázad alatt egyszer sem volt.

Ezekben a hónapokban szemünk előtt lezajló együttállások igen hasonlítanak azokhoz, amilyenek Kr. e. 7-ben voltak láthatók. Akkor is egy félév leforgása alatt háromszor állott együtt a Jupiter és Saturnus. Jelenleg a Kos csillagképben történik a találkozás, míg Kr. e. 7-ben a Kos csillagképpel határos Halak állatövi csillagképben állt együtt a két bolygó.

Csillagászati szempontból a jelenség nem bír különös érdekességgel, mindössze a megfigyelés számára megkapó látvány, hogy kisebb távcsövekben a látómezőben egyszerre látható mindkét bolygó. Annál nagyobb azonban a Kr. e. 7-ben látott együttállás kronológiai szempontból. Ismerünk ugyanis olyan feltevést, mely szerint a Jupiter—Saturnus akkor bekövetkezett — a mostaninál is szorosabb — együttállása azonos volna a betlehemi csillag néven ismert égi jelenséggel. Erre vonatkozólag a Természettudományi Társulat kiadásában megjelenő Természettudományi Közlöny 1940 augusztusi számában közlünk részletesebb ismertetést. *Kulin György*

Hírek üstökösökről. Ebben az évben öt visszatérő üstökös volt esedékes, amint arról a Csillagászati Lapok 2. évf. 4. számában megemlékeztünk. Ezideig ezek közül egyet sem sikerült megtalálni, amihez nagyban hozzájárul, hogy a csillagászati megfigyelések több csillagdában nem folyhatnak rendszeresen.

1941 elején ér perihéliumba a *Whipple* (1933 IV) üstökös, s ezt már ez év szeptember 1-én megtalálták mint 15 nagyságrendű égitestet, több mint 3° távolságnyra a számított helytől. Minthogy ebben az évben az 1940/a üstökös után (Csill. Lapok 3. évf. 1. sz.) ez volt az első üstökös, az 1940/b jelzést kapta.

Ezután röviddel egymásután három halvány új üstökös felfedezéséről érkeztek táviratok.

Szeptember 17-én történt a *Cunningham* (1940/c) üstökös felfedezése. Fényességét ekkor 13^m -nak adták meg. Röviddel felfedezése után a Svábhegyen is megfigyeltük s azt találtuk, hogy fényessége növekedőben van. Valóban a később megjelent pályaszámítási adatok szerint csak 1941 január

19-én ér perihéliumba, addig folyton közeledik a Naphoz és a Földhöz, tehát egyre erősödik fénye. Hozzávetőleges számítás alapján — minthogy az üstökös saját fénye nem vehető pontosan számításba — fényessége januárra eléri a szabadszemmel láthatóság határát. Lehetséges tehát, hogy ebben az időben ismét egy szép csóvájú üstökösünk lesz, ami már kisebb távcsőben is szép látványt nyújt. Minthogy jóval a perihélium átmenet előtt történt felfedezése, bő alkalom nyílik megfigyelésére.

A Cunningham-üstökösnek a külföldi folyóiratokban közölt pályaelemei parabolára vonatkoznak. Első közelítésre általában üstökösöknek minden esetben parabola-pályát számítanak, mert azon az ívdarabon, amelyen a nap közelében elhaladva az üstökös látható, a pálya alakja jól ábrázolható parabolával. Csak hosszabb megfigyelés után, amikor már megfelelő számú és főleg elég nagy időtartamra terjedő észlelés áll rendelkezésre, számítanak pontosabb — elliptikus, vagy hiperbolikus pályát. A parabola használhatóságát mutatja az is, hogy mivel a parabola excentrumossága 1, a legtöbb vissza nem térő vagy hosszú periódusú üstökös excentrumossága az 1-től egy ezrednél többel nemigen tér el. A parabola pályát könnyebb is számítani, mint az egyéb kupszelet pályákat s egy újonnan felfedezett üstökösnél pedig fontos az, hogy az üstökös előre számított látszó helyei — az efemerisek — minél előbb eljussanak a megfigyelőkhoz.

A Svábhegyen számos alkalommal történt fotográfiai megfigyelések egyelőre csak pozíciómeghatározásra készültek. Kiderült, hogy az üstökös november végére rektaszncenzióban már közel másfél perccel, deklinációban pedig másfél fokkal eltért a számított helyektől. A svábhegyi megfigyelések alapján lehetségessé vált az üstökösnek új pályát számítani. Az itt számított parabolaelemek sem adták hűen vissza az üstökös mozgását, ami arra engedett következtetni, hogy a mozgás nem parabolán történik, hanem oly hiperbolán, amelynek excentrumossága 1.001. Különbösen a számítások eredményeképpen a perihélium átmenet ideje is módosul kissé, mert az nem január 19-én, hanem már három nappal előbb, január 16-án bekövetkezik.

A parabola-pályától való eltérés főként a perihéliumtól távolabbi helyeken mutatkozik erőteljesebben, míg a perihéliumot övező ívdarabon — melyen még nálunk látható lesz az üstökös — az új parabola-elemek oly jó közelítést adnak, hogy a számítás és a megfigyelés között az eltérés igen csekély.

Az üstökös pályaelemei :

Perihélium-átmenet (T)	1941 január 16.	353456
Perihélium hossza (ω)	199° 34' 12''56	
Felszálló csomó (Ω)	295° 58' 36''74	
Ekliptikai hajlás (i)	49° 59' 5''19	
Perihélium-távolság (q)	0.366494	

Az üstökös tehát január 16-án 0.366494 csillagászati egységnyi távolságban, azaz 55 millió kilométernyire halad el a Nap mellett. Ugyanekkor a Földtől való távolsága 0.65058 csillagászati egység, azaz 97 millió kilométer lesz. Érdekes, hogy az üstökös majdnem egészen pontosan a Nap és a Föld között halad át, mindössze négy Nap-átmérőnyire a Napot a Földdel

összekötő egyenestől. Az üstökös ebben az időben a Nap erős fénye miatt már nem lesz látható. Csóvája ekkor valószínűleg már oly nagy lesz, hogy elér a Földig, azonban ebből sem figyelhetünk meg semmit.

A Nap közelében az üstökös rendkívül nagy sebességet ér el, mintegy két és félszeresét a Föld pályabeli sebességének, azaz másodpercenként 70 kilométer utat tesz meg. Minthogy mozgása az ekliptika alá tart, ez azt eredményezi, hogy pár nap alatt oly mélyen az ekliptika alá süllyed, hogy csak a déli félgömb megfigyelői számára lesz látható.

Az üstökös már most oly fényes, hogy kisebb távcsövekkel is szépen látható s remélhető, hogy január elején szabadszemmel is meg lehet találni.

Az üstökös látszó helye:

	rektaszczenzió	deklináció	
1940 dec. 25-én	19 ^h 32 ^m 6	+16° 21'	
1940 dec. 29-én	19 34.6	+12 2	Az Atair fölött.
1941 jan. 2-án	19 35.8	+ 6 8	Az Atair mellett
1941 jan. 6-án	19 34.4	— 2 0	Az Atair alatt.
1941 jan. 10-én	19 31.7	—12 34	

Október 1-én újabb üstökös felfedezéséről érkezett hír. Ez a *Whipple* (1940/d) nevet kapta. Whipple-nek ez újabb felfedezése csak későn került nyilvánosságra. A megfigyelések még július 29-én, augusztus 5-én és 10-én történtek. Nagyságrendje 11^m. Újabb megfigyelésről nem tudunk.

Október 5-én az *Okabayatsi* (1940/e) üstökös felfedezésével az év üstököseinek száma ötre emelkedett. A pályaszámítás adatai szerint már aug. 12-én áthaladt a perihéliumon. Felfedezésekor 11^m volt a fényrendje, most már egyre halványodik.

Kulin György

Fényes meteor volt látható Magyarországon. 1940 július 26-án kevéssel 22 óra után (középeurópai időben) az Alföld keleti felén fényes meteor tűnt fel. Eddig összesen 136 jelentés érkezett róla az ország majdnem minden részéből. A jelentések egyöntetűen megemlékeznek a meteor kísérő csóváról. A csóva a meteor feltünését követően alig 10 másodperc alatt kiszélesedett, majd pedig mintegy 2 perc elteltével, a felsőbb légrétegek különböző mozgásának behatására eredeti alakját megváltoztatta és S-alakot öltött. További 1½—2 perc elteltével pedig teljes köralakúvá változott. Ebben az állapotában több mint egy percig volt még látható. Azután alaktalan folttá változott és egyre jobban elmosódott. A csóvának ezt a felhőfoszlányszerű alakját még vagy 20 percen át lehetett megfigyelni. A csóva ezenkívül érdekes színeződést is mutatott. Ennek megítélésében azonban óvatosnak kell lennünk, a jelentések ugyanis különösen a meteor színezetét illetően rendszerint megbízhatatlanok. Az észlelések többsége azonban megegyezik abban, hogy a csóva eredetileg fehér színe később rövid időre vöröses árnyalatba ment át. A meteorról beérkezett megfigyelések feldolgozása most van folyamatban. Erről, valamint az utóbbi években,

nevezetesen az 1936 dec. 12-én és az 1937 jún. 21-én megfigyelt fényesebb meteorokról következő számunkban kimerítő közleményt adunk. Ezúton is felhívjuk mindazokat, akik látták a meteort, megfigyelésüket közölgjék a Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézettel.

S. Gy.

Az Andromeda-köd rotációja. Valamely extragalaktika belsejében uralkodó mozgások ismerete több probléma szempontjából bír nagy jelentőséggel. Ez vezethet többek között az illető rendszer tömegének és tömegelosztásának a megállapításához. A spirális alakú extragalaktikák már régen keltették a szemlélőben azt a benyomást, hogy ezek a rendszerek forgásban vannak. Radiális sebességmérésekkel ezt később sikerült is megerősíteni. Aránylagos közelsége következtében az Andromeda-ködon végezhető a legkönnyebben az ilyfajta kutatások. Az Andromeda-köd 210.000 parszekre (680.000 fényévre) van tőlünk. Ekvatoriális síkja mintegy 15° -ot zár be a látóvonallal, úgyhogy a rendszer spirális szerkezete is jól kivethető. A centrális, fel nem bontható fényes magon számosan végeztek radiális sebességmérést s ezekből a rendszer sebességére átlagban — 300 km/mp érték adódik. A magkörüli részek rotációját a színképvonalak elhajlásából először Slipher állapította meg 1914-ben. Pease pedig azt találta, hogy a középponttól mintegy $2\frac{1}{2}$ ívperc távolságig a centrális részek egyforma szögsebességgel látszanak rotálni.

Újabbán a Lick-csillagda 90 cm-es Crossley-reflektorával H. W. Babcock az Andromeda-ködon annak magjától 1.6 távolságra végzett radiális sebességméréseket. A középponti mag sebességére, ami a rendszer sebességének is tekinthető, ő is — 300 km/mp értéket kapott. A magon kívül a mérések a legmegfelelőbbnek látszó fényes ködszerű képződményeken történtek. Mivel ezek nem fekszenek pontosan az ellipszisalakú rendszer nagytengelye mentén, a mérésből kapott értékeket az Andromeda-köd előbb említett 15° -os hajlásának megfelelően javítani kellett. A véglegesnek talált radiális sebességekből könnyen kiszámítható, hogy a magtól bizonyos távolságban mekkora a rendszer szögsebessége. A szögsebesség sugármenti változásának egyik érdekes sajátága, hogy a középponttól mintegy $8'$ — $10'$ távolságban a szögsebesség azt mondhatni zérus. Innen távolodva nő és $20'$ távolságban olyan értéket ér el, mely azután (kis csökkenéstől eltekintve) közelítőleg állandó is marad. A szögsebesség itteni értékéből a spirális ágak keringésidejére mintegy 92 millió év adódik. A zérus szögsebesség helye körülbelül ott van, ahol a mag véget ér és az ágak csavarodása kezdődik. Magának a magnak a szögsebessége sokkal nagyobb s forgásának periódusára Babcock 11 millió évet kapott (jó egyezésben Peasenek 1918-ban nyert értékével).

Ami a forgás irányát illeti, ezt még nem tekinthetjük eldöntöttnek. Slipher és Curtis megfigyeléseik alapján úgy vélik, hogy forgás közben a

spirális karok domború oldala megelőzi a homorú oldalt, Lindblad a spirális szerkezet kialakulásáról alkotott elmélete szerint az ellenkezőjét tartja valószínűbbnek.

A szögsebesség sugármenti sajátos menetét az anyag egyenlőtlen eloszlása okozhatja. Ezt az anyageloszlást Babcock olyan (véglegesnek nem tekinthető) modellel próbálja szemléltetni, mely modell egy aránylag kis gömbből és azt körülvevő három koncentrikus, koaxiális, hasonló és erősen lapos sferoidból áll. Kifelé haladva az egyes rétegek sűrűsége fokozatosan fogy, így a legkülsőbbé mintegy tízszer kisebb (0.62×10^{-22} gm/cm³), mint a legbelső centrális magé. Ennek tömege 1.11×10^{42} gm. Mindez egyelőre csak durva közelítésnek tekinthető. Az Andromeda-köd egész tömegére 201×10^{42} gm adódott, ami 10^{11} naptömegnek felel meg.

Az Andromeda-köd és a Tejútrendszer között fennálló sok ismeretes hasonlóság mellett sok az eltérés is a két rendszer között. Elsősorban is a nagyságban. A Tejútrendszer sugarát újabban 15.000 parszekre becsülik. Az Andromeda-köd környezetében végzett fotoelektromos mérések arra vezettek, hogy ez a rendszer is sokkal nagyobb kiterjedésű, mint azt a fényképfelvételekből vélték, mégis, úgylátszik, a spirális ágak nemigen nyúlnak a centrumtól messzebb 6 kiloparszeknél s ezen a határon túl fényesebb csillag már nem észlelhető. Az Andromeda-köd tömege Babcock szerint mintegy fele a Tejútrendszer tömegének.

L. K.

A pulzációelmélet megfigyelési igazolása. A pulzációelmélet szerint a periódusos változócsillagoknál a radiális sebesség ingadozása a csillag sugarának a pulzáció következtében beálló változásától ered, a fényváltozás pedig a sugár és a hőmérséklet változásainak együttes hatása. A radiális sebesség változását ábrázoló görbéből ezek szerint egyszerű integrálással kapjuk a csillag sugarának változását, az $R - R_{\min}$ mennyiséget, ahol R_{\min} a minimális sugár. Másrészt a fénygörbéből és spektrálfotometriai vagy kolorimetriai mérésekből levezethető hőmérséklet-adatokból kiszámíthatjuk az R/R_{\min} mennyiséget. Ha a pulzációelmélet helyes, az $R - R_{\min}$ és R/R_{\min} mennyiségek változását ábrázoló görbéknek alakra és fázisra egyezniük kell. Azonkívül a két mennyiségből kiszámítható sugár és a megfigyelésből nyert hőmérsékletadatok felhasználásával meghatározható a csillag abszolút fényessége és ennek is egyezni kell az empirikusan, más úton levezetett Shapley-féle periódus-fényesség összefüggésből adódó fényességértékkel.

Baade már 1926-ban rámutatott arra,¹ hogy ilyen módon megfigyelésileg eldönthető volna a pulzációelmélet érvényessége. Bottlinger 1928-ban²

¹ A N 228, 359. 1926

² A N 232, 3. 1928.

saját megfigyeléseinek felhasználásával megkísérelte ilyen módon az igazolást, de ez egyáltalán nem sikerült, a megfigyelések ellentmondtak az elméletnek. Újabban W. Becker és Strohmeier Potsdamban terjedelmes spektrálfotometriai vizsgálatot végeztek 9 δ Cephei-csillagon¹ és a nyert anyagot szintén felhasználták a pulzációelmélet helyességének eldöntésére. Az ő megfigyeléseik is ellentmondanak az elméletnek, ha a hőmérsékleti adatokra a spektrálfotometriai mérésekből közvetlenül kapható színhőmérsékleti értékeket vették. A színhőmérsékletet a színképenenergiaörvből azzal a feltevéssel kapjuk, hogy a csillagok fekete testként sugároznak. Minthogy ma már jól tudjuk, hogy ez a feltevés nem állja meg helyét, az igazolásnál sugárzási hőmérsékleti adatokat kellene használni, amelyek a Stefan—Boltzmann-törvény felhasználásával a csillag felületi össz sugárzását adják.

Csak hogy sugárzási hőmérsékletet megfigyelésekből csupán a Napra, továbbá ismert távolságú földési változókra és néhány interferométerrel mérhető sugarú csillagra sikerült eddig meghatározni. W. Becker most kimutatta, hogy δ Cephei-csillagokra le lehet vezetni egy empirikus összefüggést a színhőmérséklet és a sugárzási hőmérséklet között.² Ugyanis a fénygörbe olyan két pontjában, amelyekhez a sugárnak ugyanakkora értékei tartoznak, a fényességkülönbséget kizárólag a sugárzási hőmérséklet különbsége okozza. A színhőmérséklet különbségét a megfigyelésekből ismerve, ezen módon egyszerű interpolációs feladat megoldásaként kapjuk a kívánt összefüggést. Az összefüggés zérópontját Becker a Napra ismeretes adatok alapján határozta meg.

Már most az az érdekes, hogy ha a Baade-féle eljárást δ Cephei-csillagokra az összefüggésből a megfigyelésileg nyert színhőmérséklet alapján leolvasott sugárzási hőmérséklet-adatok felhasználásával hajtjuk végre, a pulzációelmélettel egyezésre jutunk.³

Nem szabad elhallgatnunk azonban az eredmények levezetésénél tett két önkényes lépést. Az egyiket már említettük: a kétfajta hőmérséklet között fennálló összefüggés zérópontját a Nap segítségével határozták meg. Igen kétséges, hogy az óriásfeletti δ Cephei-csillagokra érvényes reláció érvényes legyen a törpecsillag Napra. A másik lépés, melynél nem kerülhető el hipotézis, a sugár változásának levezetése a radiális sebesség görbéjéből. A megfigyelhető radiális sebesség ugyanis középértéke a csillag felénk fordul

¹ Spektralphotometrische Untersuchungen an δ Cephei-Sternen I—VII. Z. f. Ap. 13, 69, 1936; 13, 317, 1936; 14, 218, 1937; 15, 85, 1938; 17, 139, 1939; 17, 182, 139.

² Eine empirische Beziehung zwischen Farbtemperatur, Strahlungstemperatur und effektiver Temperatur, abgeleitet aus den Amplituden der δ Cephei- und der RR Lyrae-Sterne, Z. f. Ap. 19, 269, 1930. Potsdam Mitt. 3.

³ W. Becker: Ein Beitrag zur Prüfung der Pulsationstheorie der δ Cephei-Veränderlichen durch die Beobachtung und eine unabhängige Ableitung der Perioden-Helligkeitsbeziehung. Z. f. Ap. 19, 299, 1940.

féltekéjének különböző pontjaira érvényes radiális sebességeknek. Így a radiális sebességgörbe integrációja túlkicsi sugárváltozásra vezet. A megfigyelt radiális sebességeket tehát még egy korrekciós faktorial kellene megszorozni, amely a szélek felé való sötétedéstől függ. Ugyanolyan szélsötétedés mellett, mint a Napnál, a korrekciós faktor 1.25 volna. Becker elhanyagolja ezt a korrekciót, azzal a megokolással, hogy azt a pulzáció amplitudójának a rétegmagassággal való növekedése kiegyenlíti. A hőmérsékleti és fényesség-adatok ugyanis a fotoszférára vonatkoznak és itt a pulzáció kisebb, mint a megfordító rétegben, melyre a radiális sebesség-megfigyelések vonatkoznak.

Arra, hogy a pulzáció a magassággal növekszik, elsősorban Rufus¹ és Sandford² megfigyelései utaltak. Ezek szerint különböző anyagok vonalából más-más sebességörbék adódnak. Ha az elemeket a Nap kromoszférájában elért magasság szerint osztályozzuk, kitűnik, hogy a pulzáció olyan elemeknél a legnagyobb, melyek a legmagasabbra nyúlnak a kromoszférában. Ezért interpretálták Rufus és Sandford eredményeit úgy, hogy a pulzáció a magassággal növekszik. Újabb eredmények szerint azonban ez a megállapítás aligha állja meg helyét. Menzel ugyanis spektrálfotometriai mérések alapján kimutatta, hogy a kromoszféra magasságát a különböző elemekre, főleg a vonalak intenzitása határozza meg, a valóságban a kromoszféra nem rétegezett. Ezért Menzel a sebességörbék különbségét inkább turbulencia hatásának tulajdonítja.³

Ezek után a pulzációelmélet szigorú kvantitatív bizonyításáról Becker vizsgálatai után sem beszélhetünk, legfeljebb annyit mondhatunk, hogy a megfigyelések δ Cephei-csillagoknál nem mondanak ellen a pulzációelméletnek.

D. L.

Az algorendszerek újabb vizsgálatai. Az algorendszerű fődési változók vizsgálatai alapján, K. Walter egy új hipotézist állított fel.⁴ Abból a föltevésből indul ki, hogy a szoros kettőscsillagoknál a komponensek fizikai felépítése és állapota befolyással van a pálya alakjára. És mégpedig a csillagok belső rotációkülönbsége és az árapálylengések befolyásolják a pálya excentricitást.

Jelöljük a komponenseket a következőképen: H = főágbeli csillag, U = óriásalatti csillag (Unterriese). A kettőscsillagot pedig jelöljük a két komponenssel jellemző betűkkel, (HU) például jelentse azt a rendszert, amelyben az egyik komponens főágbeli, a másik pedig egy óriásalatti csillag. A rendelkezésünkre álló adatok vizsgálatai után, a következő eredményeket vonhatjuk le: a komponensek befolyását a pályára két ellentétes hatásra

¹ Michigan Publ. Vol. 4, 1932.

² Ap. J. 66, 170, 1927 = M W Comm 340.

³ D. H. Menzel: On the Structure of Cepheid Atmospheres. Harvard Reprint 149, 1939.

⁴ Z. f. Astrophys. 19. 157. 1940.

bonthatjuk fel. A pálya excentricitásának a növelését, a csillag belsejében kifejlődő rotációkülönbségek okozzák. A korai főágbeli csillagoknál különösen nagy ez a «lendítő» hatás, ami azzal magyarázható, hogy a különböző rotációjú rétegek könnyebben válnak el egymástól, mint a későbbi főágbeli csillagoknál, amelyeknek az anyaga már sűrűbb állapotban van. Az ellentétes «fékező» hatást, az árapálylengések váltják ki, mivel az ezekkel összefüggő, deformációk által okozott súrlódások a pálya excentricitását csökkentik. Így a (HU) rendszerekben a kevésbé deformált főágbeli komponens «lendítő», az erősen deformált mellékkomponens pedig «fékező» hatást gyakorol. A (HH) rendszerekben, ahol a komponensek nem nagyon különböznek egymástól, mindkettő úgy lendítő, mint fékező komponensnek tekinthető.

Ezek szerint, ha a komponensek állapota változatlan maradna, egy túlsúlyban lévő fékező hatás a pályaexcentricitást zéró felé tolná el, egy túlsúlyban lévő lendítő hatás pedig állandóan növelné. De a megfigyelések azt mutatják, hogy a komponensek tulajdonsága is változik. Nagy pályaexcentricitás esetén a lendítés csökken és egy bizonyos, a komponensektől függő állapotban, állandó lesz. Ez az eset megközelítőleg a (HH) rendszerekben áll fenn. A (HU) rendszereknél a pályaexcentricitás növekedése nem lehet olyan nagy mértékű, mint a (HH) rendszereknél, mivel itt egy más jelenséggel állunk szemben. Az óriásalatti komponens méreteit az árapályrezgések megnövelik, ez viszont megint az árapályrezgések növekedését váltja ki, mivel a komponens kiterjedésével ennek úgy az árapálydeformációja, mint a rezonanciaképessége növekedik. Ezzel a fékező hatás rohamos növekedésével magyarázható a (HU) rendszerek kis pályaexcentricitása.

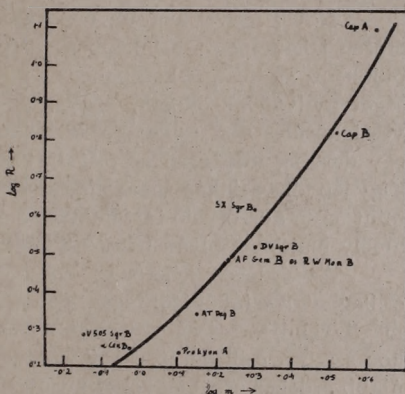
A (HU) rendszerekben az óriásalatti komponens látszólagos szilárdsága¹ is befolyással van a pályaexcentricitás kifejlődésére. A mellékkomponens látszólagos szilárdságának a fokáról a fékezőhatás ad felvilágosítást. Látszólagosan szilárd komponenseknél eliptikus pálya esetén librációmozgások lépnek fel; tökéletesen szilárd állapotban ezek a keringéstől okozott librációmozgások egyáltalában nem idéznek elő deformációkat és így elesik a lehetőség, hogy a súrlódás okozta fékező hatás a pálya excentricitását csökkentse. A nem szilárd komponensek viszonylagosan nagyobb alakváltozásoknak vannak kitéve és ezáltal a fékező hatásuk nagyobb. De mivel a hipotézisünk szerint lendítő és fékező hatás minden kettősrendszerben egymással egyensúlyban kell legyen, úgy az első esetben, szilárd mellékkomponens esetén a főkomponens kell az egész fékező hatást létrehozza; a második esetben, nem szilárd mellékkomponens mellett a fékezést a két komponens megosztva végzi. Ezek szerint az óriásalatti komponens szilárdsága is befolyással van a főágbeli komponens állapotára. Mégpedig a mellékkomponens nagyobbfokú szilárdsága esetén, az előbb tárgyalt módon a pályaexcentricitás nagyobb lesz, de ezáltal az árapályrezgések növekednek a főágbeli komponensben, ez kiterjed és deformálódik, ezáltal pedig nagyobb fékező hatást gyakorol. Tehát a mellékkomponens nagyobb

¹ A látszólagos szilárdság nem vonatkozik a komponensek valódi állapotára, hanem csak azt fejezi ki, hogy a csillag úgy viselkedik, mintha egy bizonyos szilárdsági fokkal bírna. A továbbiakban szilárdság alatt mindig látszólagos szilárdság értendő.

fokú szilárdsága esetén, az egyensúlyállapot nagyobb excentricitás mellett áll elő.

Behatóbb vizsgálatok alapján arra a föltevésre jutunk, hogy az óriás-alatti komponens szilárdsága az árapályrezgésektől is függ, mégpedig nagy árapályrezgések esetén már a szilárdság növekedése is jelentékeny.¹ Ennek az okozója részben az erősebb árapályrezgések ellensúlyozására történő belső ellenállás növekedése, részben pedig : az erős árapályrezgések mellett fellépő librációk periódusa összeesik a keringési idővel és így a pályaeccentricitáshoz viszonyítva igen nagy amplitudójú librációmozgások jönnek létre, amelyek a látszólagos szilárdságfok növekedését okozzák.

Egypár esetben, ahol a főkomponens lendítő hatása nem elég nagy, a komponensek által okozott fékező hatás ellensúlyozására, köralakú pályák keletkeznek. Ezáltal árapályrezgések egyáltalában nem lépnek fel. Ezek a tömegszegény óriáscsillagok nincsenek az árapályrezgések által okozott kiterjedt állapotban. Ilyen típusúak az AT Peg, AF Gem, RW Mon, SX Sgr, V505 Sgr, ezek még a nem algótipusú rendszerekből a Capella A és B, az α Cen B, és a Prokyon A komponenseivel együtt, «alapállapotban lévő óriáscsillag»-oknak tekinthetők. Ezek a csillagok valószínűleg az óriáság kiegészítését képezik kisebbedő tömegek irányában, amit az ábrában kimutatott tömeg és sugár közti összefüggés is igazol.



A hipotézis nagyjában meg-
egyeznek az észlelések eredményeivel,
az a pár eltérés a megfigyelésektől pedig lehet mérési hiba is. Különösen a komponensek tömegeinek a meghatározása igen bizonytalan és ezáltal az árapálydeformáció meghatározása se lehet pontos, mivel ez a tömegek viszonyától függ.² Az eredmények helyességét mindenesetre csak akkor lehet megítélni, ha már több pontos adat áll rendelkezésre. *Guman István*

Zeta Aurigae. A változó csillagok észlelése az asztrofizikát már igen sok értékes eredményhez juttatta. Ezek között egyik legérdekesebb és legzagdagabb a Zeta Aurigae megfigyeléseiből adódott.

Campbell 1908-ban fedezte föl a Zeta Aurigae színeképében a radiális sebesség változását, miután Miss Maury már 1897-ben észlelte, hogy a csillag színeképében két különböző, egy *K*- és egy *B*-típusú színekép tevődik össze.

¹ Z. f. Astrophys. 17. 335—336. 1939 és Veröff. Königsberg 3. 13. 1931.

² Az árapálydeformáció képlete : $D_h = 100 \frac{R_h^3 m_0}{A^3 m_h}$ ahol D_h = a főkomponens árapálydeformációja ; R_h = a főkomponens radiusa, napradiusban kifejezve ; A = a komponensnek távolsága napradiusban kifejezve ; m_0 = a mellékomponens, m_h = a főkomponens tömege.

A radiális sebesség változása alapján Harper által végzett számításokból kiderült, hogy a kettős rendszer keringési ideje egyike a leghosszabbaknak, amelyet ismerünk, 973 nap. Továbbá, hogy mindkét csillag igen nagy tömegű, s a *K*-komponens tömege több, mint kétszerese a *B*-komponens tömegének.

Eddig még nem lett volna semmi különösebb érdekes a csillag körül. Szerencsés véletlen folytán azonban Harper később éppen olyan alkalommal fotografálta a Zeta Aurigae színeképét, mikor a két csillag konjunkcióban volt, a *B*-komponens a *K*-komponens mögött eltűnve, a színekép csak a zavartalan *K*-színeképből állott. Ebből és az előző eredményekből természetesen azonnal meg lehetett mondani, mikor kerül a csillagrendszer megint ebbe a helyzetbe. A bejósolt minimum csakugyan be is következett, számosan észlelték és meglepő eredményeket hozott, amelyek lehetővé tették számunkra, hogy a csillagok atmoszférájának szerkezetét sok új szempontból megismerhessük.

Rövid idővel azután, hogy a *B*-komponens fődése lejátszódott, igen erősen jelent meg a színeképben a *K*-kalciumvonal, majd intenzitása egyre csökkent, amint a *B*-komponens a *K*-komponenstől távolodott. Ezt a jelenséget nyilván az okozta, hogy a *K*-csillagot hatalmas méretű atmoszféra veszi körül s a *K*-csillagon túl levő *B*-csillag fénye a fődési helyzet után egy darabig még ezen az óriási atmoszférán halad át felénk való útjában s így lép föl a színeképben az erős abszorpció. Mi sem könnyebb természetesen, mint ezen abszorpció tartamából az atmoszféra kiterjedésére következtetni, amely majdnem olyan nagy, mint a *K*-csillag sugara.

Az érdekes lehetőség, hogy egy csillag atmoszféráját magának a csillagnak a színeképtől függetlenül, egy másik csillag fénye alapján lehessen megfigyelni, természetesen az 1934-ben bekövetkezett legközelebbi minimumkor számos csillagászt csábított a csillag megfigyelésére. Az újabb fődés újabb érdekes eredményeket hozott. Wellmann most közölt a csillagról egy terjedelmes vizsgálatot.¹

A fotometriai és spektroszkópiai megfigyelésekből a pályahajlás $80^{\circ}5$ -nek, a fél nagy tengely 1·035 milliárd kilométernek adódott. A *K*-csillag sugara 293 napsugár, tömege 32 naptömeg, a *B*-csillagé 4 napsugár és 13 naptömeg. A *K*-csillag abszolút fényessége $-3\cdot2$, a *B*-csillagé $-1\cdot5$. Mindkét csillag jól beleillik úgy a Russel-diagrammba, mint a tömeg-fényesség relációba. Ez volt az első eset, hogy olyan tipikus óriásfeletti csillagnak, mint a Zeta Aurigae-rendszer *K*-csillaga, ilyen biztosan meg lehetett határozni az átmérőjét. A csillag egyike a legnagyobb átmérőjű ismert csillagoknak.

Az 1934-es fődéskor az atmoszféra átvilágítása alatt nem csupán a kalciumvonalakat észlelték, a fődés előtt közvetlenül és a fődés után közvetlenül majdnem valamennyi vonal megjelent a *B*-csillag fényében. A vonalak intenzitása változván, mialatt a *B*-csillag fénye az atmoszféra különböző rétegein haladt át, lehetővé vált ezen változás alapján a *K*-csillag atmoszférájának kvantitatív vizsgálata. Szerencsés körülmény, hogy a *B*-csillag a *K*-csillaghoz képest annyira kicsi s így majdnem pontszerűleg világítja át a *K*-csillag atmoszféráját.

¹ Babelsberg Veröff. Bd 12. Nr. 4. 1940.

A megfigyelések feldolgozásából adódott, hogy a *K*-csillag atmoszférájában abszorbeáló részecskék közepes sebessége 22 km/sec. Ez az érték olyan nagy, hogy nem tekinthetjük hőmozgásnak, mert akkor körülbelül 1 millió foknak felelne meg. Nyilván turbulenciáról van szó, az atmoszféra nem valami nyugodt, állandó gázburok, hanem e gáztömegek hatalmas, örvénylő mozgással veszik körül a csillagot.

Az atmoszféra sűrűsége körülbelül századrésze a Nap-kromoszféra sűrűségének. A sűrűség belülről kifelé haladva körülbelül 1000-szer lassabban csökken, mint ahogyan csökkenne, ha az atmoszférát csak a saját gáznyomása tartaná egyensúlyban. Ez nyilván a hatalmas turbulencia mozgások rovására írható.

Meglepő még az is, hogy a neutrális atomok sűrűsége ugyanolyan arányban csökken kifelé, mint az ionoké. Ha a temperatura az egész atmoszférában állandó lenne, amint várhatnók, akkor a neutrális atomok sűrűségének gyorsabban kellene csökkennie, mert akkor az ionizáció a csökkenő sűrűséggel növekedik. Úgy látszik tehát, hogy kifelé az atmoszférában a temperatura is csökken.

Az ionizáció fokából a temperatura nagyságára is következtethetünk. Az atmoszféra legmélyebb rétegében, amelyre vonatkozólag megfigyeléseket lehetett végezni, az ionizációs temperatura 6—7 ezer fok. Az atmoszféra legszélén 2—3 ezer fok. A *K5* színképből a csillag felületén 3—4 ezer fok hőmérsékletnek kell lenni, úgy hogy a csillag atmoszférájában egy hatalmas réteg van jelen, melynek hőmérséklete jóval magasabb, mint a csillag felületén.

Ez igen meglepő, de némileg összehasonlítható jelenség a Nap kromoszférajában észlelhető fáklyákkal, amelyekben szintén sokkal magasabb hőmérsékletet észleltek, mint a Nap fotoszférájában. A Zeta Aurigae-rendszer *K*-csillagának egész atmoszférájában tehát ugyanolyan fizikai viszonyok lehetnek, mint a napfáklyákban.

Az 1937-es és 1939-es födések idején történt észlelésekből kiderült, hogy az atmoszférikus viszonyok nem állandóan ugyanazok, hanem főbb-főbbé változásnak vannak alávetve.

Balázs Júlia

Új szupernóva az NGC 5907 extragalaktikában. J. J. Johnson 1940 február 16-án új szupernóvat fedezett fel az NGC 5907 extragalaktikában a Palomar Csillagda 50 cm-es Schmidt-reflektorával. Az extragalaktika látszó fényessége 11.7 mg, méretei 13' × 2'.2. Égi koordinátái: Rekt. = 15^h14^m6, Dekl. = + 56° 31'. A rendszer nagy távolsága csak színképből, nevezetesen a színképvonalak vörös felé való eltolódásának mértékéből állapítható meg.

Az NGC 5907 valószínűleg kettős extragalaktikát képez az NGC 5866 rendszerrel, melytől kereken 1½°-kal helyezkedik el az égen. Radiális sebességük 400, illetve 690 km/mp, vagy ha a Tejútrendszer rotációját is tekintetbe vesszük: 620 és 900 km/mp. Ebből középtávolságul 4.3 milliő fényév adódik s az NGC 5907 abszolút fényességül —14.0 mg, átmérőjére 16.000 fényév.

A fényképlemezen, melyen a felfedezés történt, a szupernóva fényes-

sége 14 mg, ami —11^m abszolút magnitudót jelent. Az abszolút fényesség emez értékéből, valamint a fényességnek lassú csökkenéséből a következő hetekben arra lehet következtetni, hogy a szupernóva felfedezésekor már jóval túl volt a maximális fényességen. Színképében fontos eltéréseket állapítottak meg az eddig megfigyelt szupernóvák színképétől. Az erre vonatkozó s jelenleg még feldolgozás alatt lévő vizsgálatok eddig még nem ismeretesek.

L. K.

Spirális ködök színe. Seares fotografiai és fotovizuális felvételek alapján más 1916-ban kimutatta,¹ hogy az *M* 51, *M* 94 és *M* 99 spirális ködök ágaiban található sűrűsödések sokkal kékebbek, mint a spirálisok magja. Carpenter később fotometriai vizsgálatokból megerősítette Seares eredményét *M* 51-re.² Carpenter mérései szerint a sűrűsödések színindexe az internacionális rendszerben —0,3, míg a mag színindexe +1,6.

Legújabban Seyfert hét spirálisról, *NGC* 598-, 891-, 2403-, 3031-, 4631-, 5194 -és 5457-ről végzett fotometriai méréseket.³ A felvételeket részben a Yerkes-csillagda 60 cm-es, részben a McDonald-csillagda 206 cm-es reflektorán készítette. A vörös színre érzékeny Eastman 1 *C* lemezekre Wratten 28 vörös szűrőn át készültek a felvételek, a kék színre érzékeny Eastman 1 *O* lemezekre szűrő nélkül. A skála megállapítása csőszenzitóméterrel történt. A lemezeket regisztráló fotométerrel mérte ki.

Seyfert eredményei szerint a spirálisok ágaiban található ködös kondenzációk vörösindexe kb. 0^m0, amiből arra lehet következtetni, hogy a kondenzációk főleg korai csillagokból állanak. De maguknak az ágaknak vörösindexe is ilyen nagyságrendű. Ezzel szemben a mag színindexe kb. +0,6. A spirálisok fényessége a magtól távolodva fokozatosan csökken, anélkül azonban, hogy a szín változnék a magtól való távolsággal. A kékebb ágak erre az általános háttérre szuperponálódnak.

NGC 891 éléről látszó spirális, erős abszorpciós csíkkal a nagytengely mentén. Azt várhatnók, hogy a sötét csíkon belül vörösödés mutatkozik, hiszen a Tejútrendszerben ismeretes sötét ködök mindegyike szelektív abszorbeál. Seyfert eredményei szerint azonban a sötét csíkon belül a spirális színe éppen olyan, mint a legfényesebb helyeken.

Érdekes, hogy a spirálisokban levő emissziós ködök vörösindexe nem nagyon különbözik a nem emissziós ködökétől. Ez valószínűleg attól van, hogy a vörösben levő erős H_{α} -vonalt ellensúlyozzák a kékben levő Balmer-vonalak és az *O* II erős λ 3727 vonala. A kék-sárga színindexre más a helyzet, ha olyan sárga szűrőt használunk, mely kiszűri az erős N_1 és N_2 vonalakat. Az ilyen szűrővel nyert felvételeken az emissziós ködök rendkívül gyengék. Így *M* 33 egy emissziós kódének vörösindexe +0,6, sárga-kék indexe —1,5. Megfelelő szűrők segítségével tehát spektrográf nélkül is könnyen felfedezhetjük az emissziós ködöket.

D. L.

¹ Proc. Nat. Ac. Sc. 2. 553. 1916.

² PASP 43. 294, 1931.

³ C. K. Seyfert: The distribution of color in spirals. Ap J 91. 528, 1940. — Contr. from the McDonald Observatory No. 20.

KÖNYVSZEMLE

L. Harang, *Das Polarlicht* und die Probleme der höchsten Atmosphärenschichten. Akademische Verlagsgesellschaft Becker & Erler, Leipzig, 1940. Probleme der Kosmischen Physik (Herausgegeben von Chr. Jensen), Band II. Mit 72 Figuren und 17 Tabellen im Text. 120 oldal. (11,80 RM.)

Szerző, a tromsói északifénykutató obszervatórium vezetője korszerű összefoglalást nyújt művében a sarkifényről és a légkör legmagasabb rétegének a sarkifénnyel szorosan összefüggő problémáiról. Elsősorban a megfigyelési eredményeket tárgyalja, míg az elméleti magyarázatokból csak a jobban megalapozottak ismertetésébe bocsátkozik bővebben. Tömörség jellemzi a könyvet, de a kis terjedelem miatt sajnos csak felületes tájékozódásra szolgálhat.

Az északifény különböző típusait ábrázoló jellegzetes szép felvételektől kisérve, az északifény különböző alakjainak a leírásával vezeti be Harang könyvét s összefoglalja a közvetlen tapasztalati eredményeket. Az északifény színe után hosszabb fejezetben ismerteti a Birkeland—Störmer-féle elméletet. S ezzel elérkeztünk már a könyv felére. A hátra lévő részben a légkörnek a sarkifény keletkezése szempontjából szóba jöhető részének a fizikai állapotával foglalkozik részletességgel a szerző és végül az ionoszféráról ír különálló fejezetet.

Kár, hogy meglátszik a könyvben, hogy a szerző a Nap fizikai vizsgálatával kapcsolatos újabb kutatások eredményeinek ismeretére nem helyezett különösebb súlyt.

Astronomischer Jahresbericht 40. Band. Die literatur des Jahres 1938. (Szerkeszti és kiadja a Copernicus-Institut, Astronomisches Rechen-Institut, Berlin-Dahlem.) Walter de Gruyter & Co. Berlin, 1940. 359 oldal. (6 RM.)

Nemrég jelent meg, immár a 40. kötete az egész csillagászati világ-irodalmat felölelő sorozatos műnek, melynek minden egyes kötete egy-egy év teljes irodalmát ismerteti. Különös örömmel üdvözölhetjük az 1938. év csillagászati irodalmának összefoglaló ismertetését, mivel a jelen háború folytán a távolabbi országokból igen körülményes és nagy nehézségekkel jár a nyomdatermékek beszerzése. A Jahresbericht a fontosabb műveket a kellő részletességgel ismerteti és sok esetben így némileg pótolni tudja az eredeti cikket.

A «Bibliographie mensuelle de l'astronomie»-nek az 1939-es évfolyama még a háború ellenére is teljes. Ez a békeidőben Párizsban havonta megjelenő folyóirat nagyjából csupán egy havi késedelemmel ismertette a csillagászati világirodalmat. Ennek megfelelőleg keresztülvihetetlen lett volna a teljességre való törekvés. Ismertetései a Jahresbericht-hez képest lényegesen rövidebbek. Mégis igen jó szolgálatokat fog tudni tenni a Bibliographie mensuelle de l'astronomie 1939. évi évfolyama, mivel a háború miatt a következő Jahresbericht valószínűleg el fog késni.

Kleine Planeten Jahrgang 1941. (Herausgegeben von Copernicus-Institut, Berlin-Dahlem.) F. Dümmers Verlag, Bonn. u. Berlin, 1940.

Az 1941. évre szóló kisbolygó-évkönyv az 1941-ben oppozícióba jutó 1190 ismert kisbolygóról közöl oppozíciós efemerist. Ezenkívül a négy első kisbolygónak (Ceres, Pallas, Juno, Vesta) majdnem az egész évre vonatkozólag tartalmazza részletes efemerisét. 1516 elnevezett, illetőleg számozott kisbolygó legújabb pályaelemeinek összeállítását is megtaláljuk.

A számítások nagy részét maga a Copernicus-intézet végezte. Különösen nagyszámú kisbolygó pályaelem és efemeris számolást végzett még: a leningrádi csillagászati intézet, a tokyoi csillagvizsgáló és a turkui egyetemi csillagvizsgáló. A további 15 egyéni számító között szerepel Kulin György is 2 kisbolygó pályaelemének és 8 efemerisének számításával.

K. Stumpf, Die Erde als Planet. Verständliche Wissenschaft Nr. 42. Springer, Berlin, 1939 vége. 158 oldal. 50 képpel. (4,80 RM.)

A könyv népszerű, könnyű, élvezetes olvasmány és mégis teljes tudományos szigorúsággal a legújabb tudományos eredmények figyelembevételével íródott, ami népszerű könyveknél, sajnos, inkább ritkaságnak számít. A könyv tárgya főleg a csillagászat és geofizika érintkező pontjait öleli fel. Külön kiemelni szeretnők a könyv első fejezetét, melyben a szerző a csillagászat történeti fejlődését írja le röviden.

E. Zinner, Der Sternenmantel Kaisers Heinrichs, Himmelskunde und Rechenkunde im alten Bamberg. Kleine Bamberg Bücher, Bd. 8. Bamberger Verlagshaus, Meisenbach & Co. 1939. (1,20 RM.)

II. Heinrich (1002—1024.) koronázási palástján található nyolcszögbe foglalt antik csillagképek leírása. A palástot ma is a bambergi dóm ereklyéi között őrzik.

A Királyi Magyar Természettudományi Társulat Évkönyve 1941-re Naptárral és csillagászati táblázatokkal. Kiadja a K. M. Természettudományi Társulat. (Ára 1 P.)

Csillagászati cikkei: Az 1939—40. év csillagászati eseményeiről *Detre László* írt kitünő összefoglalást. *Dezső Loránt* a csillagászati távcsövek újabb fejlődését ismerteti (Schmidt-tükör és Väisälä-féle módosítása stb.).

D—ő.

SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A Szakosztály október 9-én tartott 47. ülésén Dezső Loránt «A Nap fizikai vizsgálatával kapcsolatos folyamatos észlelések és az eddig elért eredmények» címmel adott elő. Az előadást jelen számunkban közöljük.

November 13-án Réthly Antal elnöklésével tartott ülésünkön Detre László «A csillagok energiaforrása és a csillagok stabilitásának és pulzációjának kérdései» című előadásában először ismertette a csillagok energiaforrására vonatkozó legújabb vizsgálatokat. Magreakciók révén történő energiatermelés esetén az energiatermelés erősen változik a hőmérséklettel és ez veszélyezteti a csillag stabilitását pulzációkkal szemben. Előadó vázolta ezzel kapcsolatban a csillagok stabilitására és pulzációjára vonat-

kozó eddigi vizsgálatokat, kiemelve a csillagok belső szerkezetéről való elméletek hiányosságát, ami miatt ma még számos ellenmondás van megfigyelés és elmélet között. Dezső Loránt a csillagászati ujdonságok keretében a protuberanciák mozgására vonatkozó legújabb vizsgálatokról számolt be. Erről a témáról legközelebb hosszabb cikket közlünk.

December 11-i ülésünkön Kolbenhayer Tibor adott elő «A galaktikai csillagfelhők és csillaghalmazok egyensúlyá»-ról. A galaktikai ellipszoidális csillagfelhők és halmazok egyensúlyának elmélete a következő alapfeltevésekből indul ki: 1. A galaktika tömegeloszlásának szimmetriája; 2. a rendszerekben a csillagok tömegének egyenlősége; 3. a rendszerek egyenletes körmozgása a gal. centruma körül. A galaktika potenciáljának sorbafejtése után a rendszer saját potenciálját a sűrűségeloszlás előzetes ismerete híján mint homogén ellipszoid potenciálját vezetjük le. A mozgásegyenletek könnyen integrálhatók és ily módon adódik egy első uniform integrál.

Csillagfelhőknek általában a dinamikus egyensúlyban lévő rendszereket nevezzük. Az egyensúly ismert feltételéből bizonyos feltételek adódnak a tengelyhosszakra és sűrűsége. A relaxációs idő $3 \cdot 10^{10} < \tau < 4 \cdot 10^{14}$ év. Az elmélet igazolása az észlelési adatok hiányossága folytán egyelőre nem lehetséges.

A galaktikai csillaghalmazokat statisztikai egyensúlyban lévő rendszereknek tekintjük, bár ez a feltevés, mint a gömbhalmazok vizsgálata mutatja, elvileg nem nagyon jogosult. Az előbbi esetben alkalmazott elhanyagolásokkal a két legismertebb halmaz Praesepe és Plejádok tengelyhosszaira a csillagok számából kiindulva azonban az elmélet meglehetősen jó eredményt ad.

HIREK

Detre László és **Balázs Júlia**, a svábhegyi csillagvizsgáló obszervátora és asszisztense, a német kultuszminisztérium meghívására öt hónapig a müncheni csillagdán dolgoztak, mint a Deutsche Forschungsgemeinschaft ösztöndíjasai.

Dezső Loránt, a svábhegyi csillagvizsgáló munkatársa, állami ösztöndíjjal 9 hónapot töltött a zürichi műegyetemi csillagdán, ahol napkutatással foglalkozott.

A nyugalombavonult **Elis Strömgren**nek, a kopenhágai csillagda igazgatójának és a csillagászat professzorának utódja e tisztségben fia, **Bengt Strömgren** lett.

B. Jung, a fiatal német csillagász-generáció egyik legtehetségesebb tagja öngyilkos lett.

H. Rosenberg, az isztambuli csillagvizsgáló igazgatója, 60 éves korában elhunyt. Különösen spektrálfotometriai és fényelektromosfotometriai vizsgálataival tűnt ki. Elektromikrofotométere ma mindenfelé a legjobban bevált műszerek közé tartozik.

W. E. Harper, a kanadai Viktoria-csillagda igazgatója június 4-én 62 éves korában elhunyt, Általában a csillagok radiális sebességének meghatározására, de különösképp a spektroszkópai kettőscsillagok terén 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.

D. M. Sopron. — Kérdésére: Miért kék az ég, amikor az őt megvilágító Nap sárga? — alább adjuk meg a választ.

Miért kék az ég? Csak kb. félszázada, hogy a fizikusok erre a kérdésre kielégítő választ tudnak adni. Egészen röviden ez a felelet: azért kék az ég, mert a levegő — mint az anyag általában — parányi részecskékből áll.

Talán nem lesz érdektelen végigfutni azon a gondolatmeneten, amely az anyag atomizmusától az ember előtt egyik legtermészetesebb jelenség magyarázatáig vezet.

Először is lássuk általában, hogy egy gáztömeg (jelen esetben a Föld légköre) sajátságaira vonatkozó kérdés vizsgálatához hogyan kezd a fizikus.

A gáztömeget molekulákból állónak tekintve, közel fekvő feltevés, hogy a molekulák kis kiterjedésűek és gömbszimmetrikusak, vagyis semmilyen irányban sincsenek kitüntetett sajátságaik, és hogy ezekre a kis gömbökre a klasszikus mechanika törvényei érvényesek. E felvételek mellett egy gáztömeg viselkedésére úgy kaphatnánk felvilágosítást, hogy minden egyes molekulára felírjuk a Newton-féle mozgásegyenleteket és azokat megoldjuk. Azonban egy mol gázban — amint ezt különböző irányú vizsgálatok megmutatták — 10^{23} nagyságrendű számú molekula van és minden molekulához hat elsőrendű differenciálegyenlet tartozik. Mindezen egyenletek integrálása vezetne az eredményhez, ami azonban kivihetetlen feladat. A valóságban azonban nincs is erre szükség: minket nem érdekel, hogy mi történik a gáz egyes molekuláival; ha ismernők is az egyes molekulák viselkedését, akkor is közepelésekkel az általános sajátságokra akarnánk következtetni. Általános tulajdonságok megismeréséhez pedig sokkal célszerűbb módon, statisztikai vizsgálatokkal lehet eljutni.

Statisztikai megfontolásoknál az előbbi két feltevés mellett a rendezetlenség elvét is figyelembe kell venni. Ez az elv a nagy számok törvényére vezethető vissza, és a modern fizikában egyre nagyobb szerepet játszik.

Jellemezzünk egy rendszert állapothatározókkal. Az állapothatározók változásával a rendszer különböző állapotokba jut. Ragadjunk ki az állapotok sokaságából egyes állapotokat. A nagy számok törvénye mármost azt mondja, hogy sok észlelés esetén az egyes állapotokban való tényleges előfordulások száma úgy aránylik egymáshoz, mint az egyes állapotok bekövetkezésének a matematikai valószínűsége. Ez a törvényszerűség annál pontosabban érvényes, minél nagyobb számú észlelést végzünk, amit más szavakkal így fejezhetünk ki: nagy számok esetén a matematikai valószínűség a valóságot fejezi ki.

A nagy számok törvénye segítségével meg lehet határozni a molekuláknak egy gáztérben való eloszlását: a molekulák úgy oszlanak el, hogy az eloszlás matematikai valószínűsége maximális legyen. A feladat tehát matematikailag egy könnyen megoldható szélsőérték-probléma.

A valószínűségi számítási problémáknál az első feladat az eleve egyenlő valószínűségű esetek meghatározása. Aszerint, hogy miket tekintünk azonos eloszlásoknak és miket egyenlő valószínűséggel bekövetkező eloszlásoknak, az eloszlási törvényre más-más kifejezést kapunk. A következő megfontolásaink szempontjából csak az lényeges, hogy az eloszlási törvény statisztikai természetű.

Egy törvény statisztikai volta azt jelenti, hogy középértékekre, pl. igen nagy számú részecske átlagos viselkedésére vonatkozik, és jellemző rá, hogy a valóságban a törvénytől kis eltérések is előfordulhatnak. A jelen esetben tehát: a legvalószínűbb eloszlástól kissé eltérő eloszlás is lehetséges, a gázban a molekulák eloszlása a legvalószínűbb eloszlás körül ingadozhat.

A molekulák eloszlásában fellépő ingadozás, melynek a mértékéről ismét a valószínűségi számítás ad felvilágosítást, többek között a fénynek gázban való terjedését is lényegesen befolyásolja.

Elektrodinamikai vizsgálatok a gázon át való fényterjedést dipólus-sugárzásra vezetik vissza.¹

Ha egy fénysugár gázon megy át, akkor az egyes molekulák gömb-szimmetriájukat elvesztik és kényszerrezgést végző dipólusokká változnak: minden egyes molekula külön fényforrás lesz. Ha a gáz ritka, a molekulák közötti kölcsönhatás elhanyagolható és a molekulák által kibocsátott hullám fázisa molekuláról molekulára változik. A mi szempontunkból mármost az a lényeges, hogy az eredő fényvektor matematikai kifejezésében szerepel a térfogategységben levő molekulák száma. Mindaddig, míg e mennyiséget állandónak tekintjük, a makroszkópikus törésmutatónak megfelelő fényterjedést kapjuk eredményül.

Az eloszlásbeli ingadozás azonban éppen a térfogategységben levő molekulák számának a változó voltát jelenti és a valóságban ezen ingadozásnak a fény terjedésén is meg kell látszania. Valóban — mivel a tér különböző részein az egységnyi térfogatban levő molekulák számának ingadozása egymástól független — a keletkező komponens sugarak nem koherensek: a fény rendes terjedése mellett bizonyos szóródás lép fel.

¹ Max Born: Optik, Berlin, 1933. Kap. 7. (Molekulare Optik.)

A sűrűségingadozás következtében fellépő szórt fény intenzitására vonatkozólag először Lord Rayleigh végzett számításokat és a következő eredményre jutott: A beeső fény irányára merőlegesen szórt fény intenzitása:

$$\frac{V}{N} \frac{\pi^2 (n^2 - 1)}{r^2 \lambda^2},$$

ahol V a gáz térfogata, n a makroszkopikus törésmutató, r az észlelőnek a dipólustól való távolsága, λ a beeső fény hullámhossza és N a térfogat-egységben levő molekulák száma.

Ez a formula megadja a feleletet a felvetett kérdésre és megmondja az indokolást is.

A szórt fény intenzitása a hullámhossznak a negyedik hatványával arányos, tehát a látható színek közül a kékre a legerősebb. A Nap fehér fényével megvilágított hatalmas légtömeg ezért látszik tehát kékszínűnek.

Hogy pedig a szórás egyáltalán létrejön, annak a levegő molekuláris szerkezete az oka: ezt jelzi a szórásnak N -től való függése. Véges N érték mellett mindig fellép szórás. A szórt fény intenzitása csak akkor lenne zérus, vagyis csak akkor nem lenne szórás, ha $N = \infty$ lenne, vagyis, ha az anyag folytonos lenne és nem egyes különálló parányi részecskékből állna.

Az ingadozási jelenségek és ezek egyik következményével, az ég kék színével kapcsolatos megfontolásoknak az ad különös elvi érdekességet, hogy ezek révén — mint láthattuk — az anyag atomizmusának közvetlen bizonyítékához lehet jutni. Az anyag atomizmusa ugyan már más úton teljes bizonyossággal igazolt tény volt akkor, amikor a statisztikai fizika odáig jutott, hogy az ingadozási jelenségeket és ezek egyes megnyilvánulásait (amilyen az ég kék színe is) értelmezni tudta, ez azonban nem kisebbíti e tünemények elvi fontosságát.

Faragó Péter

ZEISS

CSILLAGÁSZATI MŰSZEREK

Terresztrikus távcsövek - Kilátótávcsövek - Felszerelések amatőr csillagászok részére - Csillagászati lencsék - Kupolák



Az aacheni népcsillagda.

200 mm-es refraktor tartozékokkal vizuális és fotografikus megfigyelések céljára. A kupola belső átmérője 6 méter.

Katalógusokkal és felvilágosításokkal készségesen szolgál a magyarországi vezérképviselőt:

CARL ZEISS
JENA

IFJ. JURÁNY HENRIK

Budapest, IV., Váci-utca 40. — Telefon: 183—092.

CSILLAGÁSZATI LAPOK

ZEITSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN ABTEILUNG DES
KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

UNTER MITWIRKUNG VON PROF. J. WODETZKY

REDIGIERT VON

L. DETRE und K. LASSOVSKY

ERSCHEINT VIERTELJÄHRLICH

BUDAPEST

STEPHANEUM BÜCHDRUCKEREI

3. Jahrgang

1940

Heft 3

INHALT

L. DEZSÓ: Über die fortdauernden Sonnenbeobachtungen.....	81
K. LASSOVSKY: Untersuchung des Gesichtsfeldes astronomischer Fernrohre	102
KLEINERE MITTEILUNGEN: Erneute Aluminisierung des 2 ¹ / ₂ m-Spiegels der Mount-Wilson-Sternwarte. – Kalte Winter und Sonnenflecke. – Die große Opposition von Jupiter und Saturn. – Nachrichten über Kometen. – Helles Meteor über Ungarn. – Die Rotation des Andromedanebels. – Eine Prüfung der Pulsationstheorie durch die Beobachtung. – Neue Untersuchungen über Algolssysteme. – Zeta Aurigae. – Neue Supernova in NGC 5907. – Die Farbe der Spiralnebel	109
BÜCHERSCHAU	123
VEREINSNACHRICHTEN	124
NACHRICHTEN	125
BRIEFKASTEN DER REDAKTION	126

308.684

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Budapest
1940

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL
SZERKESZTI
DETRE LÁSZLÓ ÉS LASSOVSZKY KÁROLY

3. évfolyam
4. szám

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT CSILLAGÁSZATI
SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

MEGJELENIK NEGYEDÉVENKÉNT

WODETZKY JÓZSEF közreműködésével
szerkeszti
DETRE LÁSZLÓ és LASSOVSZKY KÁROLY

3. évfolyam

1940

4. szám

TARTALOM

DETRE LÁSZLÓ: A csillagok stabilitása és pulzációja.	129
Budapesten látható csillagfödések 1941-ben (világidőben).	146
APRÓ KÖZLEMÉNYEK: Újabb vizsgálatok az állatövi fényről. STROMMER GYULA. – Az ionoszféra és a kozmikus sugárzás 1940 október 1-i napfogyatkozás alatt. D. L. – Az első fun- damentális fényelektromos fotometriai katalógus. STROMMER GYULA. – A Tejút déli részeinek újabb stellárstatisztikai vizsgálatai. KOLBENHEYER TIBOR. – Az intersztelláris abszorpció szerepe ζ Persei spektrumának intenzitás-elosz- lásánál. KOLBENHEYER TIBOR.	149
HIREK	158
SZERKESZTŐI ÜZENETEK	158

A folyóiratot a Csillagászati Szakosztály tagjai tagilletmény gyanánt kapják. Tagdíj 5 pengő. A Szakosztály tagja bárki lehet, ki egyúttal a Természettudományi Társulat tagja.

Nem tagok részére a CSILLAGÁSZATI LAPOK évi előfizetési díja 6 pengő. Az előfizetési díjak a Természettudományi Társulat címére (Budapest, VIII., Eszterházy-utca 16. sz.) küldendők.

A szerkesztőség címe: CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET, BUDAPEST-SVÁBHEGY.

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL

SZERKESZTI

DETRE LÁSZLÓ ÉS LASSOVSZKY KÁROLY

3. ÉVFOLYAM

1940

BUDAPEST

STEPHANEUM NYOMDA

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
ABAHÁZI RICHÁRD :	
A katódsugárosszcillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél	21
A McDonald-csillagda megnyitása	31
A feketedési görbe törvényszerűsége	34
Válasz Koczkás Gyula hozzászólására	66
Fényelektromos csillagszámláló	67
A galaktikai centrum távolsága	73
BALÁZS JULIA :	
Fehértörpék, novák, szupernovák	37
δ Cephei- és rokontípusú csillagok fényváltozása és sebességváltozása közötti összefüggés	41
Új, nagy planetáris köd	72
Zeta Aurigae	119
DETRE LÁSZLÓ :	
Az 1940a Kulin-üstökös	35
A tejútfelhők és a nyílthalmazok dinamikája	39
A Scorpio-Centaurus csillagraj és a <i>K</i> -effektus	72
A pulzációelmélet megfigyelési igazolása	115
Spirális ködök színe	122
A csillagok stabilitása és pulzációja	129
Az ionoszféra és a kozmikus sugárzás az 1940 október 1-i napfogyatkozás alatt	152
DEZSŐ LÓRÁNT :	
A folyamatos napészlelésekről	81
L. Harang: Das Polarlicht. (Könyvismertetés)	123
Astronomisches Jahresbericht. 40. Bd. (Könyvismertetés) ..	123
Kleine Planeten Jahrgang 1941. (Könyvismertetés)	123
K. Strumpf: Die Erde als Planet. (Könyvismertetés)	124
FARAGÓ PÉTER :	
Miért kék az ég?	126
FORRÓ MAGDOLNA :	
A kozmikus sugárzás napi menete	76
GUMAN ISTVÁN :	
Az algorendszerek újabb vizsgálatai	117
JELITAI JÓZSEF :	
Adatok Gauß asztronómiai munkásságának jellemzéséhez. Idézetek kortársaihoz írt leveleiből	49

	Oldal
KÖCZKÁS GYULA :	
Megjegyzések Abaházi Richárd: «Katódoszcillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati mérések-nél» c. dolgozatára	66
KOLBENHEYER TIBOR :	
A Tejút déli részeinek újabb stellárstatisztikai vizsgálatai	154
Az intersztelláris abszorpció szerepe ζ Persei spektrumának intenzitáselosztásánál	156
KULIN GYÖRGY :	
A Gauß- és Väisälä-módszer kritikai összehasonlítása	11
Az Amor megtalálásának jelentősége	70
Mészáros László: A csillagászati földrajz elemei. (Könyvismertetés)	79
A hideg telek és a napfoltok	110
A Jupiter és a Saturnus nagy oppozíciója	110
Hírek üstökösökről	111
LASSOVSKY KÁROLY :	
A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 1939. évi működése	1
Abbe születésének századik évfordulója	30
Olbers halálának századik évfordulója	31
A változócsillagok számának növekedése	37
Új szupernova	37
Terkán Lajos †	44
A Jupiter-bolygó felhős képződményeinek színeződése	69
A csillagok energiaforrása	75
Csillagászati távcsövek látmezejének vizsgálata	102
A Mount Wilson Observatórium $2\frac{1}{2}$ méteres tükrének új alumíniumozása	109
Az Andromeda-köd rotációja	114
Új szupernova az NGC 5907 extragalaktikában.....	121
STROMMER GYULA :	
Fényes meteor Magyarországon	113
Újabb vizsgálatok az állatövi fényről	140
Az első fundamentális fényelektromos katalógus	153
SZEPESI ZOLTÁN :	
Az energia megmaradásának elve az atomfizikában	62
TOLMÁR GYULA :	
D. O. Woodbury: The Glass Giant of Palomar. (Könyvismertetés)	42

Jegyzet. A vastagon nyomott lapszámok nagyobb cikkekre vonatkoznak.

CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

3. évfolyam

1940

4. szám

A CSILLAGOK STABILITÁSA ÉS PULZÁCIÓJA*

A csillagok stabilitásának problémáját általánosan így fogalmazhatjuk meg: Valamely hidrodinamikai és sugárzási egyensúlyban levő gáznemű testben infinitezimális zavart keltünk. Ha ezután a test magára hagyatva visszatér egyensúlyi állapotába vagy kis oszcillációkat végez eredeti egyensúlyi helyzete körül, akkor az egyensúlyi állapot stabilis. Ellenkező esetben, vagyis ha bármilyen infinitezimális zavar a test állapotának progresszív változását vonja maga után, az egyensúlyi állapot instabilis. Némileg különbözik ettől a pulzációelméletben tárgyalt probléma. Itt az egyensúlyt eleve stabilisnek tételezzük fel és azt vizsgáljuk, hogy az egyensúlyhelyzet körüli oszcillációk amplitudója az idővel fogy-e, vagy nő (pulzációs stabilitás és instabilitás).

A csillagok dinamikai stabilitása. Valamely csillag dinamikailag stabilis, ha felépítése olyan, hogy expanziója esetén az összenergiája nő, kontrakciója esetén fogy. Ha ugyanis az expanzió alkalmával energia szabadulna fel, az így keletkező belső nyomástöbblet a csillagot tovább terjesztené ki és a csillag a nyomáshullám terjedési idejének megfelelő idő alatt szétbomlana. Ugyanígy a kontrakció alkalmával energiának kell felszabadulni, amely meggátolja a csillag további zsugorodását.

A dinamikai stabilitás kevésbé exakt, de csillagokra még elég szigorú megfogalmazása az a szükséges követelés, hogy a csillag E összenergiájának negatívnak kell lenni, ha E a csillag végtelen kiterjedése és zéró hőmérséklet mellett zéró. Ez azonos az előbbi feltétellel, ha E monoton függvénye a sugárnak.

E a gravitációs energiából, a sugárzási energiából és az atomok és elektronok kinetikai és ionizációs energiájából tevődik össze. Ezek közül csak az ionizációs energiát nem lehet minden további nélkül zárt alakban felírni. Ezt általában a fajhőhányados, $\gamma = c_p/c_v$ kiszámításánál vesszük tekintetbe. Az $E < 0$ feltétel, mint rendkívül egy-

* A müncheni egyetem csillagászati kollokviumán 1940 október 1-én tartott előadás. Néhány, az előadás keretében csak röviden vázolt matematikai levezetést itt részletesen ismertettek.

szerűen kimutatható, ekkor ekvivalens a $\bar{\gamma} > \frac{4}{3}$ feltétellel. Ennek levezetésénél mindössze a csillag gömbszimmetriáját kell feltételezni és a hidrosztatikai egyensúly egyenletét :

$$\frac{dP}{dr} = - \frac{GM(r)}{r^2} \rho \dots\dots\dots (1)$$

tekintetbe venni, hol P az össznyomás, $M(r)$ a tömeg r sugaron belül, ρ a sűrűség, G a gravitációs állandó.

(1) felhasználásával a potenciális energia

$$\Omega = - \int_0^R \frac{GM(r)}{r} dM(r)$$

így írható:
$$\Omega = \int_0^R \frac{r}{\rho} \frac{dP}{dr} 4\pi\rho r^2 dr = - 3 \int_0^R P dv \dots\dots\dots (2)$$

hol R a csillag sugara, $dv = 4\pi r^2 dr$ a térfogatelem. A parciális integrálásnál tekintetbe vettük, hogy P a csillag felületén eltűnik, $P(R) = 0$.

A csillag sugárzási energiája, S , mivel az energiasűrűség a sugárnyomás háromszorosa, a sugárnyomás pedig, ha β -val jelöljük a gáznyomásnak P -hez való viszonyát, $(1 - \beta)$ P -vel egyenlő, lesz :

$$S = 3 \int_0^R (1 - \beta) P dv \dots\dots\dots (3)$$

Végül a csillag hőenergiája, ha a csillag anyaga ideális gáz :

$$H = \int_0^R c_v T \rho dv = \int_0^R \frac{c_v \cdot \beta}{c_p - c_v} P dv = \int_0^R \frac{\beta}{\gamma - 1} P dv \dots (4)$$

(2), (3) és (4) összegezéséből kapjuk a csillag összenergiáját :

$$E = \Omega + S + H = - \int_0^R \frac{3\gamma - 4}{\gamma - 1} \beta P dv \dots\dots\dots (5)$$

Ha γ állandó a csillag belsejében, innét azonnal kapjuk a $\gamma > \frac{4}{3}$ szükséges feltételt a stabilitásra. Változó γ esetén ugyanez érvényes γ -nak megfelelően vett középértékére. Ha $\bar{\gamma} < \frac{4}{3}$, akkor $E > 0$, a csillag instabilis.

Az ionizációs energiát *Biermann* az egyes elektronok kötési energiájának összegezésével direkt számította ki.¹ A dinamikai stabili-

¹ L. Biermann: Chemische Zusammensetzung und dynamische Stabilität der Sterne. Zf Ap 16. 29. 1938.

tás feltétele ekkor szükségszerűen megszorítja a kémiai elemek elképzelt előfordulási arányait és ezen az úton, mint Biermann kimutatta, az óriáscsillagok hidrogéntartalmára nem triviális alsó határt lehet levezetni. A fenti levezetésben az ionizációs energia H alkotó része.

Konvektív stabilitás. Most vizsgáljuk a sugárzási egyensúly stabilitási feltételeit. A sugárzási egyensúly egyenlete gömbalakú csillagra², minthogy a sugárnyomás $(1 - \beta)P$ -vel egyenlő:

$$\frac{d[(1 - \beta)P]}{dr} = -\frac{\kappa L(r)}{4\pi c r^2} \cdot \rho \dots\dots\dots (6)$$

hol κ a csillaganyag abszorpciós koefficiense, $L(r)$ az r sugarú gömbön az időegység alatt áthaladó energiamentiség, úgyhogy $dL(r) = 4\pi r^2 \rho \epsilon dr$, ha ϵ tömegegységenként az időegység alatt termelődő energia. Ebből megfelelő kifejezést keresünk a hőmérsékleti gradiensre, dT/T -re.

Osszuk (6)-ot (1)-gyel és hozzuk be az $\eta = L(r)/M(r) : L/M = \bar{\epsilon}(r)/\bar{\epsilon}$ mennyiséget, hol L a csillag fényessége, M a tömege, $L(r)/M(r) = \bar{\epsilon}(r)$ az átlagos energiatermelés r sugaron belül, $L/M = \bar{\epsilon}$ pedig az átlagos energiatermelés a csillagban. Kapjuk a következő egyenletet

$$d[(1 - \beta)P] = \frac{\kappa L(r)}{4\pi c GM(r)} dP = \frac{L}{4\pi c GM} \kappa \eta \cdot dP \dots (7)$$

Definiáljuk $\kappa \eta$ átlagos értékét a csillag felülete és az r sugarú gömb között a

$$\overline{\kappa \eta}(r) = \frac{1}{P} \int_0^P \kappa \eta \cdot dP \dots\dots\dots (8)$$

egyenlettel. Integráljunk (7)-ben $r = r$ -től $r = R$ -ig, akkor kapjuk a következő egyenletet:

$$\overline{\kappa \eta}(r) = \frac{4\pi c GM(1 - \beta)}{L} \dots\dots\dots (9)$$

(9)- és (7)-ből pedig:

$$\frac{d[(1 - \beta)P]}{(1 - \beta)P} = \frac{\kappa \eta}{\overline{\kappa \eta}(r)} \frac{dP}{P} \dots\dots\dots (10)$$

Minthogy a sugárnyomás: $(1 - \beta)P \sim T^4$, innét a sugárzási hőmérsékleti gradiensre kapjuk végül is a következő kifejezést:

$$\frac{dT}{T} = \frac{1}{4} \frac{\kappa \eta}{\overline{\kappa \eta}(r)} \cdot \frac{dP}{P} \dots\dots\dots (11)$$

² 1. pl. Chandrasekhar: An introduction to the study of stellar structure. Chicago. 1939. p. 214.

Tegyük fel, hogy a csillag egy δM tömegelemében, amelynek állapothatározói kezdetben T, ρ és P voltak, hirtelen $\delta T > 0$ hőmérsékletemelkedés lép fel. A tömegelem ennek következtében kiterjed, sűrűsége kisebb lesz, mint a környezetéé és így felhajtódik kisebb sűrűségű helyek felé. Mozgása közben állapothatározói tovább változnak.

Kövessük a tömegelem sorsát a következő feltevések mellett: 1. Az állapotváltozás kvazisztatikus, vagyis a tömegelemnek a környezetre kifejtett nyomása minden pillanatban egyenlő a környezetnek a tömegelemre kifejtett nyomásával. 2. Az állapotváltozás adiabatikus. 3. A surlódási erők a mozgás közben elhanyagolhatók.

A 2. feltevés szerint a tömegelem hőmérsékletváltozását mozgása közben a

$$\left(\frac{dT}{T}\right)_{ad} = \frac{\Gamma - 1}{\Gamma} \frac{dP}{P} \dots\dots\dots (12)$$

egyenlet határozza meg. Itt Γ a gáz és sugárzás összességére vonatkozó fajhőhányados és így annál inkább különbözik γ -tól, minél nagyobb $(1 - \beta)$. Összehasonlítva (12)-t (11)-el, minthogy 1. feltevésünk értelmében dP/P mindkét egyenletben egyenlőnek tekinthető, látjuk, hogy ha

$$\frac{\Gamma - 1}{\Gamma} > \frac{1}{4} \frac{\kappa\eta}{\kappa\eta(r)} \dots\dots\dots (13),$$

a tömegelem hőmérséklete felfelétartó mozgása közben gyorsabban csökken, mint a környezet hőmérséklete. Ennek következtében kezdeti hőtöbbletét környezetéhez képest csakhamar elveszti és ezzel feltartó mozgása megszűnik.

Ugyanígy, ha a δM tömegelem hőmérséklete valami okból csökkennék, megnövekedett sűrűsége következtében a csillag közepe felé kezdene süllyedni. Ha (13) fennáll, a hőmérséklete gyorsabban nő a mozgás közben, mint a környezetéé és így csakhamar elérkezik olyan pontba, ahol állapothatározói megegyeznek környezetéével és ezzel mozgása megszűnik. Tehát, ha (13) fennáll, vagyis *ha a sugárzási gradiens kisebb, mint az adiabatikus gradiens, a sugárzási egyensúly stabilis.*³

Ha viszont a sugárzási gradiens nagyobb az adiabatikusnál, a tömegelem mozgása közben mind jobban fog különbözni környezetétől és így mozgása mindaddig tart, amíg a csillag olyan helyeire nem érkezik, ahol (13) fennáll. Így a csillag olyan helyén, ahol

$$\frac{\Gamma - 1}{\Gamma} < \frac{1}{4} \frac{\kappa\eta}{\kappa\eta(r)} \dots\dots\dots (14)$$

³ K. Schwarzschild: Über das Gleichgewicht der Sonnenatmosphäre. Gött. Nachr. 1906. S. 41.

az egyensúly labilis és így könnyen konvekciós áramok indulnak meg és ezek aztán csökkentik az eredeti hőmérsékleti gradienst.

Az Eddington-féle csillagmodellben $\kappa\eta$ állandó és így (13) szerint stabilitás áll fenn, ha $\Gamma > 4/3$. Γ értéke, ha a sugárnyomás nem jelentős a gáznyomáshoz képest, normális csillaganyagra közel lesz az egy-atomos gázok fajhőhányadosához, $5/3$ -hoz. Ez Γ lehetséges legnagyobb értéke. A sugárzás fajhőhányadosa $4/3$, úgyhogy Γ értéke számbajövő sugárnyomás mellett is nagyobb $4/3$ -nál. Az Eddington-féle csillagmodell tehát mindig stabilis.

Ez még fokozottabb mértékben áll (13) szerint minden olyan csillagmodellre, melynél $\kappa\eta$ a középpont felé fogy, mint pl. az ϵ -konst. modellnél, ha az abszorpciós koefficiensre a Kramers-féle formulát vesszük, azaz $\kappa \sim \rho T^{-7/2}$. De ha az energiatermelés erősen nő a csillag középpontja felé, amint az a magreakciók révén történő energiatermelés esetén mindig fennáll, akkor $\kappa\eta$ is erősen nő a középpont felé és így (14) szerint Γ maximális értéke mellett is könnyen konvekció léphet fel a középpont környékén. A pontforrásmodellnél mindig fellép konvekció.⁴

Magreakciók esetén ϵ a hőmérséklet exponenciális függvénye, de a csillagok középpontjában előforduló hőmérsékleti hatásokon belül ez hatványkitevős függvényvel közelíthető meg. Cowling ezért megvizsgálta, hogyha $\epsilon \sim T^n$, mekkora n -nek minimális értéke, amelyre már konvekció áll be a csillag középpontjában⁵. κ -ra a következő feltevéseket tette: 1. $\kappa = \text{konst.}$, 2. $\kappa = \rho T^{-1/2}$. Γ -ra a stabilitás szempontjából legkedvezőbb $5/3$ értéket vette. Az (1) és (6) egyenletek numerikus integrálásával nyert eredményei szerint a κ -ra tett első feltevés mellett $n = 3$ -ra a csillag még stabilis, $n = 4$ -re már nem. Ha κ -ra a Kramers-formulát vesszük, n kritikus értéke 7 és 8 közé esik.

Bethe⁶ vizsgálatai szerint a Russel-diagramm főágának csillagai-ban az energiatermelés túlnyomórészt a szén-nitrogén-ciklus, kisebb mértékben a $H_1^1 + H_1^1 \rightarrow H_1^2 + e^+$ magreakció révén történik.* A két-

⁴ L. Biermann: Konvektion im Innern der Sterne. AN 257. 269. 1935 és Untersuchungen über den inneren Aufbau der Sterne. IV. Konvektionszonen im Innern der Sterne. Zf Ap 5. 117. 1932.

⁵ T. G. Cowling: The stability of gaseous stars. I. MN 94. 768. 1934; II. 96. 42. 1936.

⁶ H. Bethe: Energy production in stars. Phys. Rev. 55. 434. 1939.

* A szén-nitrogén-ciklus a következő reakciók láncolata:



A ciklus végeredménye: négy hidrogén magból keletkezett energia-felszabadulás mellett egy hélium-mag. A β -széteséseknél fellépő neutrínokat a fenti képletekben nem írtuk ki, bár a felszabaduló energiáknak mintegy 7 százalékát képviselik.

fajta reakció együttes tekintetbevételével, a reakciókban szereplő elemek gyakoriságára tett valószínű feltevések mellett, a főág csillagainak középpontjában uralkodó hőmérsékleti határokon belül Bethe szerint $\varepsilon \sim T^{17}$. A csillagok középpontja tájékán tehát feltétlenül van konvekciós réteg. Ez azonban nem befolyásolja az egész csillag stabilitását. Normális csillagokban Cowling szerint a konvekciós réteg annyira kicsi, hogy nincs semmi hatással a csillagok külsőbb részeinek felépítésére. De még kiterjedtebb konvekciós rétegek mellett is stabilis maradhat a csillag olyan értelemben, hogy az ilyen csillagot mint állandó fényű, spektrumú és sugarú csillagot figyeljük meg.

A csillag középpontján kívül lehetnek konvekciós rétegek nem messze a csillag felületétől is. Ugyanis, ha a csillag felületéről befelé haladva olyan hőmérséklethez érünk, amely mellett a csillagban nagy bőségben levő valamelyik elem már *részben* ionizálva van, akkor ezekben a rétegekben a fajhőhányados értéke lényegesen a neutrális gáz fajhőhányadosa alá eshet. γ -nak az ionizáció fellépésével való ezt a csökkenését igen egyszerűen bebizonyíthatjuk egy atomfajtából álló gázra.⁷ Csak egyszeres ionizációt veszünk tekintetbe, ami hidrogénre nem jelent megszorítást.

Ha N az összes atomok száma V térfogatban, Nx pedig az ionizált atomok és egyúttal az elektronok száma, akkor az állapot-egyenlet, minthogy az összes alkotórészek száma $N(1+x)$:

$$P = (1+x) \frac{NkT}{V} \dots\dots\dots (15)$$

k a Boltzmann-féle állandó. A V térfogatban levő összenergia, E a translációs és az ionizációs energiák összege. Tehát, ha χ az atom ionizációs energiája:

$$E = N(1+x) \frac{3}{2} kT + Nx\chi \dots\dots\dots (16)$$

Adiabatikus változásoknál:

$$dE + PdV = 0 \dots\dots\dots (17)$$

Ide beírjuk dE -nek (16)-ból vett értékét, azután az így nyert egyenletből és (15) logaritmikus differenciálásából nyert egyenletből kiküszöböljük dV/V -t. Ekkor kapjuk a

$$\frac{dP}{P} = \frac{5}{2} \frac{dT}{T} + \frac{5}{2} \frac{dx}{x+1} + \frac{\chi dx}{kT(x+1)} \dots\dots\dots (18)$$

egyenletet. dx -et a Saha-féle ionizációs egyenletből:

⁷ I. A. Unsöld: Physik der Sternatmosphären. 1939. S. 381., más levezetését: . Unsöld: Konvektion in der Sonnenatmosphäre. Zf Ap 1. 138.; 2. 209. 1931.

$$\ln \frac{x^2}{1-x^2} + \ln P = \frac{5}{2} \ln T - \frac{\chi}{kT} + \text{konst.}$$

számítjuk ki és behelyettesítjük (18)-ba. Végül is kapjuk:

$$\left(\frac{dT}{T}\right)_{ad.} = \frac{2+x(1-x)^{5/2+\chi/kT}}{5+x(1-x)^{5/2+\chi/kT}^2} \cdot \frac{dP}{P} = \frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{dP}{P} \quad (19)$$

Innét látjuk, hogy γ csak $x=1$ - és $x=0$ -ra veszi fel az egyatomos gázokra érvényes $5/3$ értéket, vagyis semmi, vagy teljes ionizáció esetében. Közbeeső x -értékekre $\gamma < 5/3$. Többfajta atómból álló gázkeverékre *Siedentopf* végzett hasonló számításokat.⁸

A hidrogénnek a csillagokban való nagy bősége mellett elsősorban a hidrogén ionizációjának hatása jön számításba. *Unsöld* kimutatta⁷, hogy a csillagok olyan rétegeiben, ahol a hidrogén részben ionizálva van, γ olyan kicsi lesz, hogy feltétlen konvekciós instabilitás lép fel. Annál is inkább, mert a hidrogén ionizációja az abszorpciós koefficiens úgy befolyásolja, hogy azáltal a sugárzási hőmérsékletgradiens nő. A Napon ez az instabilis réteg mintegy 100 km mélységben kezdődik és 400—500 km vastag. Hidegebb csillagokon a réteg természetesen mélyebben kezdődik, melegebb csillagokon pedig közelebb van a felszínhez, mint a Napon. *B*-csillagokban már nincs ilyen réteg.

Mint *Siedentopf* kimutatta⁸, az itt vázolt gondolatmenet bővebb kifejítése a turbulencia elmélete alapján a napgranuláció kielégítő magyarázatához vezet. Sajnos, a napfoltok keletkezésére ezen az úton sem kaphatunk feleletet.

Az instabilitás, ahelyett, hogy konvekciós áramok révén lassan kiegyenlítődne, hosszabb ideig is fennmaradhat és állandóan fokozódva bizonyos idő múlva az instabilis réteg hirtelen összeesésével végződhet. Igen közelfekvő az a gondolat, hogy *novakitörések* az ilyen réteg összeesése következtében állanak be. Erre *Unsöld* gondolt először már idézett értekezésében⁷ és újabban *Biermann* részletesebben foglalkozott a kérdéssel⁹.

Mindenesetre azok a hipotézisek^{9a}, melyek szerint a novaállapot akkor áll be, amikor az energiatermeléshez szükséges atommagok kifogyása után a csillag az új viszonyoknak megfelelő egyensúlyi állapotba, a normális törpeállapotból fehér törpeállapotba megy át, nem állhatják meg a helyüket. Ilyen átmenetnél a csillag sugarának ugyanis eredeti értékének kb. 30-adrészére kellene összezsugorodni

⁸ *H. Siedentopf*: Konvektion in Sternatmosphären. I—III. AN 247. 297. 1933; 249. 53. 1933; 255. 157. 1935.

⁹ *L. Biermann*: Über die dem Novaphänomen zugrunde liegenden physikalischen Vorgänge. Zf Ap. 18. 344. 1939.

^{9a} *I. pl. G. Gamow*: Tentative theory of novae. Phys. Rev. 54. 480. 1938.

és így, mint (2)-ből kiszámítható, mintegy 10^{49} -erg gravitációs energia szabadulna fel. Csakhogy a megfigyelések szerint a novastádium alatt kisugárzott energia mindössze 10^{44} -erg nagyságrendű. Ez a csillag hő-energiájához ($\sim 10^{49}$ erg) képest elenyésző. A novakitörés így csak epizódnak tekinthető a csillag fejlődésében. Ezt különben is támogatja az a tény, hogy a kitörés lezajlása után a csillag fényessége ugyanakkora lesz, mint a kitörés előtt volt.

Ugyanerre a megállapításra vezet a novák gyakorisága is. Az utolsó 38 évben legalább 11 olyan nova volt, amely kitörése előtt 15^m -nál fényesebb volt. Minthogy a csillagok száma 15^m -ig 1.5×10^7 , következik, hogy átlagban mindegyikük legalább minden $5 \cdot 10^7$ évben fellángol. Az Andromeda ködben észlelt novák gyakorisága is ilyen eredményre vezet. Minthogy a Tejútrendszer kora minimálisan 10^9 év, így minden olyan folyamatot, amely a csillag fejlődésében csak egyszer fordulhat elő, el kell vetnünk a novakitörés megmagyarázásánál.

A praenovák az eddigi gyér megfigyelési anyag szerint a Russell-diagramban a főág és a fehér törpék között foglalnak helyet és igen kicsi hidrogéntartalom jellemzi őket. Mint Biermann kimutatta, ilyen csillagok belső felépítése igen kedvező instabilis rétegek kifejlődésére és az instabilitás időről-időre kiújulhat.

Pulzációs stabilitás. Tegyük fel, hogy valamely dinamikailag és konvektíve stabilis csillag külső, vagy belső zavar következtében infinitezimális pulzációba kezd. Ha a pulzáció csillapított vagy konstans, akkor a csillag stabilis a pulzációval szemben, viszont ha a pulzáció amplitudója az idővel nő, a csillag pulzációs instabilitásáról beszélünk.

Valamely csillagmodell pulzációs stabilitásának eldöntésére tehát a csillag szabad pulzációjának matematikai analizise szükséges. Ehhez a csillag minden pontjában rendelkezésünkre áll a folytonossági egyenlet

$$\frac{D\rho}{Dt} + \rho \operatorname{div} \mathbf{v} = 0 \dots\dots\dots (20a)$$

hol \mathbf{v} a sebesség-vektor, ρ a sűrűség és $D/Dt = \partial/\partial t + (\mathbf{v} \operatorname{grad})$; azonkívül a hidrodinamikai alapegyenlet

$$\rho \frac{D\mathbf{v}}{Dt} = \rho \operatorname{grad} \Phi - \operatorname{Div} \mathbf{P} \dots\dots\dots (20b)$$

hol Φ a gravitációs potenciál, \mathbf{P} pedig a belső feszültség tenzora (Div tenzordivergenciát jelent); végül pedig ez energiaegyenlet, mely a surlódás elhanyagolásával ilyen alakban írható¹⁰:

¹⁰ A (20) egyenletek részletes tárgyalását I. S. Rosseland: *Astrophysik auf atom-theoretischer Grundlage*. Berlin. 1931. S. 60—63.

$$\frac{\partial E}{\partial t} + p \operatorname{div} \mathbf{v} = \varepsilon - \operatorname{div} (E\mathbf{v} + \mathbf{F}) \dots\dots\dots (20c)$$

Ez azt fejezi ki, hogy valamely egységnyi térfogatú térrészben a hő és sugárzási energia összegének, E -nek az időegység alatt való változása a következő tagokból tevődik össze: 1. Az időegység alatt felszabaduló szubatomáris energia: ε . 2. A pulzáció következtében mechanikai energia hőenergiává alakul. Ez $-p \operatorname{div} \mathbf{v}$, hol p a hidrosztatikai nyomás. 3. Az energiafluxus összetevődik a konvektív $E\mathbf{v}$ tagból és a sugárzásfluxusból, \mathbf{F} -ből. $-\operatorname{div} (E\mathbf{v} + \mathbf{F})$ adja a térrészbe bekerülő és onnét kikerülő energiamentiség különbségét.

A feladat a (20) egyenletekből a csillag bármely tömegelemének az egyensúlyi helyzetéből való elmozdulását, vagyis az

$$\mathbf{y} = \int_{t_0}^t \mathbf{v} dt \dots\dots\dots (21)$$

vektort meghatározni. \mathbf{y} radiális pulzációk esetén t és r függvénye, nemradiális pulzációknál \mathbf{y} függvénye még a szélességnek és hosszúságnak is.

A probléma véges pulzációkra rendkívül bonyolult. De a stabilitás vizsgálatára elégséges infinitezimális pulzációkkal foglalkozunk, amikor is y^2 -et már elhanyagoljuk. Ekkor t elkülöníthető a többi független változótól és a megoldás ilyen alakban írható:

$$\mathbf{y} = \operatorname{Re} \xi(r, \dots) e^{iat} \dots\dots\dots (22)$$

A Re azt jelenti, hogy \mathbf{y} -ra a jobboldali kifejezés reális része veendő. Legyen $\sigma = a + \beta i$, akkor

$$\mathbf{y} = \xi \cdot e^{-\beta t} \cos at \dots\dots\dots (23)$$

A stabilitás feltétele tehát:

$$\beta > 0 \dots\dots\dots (24)$$

β akkor zérus, ha az energiaegyenletben elhanyagoljuk az energiatermelésnek és a netto sugárzási fluxus gradiensének a pulzáció következtében beálló változásait. Ezek a tagok nagyon kicsinyek a csillag belsejében, ahol E igen nagy és csupán a csillag felületének közelében játszanak nagyobb szerepet. A külső rétegektől eltekintve, tehát az elhanyagolás mellett is jó közelítő eredményeket kell kapnunk, vagyis a pulzációkat első közelítésben adiabatikusoknak tekinthetjük.

A stabilitás kérdését azonban éppen az adiabatikus pulzációknál elhanyagolt tagok döntik el. Így, ha kiszámítjuk a netto sugárzási fluxus változását a pulzáció következtében, azt kapjuk, hogy egy tömegelem a legnagyobb kompresszió fázisában, vagyis amikor a hő-

mérséklete legmagasabb, energiát veszít, míg a legnagyobb kiterjedésében, vagyis mikor hőmérséklete a legkisebb, energiát vesz fel. Ez nemcsak azért van, mert a tömegelem a legtöbb energiát éppen a legmagasabb, a legkevesebbet a legalacsonyabb hőmérséklet fázisában sugározza, hanem ehhez hozzájárul az abszorpciós koefficiensnek a változása is, legalább is a Kramers-féle törvény esetében. A sugárzási fluxus változása tehát csillapítólag hat a hőmérsékletváltozások és ezzel együtt a többi állapotváltozó és maga az γ amplitudójára is.

Ezzel szemben, ha ε a hőmérséklettel erősen nő, a legmagasabb hőmérséklet fázisában a megnövekedett energiatermelés még fokozza a hőmérsékletet, a legkisebb hőmérséklet fázisában pedig a csökkent energiatermelés következtében a hőmérséklet csökken. Az ε -nak a pulzáció következtében beálló változásai tehát növelni igyekeznek a pulzáció amplitudóját. Ha ez a hatás erősebb, mint az előbb említett fékezés, akkor a pulzáció amplitudója állandóan nő, a csillag instabilis.

Eddington¹¹, Jeans¹² és Vogt¹³ végeztek először erről a kérdéstről vizsgálatokat és pedig homolog radiális pulzációra, vagyis amikor $\gamma \sim r$, vagy egyéb egyszerűsítő feltevések mellett. Eredményeik szerint már $\varepsilon \sim T^3$ esetén is instabilitás lép fel. Ez kizárná annak lehetőségét, hogy az energiatermelés magreakciók révén történjék, kivéve, ha ε fázisban nem egyezik a hőmérséklettel. Minthogy a magreakcióciklusokban β -szétesések is szerepelnek, feltehetjük, hogy ezek időtartamának megfelelőleg a hőmérséklet emelkedését csak bizonyos idő múlva követi ε növekedése. Aszerint, hogy ez a késelem milyen viszonyban áll a periódussal, a csillag stabilitását segíti elő, vagy azt csökkenti¹⁴. Később kiderült, hogy erre a feltevésre nincs szükség, mert az említett eredmények tévesek és pedig az egyszerűsítő feltevések következtében. Így az a feltevés, hogy a pulzáció homolog, csak speciális csillagmodellre helytálló, amelyre ρ konstans. Ha ρ befelé nő — és a csillagoknál ez az eset áll fenn — a pulzáció amplitudója a csillag felülete felé sokkal erősebben nő, mint homolog pulzációnál és így a csillag külső rétegeinek fékező hatása (itt $\varepsilon = 0$) is erősebb.

Általánosabban Rosseland tárgyalta a pulzációs stabilitás kérdését¹⁵ és módszerét Cowling alkalmazta⁵ a legkimerítőbben. Rosseland eljárását itt csak radiális pulzációkra ismertetjük.

¹¹ I. Der innere Aufbau der Sterne. S. 244.

¹² MN 85. 914. 1925; 87. 400. 1927; 87. 720. 1927. és Astronomy and Cosmogony p. 117—125; 144.

¹³ H. Vogt: Über die Stabilität der Sterne in ihrer Abhängigkeit von der Verteilung und der Art der Energiequellen im Sterninnern. Jena Ver. 2. 1929.

¹⁴ S. Rosseland, G. Randers: On the stability of pulsating stars. Astr. Norv. 3. 71. 1938.

¹⁵ S. Rosseland: On the stability of gaseous stars. University Obs. Oslo. Publ. 1. 1931.

Adiabatikus radiális pulzációk frekvenciáját, σ -t és amplitudóját, ξ -t, ($\xi = \xi(r/r)$) a következő határértékprobléma megoldása adja: Keresnünk kell az

$$L\xi + \sigma^2 g(r) \xi = 0 \dots\dots\dots (25)$$

differenciálegyenletnek¹⁶ a $(0, R)$ tartományban (R a csillag sugara) véges, nem mindenütt eltűnő megoldásait, melyekre $\xi(0) = 0$. $(d\xi/dr + 2\xi/r)_{r=R} = 0$. L az ú. n. Sturm—Liouville-féle operator

$$L = \frac{\partial}{\partial r} \left[p(r) \frac{\partial}{\partial r} \right] + q(r) \dots\dots\dots (26)$$

A sajátértékek $\sigma_1, \sigma_2, \dots$ mind valósak, ha $\gamma > 4/3$ és a sajátfüggvények ξ_1, ξ_2, \dots teljes orthogonális rendszert képeznek, úgyhogy, ha normáljuk őket:

$$\int_0^R \rho_0 r^2 \xi_i \xi_k dr = \begin{cases} 1 & \text{ha } i = k \\ 0 & \text{ha } i \neq k \end{cases} \dots\dots\dots (27)$$

Ha az energiaegyenletben tekintetbe vesszük az adiabatikus közelítésben elhanyagolt tagokat, kapjuk a következő egyenletet:

$$L\xi + \sigma^2 g\xi = - \frac{i(\Gamma - 1)}{\sigma} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left\{ \epsilon' - \text{div } \mathbf{F}' \right\} \dots\dots (28)$$

hol vesszőkkel az egyensúlyi helyzetnek megfelelő értékektől való eltéréseket jelöltük. A jobboldalon fellépő perturbációs tag következtében (25) σ_k sajátértéke helyett (28)-ra $\sigma_k + \sigma_k'$ sajátérték, (25) ξ_k sajátfüggvénye helyett pedig (28)-ra $\xi_k + \xi_k'$ sajátfüggvényt kapjuk, ξ_k' és σ_k' -ben négyzetes tagokat elhanyagolva (28)-ból lesz:

$$L\xi_k' + \sigma_k^2 g \xi_k' + 2\sigma_k \sigma_k' g \xi_k = - \frac{i(\Gamma - 1)}{\sigma_k} \frac{\partial}{\partial r} \left\{ \epsilon' - \text{div } \mathbf{F}' \right\}$$

Fejtsük sorba a jobboldalt a ξ_1, ξ_2, \dots orthogonális rendszer szerint,¹⁷

$$\frac{\partial}{\partial r} \left\{ \epsilon' - \text{div } \mathbf{F}' \right\} = g \sum_l A_{kl} \xi_l \dots\dots\dots (30)$$

hol

$$A_{kl} = \int_0^R \frac{\partial}{\partial r} \left\{ \epsilon' - \text{div } \mathbf{F}' \right\} \xi_l r^2 dr \dots\dots\dots (31)$$

¹⁶ Lásd Csillagászati Lapok. II. évf. 130. o.
¹⁷ Arra nézve, hogy ezt tehetjük, l. *Hilbert—Courant: Methoden der mathematischen Physik. I. Aufl. S. 371.*

és ugyanígy az amplitudo perturbációját, ξ'_k -t:

$$\xi'_k = \sum_l B_{kl} \xi_l \dots\dots\dots (32)$$

akkor (25) és (27) felhasználásával kapjuk:

$$\sum_l \left\{ B_{kl} (\sigma_k^2 - \sigma_l^2) + i \frac{\Gamma-1}{\sigma_k} A_{kl} \right\} \xi_l + 2 \sigma_k \sigma'_k \xi_k = 0 \dots (33)$$

Tehát:
$$\sigma'_k = - \frac{\Gamma-1}{2 \sigma_k^2} i A_{kk} \dots\dots\dots (34)$$

σ'_k tehát tisztán imaginárius és így ha a frekvencia $\sigma = a + \beta i$, akkor $\beta i = \sigma'_k$ és a $\beta \geq 0$ stabilitási feltétel (34) és (31) szerint

$$A_{kk} = \int_0^R \frac{\partial}{\partial r} \left\{ \epsilon' - \operatorname{div} \mathbf{F}' \right\} \xi_k r^2 dr < 0 \dots\dots\dots (35)$$

Az itt szereplő integrál az ú. n. *Rosseland-féle stabilitási integrál*.

Ezt először *Steensholt* alkalmazta¹⁸ olyan csillagmodellre, melynél $\epsilon \sim T^3$ és azt találta, hogy a csillag instabilis. De az integrál kiszámításánál *Steensholt* is feltételezte, hogy $\xi \sim r$ és ez mint láttuk, nem megengedhető. *Steensholt* eredménye tehát téves.

Cowling olyan modellek stabilitását vizsgálta, melyeknél $\epsilon \sim \rho T^n$ és $k \sim \rho T^{-7/2}$. Csak azt a feltevést tette, hogy Γ állandó az egész csillagban, a $\xi(r)$ függvényt (25)-ből határozta meg, legtöbbször numerikus integrálással. Elég a legkisebb frekvenciájú pulzációk stabilitását vizsgálni, mert a magasabb frekvenciájúak feltétlenül stabilisek, ha az alappulzáció az. Ez a sajátfüggvények azon tulajdonságából következik, hogy míg az alappulzációnál csak a középpontban van ξ -nek zéróhelye, addig magasabbrendű pulzációnál már csomófelületek vannak a csillag belsejében és pedig, ha a sajátfüggvényeket növekvő frekvencia szerint rendezzük, ξ_k -nál $k-1$ csomófelület van.

Cowling eredményei szerint, ha a sugárnyomás elhanyagolható a gáznyomáshoz képest, azaz $\Gamma = 5/3$, akkor a csillag stabilis egészen $n \leq 450$ -ig. A szén-nitrogénciklusra ércényes $n = 17$ mellett stabilitás áll fenn, ha $\Gamma > 10/7$. Ha a gázfajhőhányadosra $\gamma = 5/3$ -ot veszünk, akkor $\Gamma = 10/7$ -re $1 - \beta = 0.24$ (a sugárzás fajhőhányadosa $4/3$) és a csillag tömege az *Eddington-féle* modell alapján számolva $17/\mu^2$ naptömeg, hol μ a csillaganyag átlagos atomsúlya. Mivel $\mu < 2$, *Cowling* eredményei szerint pulzációs instabilitás csak legfeljebb igen

¹⁸ G. Steensholt: On the stability of Atkinson's star models. Zf Ap 7. 373. 1933. A note on stellar stability. Zf Ap 8. 56. 1934.

nagy tömegű csillagoknál léphet fel. Mindenesetre n -nek 20-nál is nagyobbak kell lennie, hogy normális csillag instabilis legyen.

Hacsak Γ nem nagyon közelíti meg a kritikus $\frac{4}{3}$ értéket, először mindig konvektív instabilitás lép fel. Cowling ezért megvizsgálta olyan csillagok pulzációs stabilitását is, melyeknek középpontjában konvekciós zóna van. Eredményei szerint a konvekció következtében n -nek kritikus értéke még jobban megnövekedik, kivéve, ha $\Gamma < 1.38$. Ilyen kicsi Γ mellett a csillag konvekciókkal szemben stabilis lehet anélkül, hogy pulzációkkal szemben stabilis volna.

Meg kell még jegyeznünk, hogy (35) bevezetésénél feltételeztük, hogy a (28) jobboldalán levő tagok igen kicsinyek. Ez a feltevés a csillag külső rétegeiben nem helytálló. De ez a réteg elég kicsi ahhoz, hogy (35) alkalmazását ne tegye lehetetlenné. Az a feltevés, hogy Γ állandó a csillagban, szintén nem nagyon befolyásolhatja az eredményeket.

Rosseland vizsgálatait nem radiális pulzációkra is kiterjesztette¹⁹. A probléma tárgyalása elvileg ugyanolyan, mint a radiális pulzációké, de lényeges új nehézség a gravitációs mező változásainak tekintetbevétele. Ez radiális pulzációk esetében nem okoz nehézséget, minthogy a gömbi szimmetriát a pulzáció nem zavarja meg. *Rosseland* egyszerűsítő feltevéseket tett a gravitáció változó részére, míg *Pekeris* egy dolgozatában a problémát általánosan tárgyalta²⁰. Amíg a pulzáció differenciálegyenlete radiális pulzációkra másodrendű, nemradiális pulzációkra, éppen a gravitációs potenciál bonyolultabb változásai következtében negyedrendű. Az y vektor amplitudójának a szélességtől és a hosszúságtól való függését általános gömbfüggvénnyel adhatjuk meg és ennek rendje szerint különböztethetjük meg a lehetséges pulzációkat. *Pekeris* csak homogén sűrűségű gömbre alkalmazta egyelőre az elméletet és a pulzációknak csak dinamikai stabilitását vizsgálta.

Forgási és árapálystabilitás. A mai napig még csak kizárólag gömbalakú csillagok pulzációját vizsgálták és így forgó, vagy árapályerőknek kitett csillagok pulzációs stabilitásáról sincsenek eredmények. Tekintetbe véve, hogy ma a forgó csillagok belső szerkezetéről is alig vannak ismereteink, a közel jövőben aligha várhatjuk, hogy az ilyen csillagok pulzációját sikerrel lehessen tárgyalni.

Forgó és árapályerőknek alávetett testek dinamikai egyensúlyáról annál több vizsgálat látott már napvilágot. *Maclaurin*, *Jacobi*, *Roche*, *Poincaré*, *Liafonnoff*, *Darwin* klasszikus vizsgálatai jól

¹⁹ S. *Rosseland*: On the theory of oscillating fluid globes. Oslo Publ. 2. 1932. p. 12. : The gaseous stars.

²⁰ C. L. *Pekeris*: Nonradial oscillations of stars. Part I. Ap J. 88. p. 189. 1938.

ismeretesek. Az egyensúlyi alakok elméletét szigorúan két idealizált esetre oldották meg, homogén sűrűségű inkompresszibilis folyadékokra és az ú. n. Roche-féle modellre, amely pontszerű, véges tömegből és ezt körülvevő kiterjedt, elhanyagolható tömegű légkörből áll. Ha a forgássebesség, vagy az árapályerők növekedésével instabilitás áll elő, a két modell lényegesen eltérő módon viselkedik. A homogén folyadékból álló test szétesik körülbelül egyenlő nagyságú részecskékre, míg a Roche-modellnél anyagkiáramlás indul meg az egyenlítőn²¹.

Közbeeső modellekre csak *Jeans* végzett vizsgálatokat és pedig a következőkre: a) Általánosított Roche-modell: véges kiterjedésű homogén inkompresszibilis folyadék, amelyet elhanyagolható sűrűsége légkör vesz körül. b) Politrop gáztömeg, amelynek minden pontjában a nyomás és sűrűség között $p = C\rho^k$ összefüggés áll fenn. C és k mindenhol ugyanaz.

Csillagokra legfeljebb a b) modellre kapott eredmények alkalmazhatók. Mint ismeretes, a csillagok belső szerkezetének Eddington-féle elmélete szerint a csillagok politrop gázgömbök $k = 4/3$ értékkel. Ha ez a valóságban az Eddington által tett igen speciális feltevések miatt nem is állhat fenn, mégis remélhetjük, hogy a politrop tömegekre kapott bizonyos általános eredmények csillagokra is érvényesek.

Jeans eredményei szerint, ha $6/5 < k < 11/5$, a forgási instabilitás egyenlítői anyagkiáramlásra vezet, ha pedig $11/5 < k < \infty$, szétesés áll be. Mivel a szóbjövő csillagmodellek feltétlenül az első csoportba tartoznak, ebből az következne, hogy csillagok forgás következtében nem oszódhatnak szét.

Sajnos, ez a következtetés sem helytálló. Egyrészt, mert a szóbanforgó csillagmodellek k -jára vonatkozó vizsgálatok nem forgó csillagokra vonatkoznak, másrészt pedig, mivel *Jeans* vizsgálataiban feltételezte, hogy a forgás szögsebessége a tömegben mindenütt ugyanakkora. Márpedig a Zeipel-féle tétel szerint sugárzási egyensúlyban levő tömeg csak akkor foroghat úgy, mint egy szilárd test, ha ε és ρ között a következő összefüggés áll fenn²²:

$$\varepsilon \sim 1 - \frac{\omega^2}{2\pi G\rho} \dots\dots\dots (36)$$

hol ω a szögsebesség. Ebből inkább azt a következtetést kell levonnunk, hogy a csillagok nem foroghatnak mint szilárd testek. *Jeans* a sugárzási fékezés tekintetbevételével azt kapta, hogy csillagokban

²¹ L. pl. *H. Poincaré*: Leçons sur les hypothèses cosmogoniques. Paris. 1924. *J. H. Jeans*: Astronomy and Cosmogony. Cambridge. 1928. Chapters VII, VIII. *L. Lichtenstein*: Gleichgewichtsfiguren rotierender Flüssigkeiten. Berlin 1933.

²² *H. von Zeipel*: Zum Strahlungsgleichgewicht der Sterne. Festschrift für H. Seeliger. 1924. S. 144., továbbá MN 84. 665, 684, 702. 1924. Részletes tárgyalását l. Handbuch der Astrophysik. Bd. III/1. S. 236.

$\omega \sim r^{-2}$. Eszerint viszont, minthogy akkor a centrifugális erő sosem mulhatja felül a nehézségi erőt, egyenlítői kiáramlás nem indulhat meg.

A forgás és az árapályerőkkel szemben való stabilitási vizsgálatok tehát nem alkalmazhatók a csillagokra. Az árapálystabilitás kérdését különben is még csak a homogén és a Roche-féle modellre dolgozták ki.

A pulzációelmélet. Ritter már 1879-ben felvetette azt a hipotézist, hogy a periodusos változó csillagok pulzáló csillagok és fényingadozásuk a pulzáció következtében beálló sűrűségváltozásokkal kapcsolatos hőmérsékletváltozások eredménye. Kisebb mértékben hozzájárul a fényváltozáshoz a csillag sugarának változása is és a sugár változása következtében ingadozik a csillag radiális sebessége. A radiális sebesség változását ábrázoló görbéből egyszerű integrálással kapjuk tehát a csillag sugarának változását. A megfigyelések szerint, ha a változások tényleg pulzáció következményei, a sugár változása néhány csillagnál közepes értékének 5–6%-ékát is kiteszi. Amíg tehát a stabilitási vizsgálatoknál infinitezimális pulzációkra szorítkozhatunk, a változó csillagok pulzációelméletében a csillagok véges pulzációját kell vizsgálnunk.

Véges adiabatikus pulzációk esetén y -ra a következő differenciálegyenlet áll fenn:

$$Ly - g(r) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = f(y) \dots\dots\dots (37)$$

ahol $f(y)$ foglalja össze az y -ban egynél magasabbrendű tagokat. Ha a harmad- és magasabbrendű tagokat már elhanyagoljuk, a megoldás így írható:

$$y = a_1(r) \cos \sigma t - 2 a_2(r) \cos 2\sigma t \dots\dots\dots (38)$$

és ez már megmagyarázza a fény- és sebességgörbe asszimetriáját. Általános esetben y -t kifejtjük (25) sajátfüggvényei szerint

$$y(t, r) = \sum_n c_n(t) \xi_n(r) \dots\dots\dots (39)$$

ugyanígy $f(y)$ -t és akkor kapunk a $c_1(t), c_2(t), \dots$ függvényekre egy másodrendű differenciálegyenletrendszer. Ez, mint Woltjer²³ és Kluyver²⁴ kimutatták, kanonikus alakra hozható.

Az eljárásnak nincs sok gyakorlati értéke és az elmélet és a megfigyelés összehasonlítása inkább csak kvalitatíve történhetik. Itt mindjárt felmerül az a nehézség, hogy a pulzációelmélet szerint a hőmérséklet és ezzel a fényesség is legmagasabb értékét a legnagyobb

²³ J. Woltjer: On periodic solutions in adiabatic star-pulsations. MN 95. 260. 1935.

²⁴ H. A. Kluyver: On the extension of the theory of adiabatic Cepheid pulsation. BAN 7. 312. 1936 és The effect of the second-order terms in the pulsation theory of Cepheid variation. BAN 7. 265. 1935.

kompresszió idején veszi fel, vagyis amikor a csillag sugara legkisebb, míg a megfigyelések szerint a fénygörbe a radiális sebesség minimumával esik össze. Minthogy azonban a megfigyelések a csillag légkörére vonatkoznak, ahol a viszonyok egészen mások, mint a csillag belsejében, ez a fáziseltolódás csak annyit jelent, hogy a pulzáció tekintetében is másképp viselkedik az atmoszféra, mint a csillag belseje. Mint *Schwarzschild* kimutatta, lehet olyan megoldásokat találni, amelyek a fáziseltolódást megmagyarázzák²⁵. Az az állóhullámszámrendszer u. i., amely a csillag belsejében a hullámoknak az atmoszféra belső határán levő sűrűségi és hőmérsékleti diszkontinuitási felületről való visszaverődése következtében fejlődik ki, a légkörben tovahaladó hullámokat kelt. A megoldásban fellépő paraméterek kellő megválasztásával a fáziseltolódás megmagyarázható. Igaz, hogy a paraméterek nagy száma mellett ez nem valami sokat mond. Ez a megoldás az Eddington-féltől a csillag belsejében alig különbözik és így a periódusra is közel ugyanazt az értéket adja, mint (25)²⁶.

A (25) egyenlet sajátértékeit, vagyis a különböző rendű pulzációk periódusát és a sajátfüggvényeket *Sterne* vizsgálatai alapján²⁷ általánosságban a következő modellekre ismerjük: 1. $\rho = \text{konst.}$; 2. $\rho \sim r^{-2}$; 3. Pontszerű véges tömeget egyenletes sűrűséggel elhanyagolható tömegű burok vesz körül. A megoldások ezekre a modellekre a polinomiális módszer alapján mindenrendű pulzációra zárt alakban írhatók fel. Például a konstans-sűrűségű modellnél a j -ik pulzációra

$$\sigma^2 = \frac{4\pi G\bar{\rho}}{3} (3\gamma^2 j + 5\gamma j + 3\gamma - 4) \dots\dots\dots (40)$$

Azonkívül az Eddington-féle modellre az alappulzáció periódusát numerikus integrálással kiszámították $\gamma = 1.38, 1.43, 1.54, 1.66$ -ra és az első felrengését $\gamma = 1.38$ és 1.54 -re^{24, 28}.

A megfigyelt és számított periodusok között γ kellő megválasztásával a megengedett határokon ($\frac{4}{3} < \gamma < \frac{5}{3}$) belül végtelen sok modellre egyezést érhetünk el, ha csak egy periodust mutat a változó csillag. A modellre következtetést csak akkor vonhatunk, ha magasabbrendű pulzációk is megfigyelhetők. Néhány rövidperiódusú δ Cephei csillagnál tényleg több periodus mutatkozik. A svábhegyi csillagdn

²⁵ *M. Schwarzschild*: Zur Pulsationstheorie der δ Cephei-Sterne. Zf A 11. 152. 1935, Zur Pulsationstheorie Zf Ap 15. 14. 1938, On the light curves of Cepheids. Harv. Circ. 429. On the light curve of δ Cephei. Harv. Circ. 431. 1938.

²⁶ L. még a kérdésről: *H. Siedentopf*: Zur Atmosphärentheorie der δ Cephei-Sterne. AN 244. 17. 1931. és Untersuchungen zur Theorie der periodischen Veränderlichen. AN 245. 85. 1932. *Eddington* és *Reesinck* ama törekvése, hogy a fáziseltolódást az adiabatikus közelítés rovására írják, nem járt eredménnyel. (MN 87. 414 és 539. 1927.)

²⁷ *T. E. Sterne*: Modes of radial oscillations. MN 97. 582. 1937. Harv. Rep. 139.

²⁸ *J. A. Edgar*: The pulsation theory of Cepheid variables. MN 93. 422. 1933. L. még *Eddington*: Der innere Aufbau der Sterne. S. 233.

már évek óta folyik az ilyen csillagok tanulmányozása és eddigi eredményeink szerint²⁹ az ezeknél mutatkozó periódus és fénygörbe-változásokat úgy lehet megmagyarázni, hogy az alapváltozásra egy annál valamivel kisebb periódusú és amplitudójú szekundér változás szuperponálódik. De ezt a szekundér változást, mint Sterne fentebb említett, igen különböző sűrűségeloszlású modellekre végzett vizsgálatai alapján következtethetjük, nem lehet valamelyik felrezzéssel azonosítani, akármelyik mai ismereteinkkel összeegyeztethető csillagmodellt is vesszük.

A β Canis maioris-típusú csillagokra más oldalról rendelkezésre álló fotoelektromos fényességmérések alapján sikerült kimutatnom, hogy a fénygörbeváltozások ezeknél a csillagoknál is éppen olyan tulajdonságúak, mint a rövidperiódusú δ Cephei csillagoknál³⁰. A szekundér periódust ezeknél a csillagoknál sem lehet felrezzésekkel megmagyarázni.

Igy egyszerre két ellentmondás mutatkozik a pulzációelmélettel szemben. Egyrészt az észlelhető periódusokat nem tudjuk segítségével megmagyarázni, másrészt a pulzációelmélet alapján megkövetelt felrezzések nem mutathatók ki egyik változó csillagnál sem. *Edgar* vizsgálatai szerint²⁸ ugyan a felrezzéseknél a fékező hatások nagyobbak, mint az alaprezzésnél, de a különbség nem olyan nagy, hogy ez indokoltá tenné a felrezzések teljes elmaradását.

Viszont a csillagok belső szerkezetéről való ismereteink mai állása mellett ez még nem jogosít fel bennünket a pulzációelmélet elvetésére. Annál is inkább nem, mert a pulzációelmélet igazolására található olyan kritériumok is, amelyek függetlenek a csillag belső szerkezetétől. Ezek pedig minimális hipotézisek mellett mind kvantitativ is igazolják, hogy a δ Cephei-csillagok radiálisan pulzáló csillagoknak tekinthetők³¹.

A csillagok belső szerkezetéről ismereteink elsősorban azért hiányosak, mert a csillagok kémiai összetételéről vajmi keveset tudunk. A megfigyelések legfeljebb a csillaglégkörök kémiai összetételéről adhatnak felvilágosítást, de a jelenleg rendelkezésre álló megfigyelési anyag itt is rendkívül kicsi. A pulzációelmélet matematikai tárgyalásánál azután az alapul vett csillagmodell bizonytalanságához hozzá-

²⁹ *J. Balázs, L. Detre*: Untersuchungen über die Perioden- und Lichtkurvenänderungen von kurzperiodischen δ Cephei-Sternen. I. Budapest Mitt. 6. 1938. II. AR Herculis. Mitt. 8. 1939. Az előadás erre vonatkozó részét csak kivonatossan közöljük, mert a témáról a Csillagászati Lapokban már jelent meg ismertetés. 2. évf. 4. sz.

³⁰ *L. Detre*: Über die sekundären Helligkeitsschwankungen von δ Scuti. Astr. Nachr.; Veröff. München 1941. (Nyomás alatt.)

³¹ *I. W. Becker*: Ein Beitrag zur Prüfung der Pulsationstheorie der δ Cephei-Veränderlichen durch die Beobachtung und eine unabhängige Ableitung der Perioden-Helligkeitsbeziehung. ZfAp 19. 299. 1940. Ezekre a vizsgálatokra itt nem térünk részletesebben ki, minthogy megelőző számunkban már ismertettük őket.

járulnak a pulzációra tett, nagyrészt kényszerű feltevések : a pulzáció radiális, infinitezimális, adiabatikus, a csillag gömbalakú, azaz nem végez tengelyforgást stb. Azonfelül be kell ismerni, hogy az elmélet még ezen egyszerűsítő feltevések mellett is csak nagyon hiányosan van kidolgozva. Véges amplitudójú pulzációnál új nehézségek lépnek fel : γ a pulzáció folyamán nem lehet állandó ; forgó csillagnál a forgás szögsebessége is változik a pulzáció folyamán ; az egyes megoldások nem additívek stb. Azonfelül, ha a csillagokban mágneses tér van, ennek hatását az erősen ionizált csillaganyag mozgásainál tekintetbe kellene venni.

A pulzáció megindulásának okát, a periódusos változó csillagoknak a Russell-diagrammban elfoglalt helyzete miatt, csak a csillag belsejében kereshetjük. Pulzáció indulhat meg, ha a csillag fejlődése folyamán a középponti vidék hőmérséklete a magreakciók, vagy valamely gyakori elem ionizációja szempontjából kritikus értéket ér el. A kezdetben infinitezimális pulzáció, pulzációval szemben instabilis csillagoknál az idővel nő, de mivel a változó csillagok amplitúdójának elég alacsony felső határa van, idővel mind jobban érvényesülő fékezési erőknek kell fellépniök. Amikor ez egyensúlyba jut a pulzációt növelni igyekvő erőkkel, a csillag konstans amplitudóval pulzál tovább. Azt nem tudjuk, hogy milyen fékezési erőknek van itt döntő szerepük.

Detre László

BUDAPESTEN LÁTHATÓ CSILLAGFÖDÉSEK¹ 1941-BEN (VILÁGIDŐBEN).

(A Nautical Almanac Office, London, számításai szerint).

Kelt	Csillag	Mg	Fázis	A Hold kora	Világidő	a	b	P
				d	h m	m	m	o
Jan. 5	80 Piscium	5·7	D	7·9	18 45·1	-1·5	-0·2	68
7	38 Arietis	5·2	D	10·0	21 00·1	-1·3	+0·2	54
9	B.D. + 16° 379	6·9	D	11·9	17 32·7	-1·3	+1·5	74
9	63 Tauri	5·7	D	12·0	19 07·4	-1·7	+1·3	57
15	B.D. + 9° 2262	5·9	R	18·1	22 33·5	-1·1	-0·6	315
17	58 Leonis	5·0	R	19·3	4 34·2	-1·1	-1·5	288
18	B.D. + 0° 2843	6·2	R	20·2	0 56·8	-1·8	+1·4	256
Feb. 2	B.D. + 6° 244	6·9	D	6·3	17 32·2	-1·2	+1·2	35
4	B.D. + 13° 535	7·4	D	8·4	22 01·6	-0·4	-1·1	76
5	B.D. + 15° 592	7·2	D	9·5	23 54·4	0·0	-1·3	87

¹ A csillagfödések észlelésére vonatkozólag lásd : Csillagászati Lapok, 1938. évfolyam 63. l.

Kelet	Csillag	Mg	Fázis	A		Világidő	a	b	P
				Hold kora					
				d	h m	m	m	o	
Feb. 6	B.D. + 16° 657	7.2	D	10.3	16 51.1	-1.4	+1.8	62	
6	B.D. + 16° 672	5.7	D	10.4	21 23.9	-1.1	-2.1	113	
7	130 Tauri	5.5	D	11.4	19 24.4	-1.8	-1.0	113	
8	26 Geminorum	5.1	D	12.4	19 33.8	-1.8	+1.9	56	
17	2 Librae	6.3	R	20.6	2 27.5	-0.5	-1.9	346	
Már. 5	a Tauri	1.1	D	7.7	19 47.3	-0.9	-2.3	116	
5	a Tauri	1.1	R	7.7	20 50.5	-0.8	-0.5	239	
6	111 Tauri	5.1	D	8.6	18 01.1	-1.8	-2.4	129	
7	B.D. + 17° 1214	6.5	D	9.7	20 41.1	-2.0	+1.6	38	
7	B.D. + 17° 1224	6.8	D	9.7	21 16.0	-1.2	-1.0	80	
8	B.D. + 17° 1518	6.7	D	10.7	18 05.5	-1.8	+2.3	53	
8	λ Geminorum	3.6	D	10.8	21 49.7	-1.1	-1.3	94	
9	B.D. + 15° 1775	6.1	D	11.7	20 31.0	-1.4	-1.7	128	
10	B.D. + 12° 1979	6.5	D	12.8	22 11.4	-1.1	-1.9	131	
19	B.D. - 18° 4372	6.5	R	21.0	1 40.6	-0.4	-0.5	326	
Ápr. 6	B.D. + 13° 1994	6.8	D	10.1	23 28.4	0.0	-2.4	145	
7	o Leonis	3.8	D	11.1	22 23.1	-	-	35	
29	a Tauri	1.1	D	2.8	6 40.5	+0.1	+1.6	77	
29	a Tauri	1.1	R	2.8	7 40.6	-0.2	+1.7	259	
30	130 Tauri	5.5	D	4.2	19 08.9	-0.4	-1.1	76	
Máj. 4	B.D. + 12° 2009	6.3	D	8.3	19 51.7	-1.9	+0.1	57	
29	λ Geminorum	3.6	D	3.5	19 02.3	+0.3	-2.5	142	
Jún. 1	B.D. + 9° 2262	5.9	D	6.6	19 51.1	-0.7	-1.7	104	
4	B.D. - 3° 3329	7.0	D	9.7	22 04.7	-	-	187	
5	B.D. - 7° 3639	7.2	D	10.6	20 36.8	-1.3	-1.3	127	
5	B.D. - 7° 3643	7.4	D	10.7	21 21.3	-1.1	-1.8	141	
Júl. 11	B.D. - 13° 5891	6.5	R	16.2	1 18.4	-2.5	-1.7	307	
20	a Tauri	1.1	D	25.4	2 36.7	-0.2	+2.0	62	
20	a Tauri	1.1	R	25.4	3 42.2	-0.9	+1.4	271	
30	B.D. - 8° 3667	6.9	D	6.5	19 05.1	-1.1	-1.4	102	
30	B.D. - 9° 3804	6.8	D	6.5	19 19.7	-0.9	-2.1	140	
Aug. 3	B.D. - 19° 4728	7.3	D	10.5	20 38.2	-1.6	-0.2	76	
4	B.D. - 19° 5182	6.4	D	11.5	19 14.2	-1.3	-0.7	142	
16	48 Tauri	6.4	R	22.8	1 31.4	-	-	188	
30	B.D. - 18° 4586	7.3	D	8.1	20 53.1	-1.1	-1.6	108	
31	B.D. - 18° 4986	7.0	D	9.0	18 16.4	-1.7	+0.7	62	
31	B.D. - 19° 5047	6.7	D	9.0	18 34.5	-1.8	-0.4	112	
Szep. 2	B.D. - 16° 5609	6.4	D	11.1	20 06.3	-1.4	+1.1	42	

Kelet	Csillag	Mg	Fázis	A		Világidő	a	b	P
				Hold kora					
				d	h m	m	m	o	
Szep. 3	18 Aquarii	5.5	D	12.1	20 46.1	-1.5	+1.0	51	
27	B.D. - 18° 4888	6.6	D	6.6	19 08.9	-0.5	+0.9	27	
30	B.D. - 14° 5936	6.7	D	9.6	19 04.0	-1.6	+0.5	70	
Okt. 9	70 Tauri	6.4	R	18.7	22 03.8	-0.7	+1.8	258	
9	θ ¹ Tauri	4.0	D	18.8	22 39.6	-1.4	+0.7	111	
9	θ ² Tauri	3.6	D	18.8	22 59.5	-	-	149	
9	θ ² Tauri	3.6	R	18.8	23 20.9	-	-	182	
9	θ ¹ Tauri	4.0	R	18.8	23 42.4	-0.9	+2.8	220	
10	B.D. + 15° 637	4.8	R	18.9	1 18.0	-1.7	+1.2	249	
10	B.D. + 16° 621	5.6	R	18.9	3 30.0	-1.7	+0.1	248	
10	a Tauri	1.1	D	19.0	3 44.5	-1.7	0.0	69	
10	a Tauri	1.1	R	19.0	5 03.6	-1.2	-1.6	279	
12	B.D. + 17° 1182	5.7	R	20.9	3 36.4	-1.9	-1.1	293	
14	1 Cancri	6.0	R	22.9	3 03.0	-1.5	+1.5	257	
17	48 Leonis	5.2	R	25.9	2 43.2	-0.4	+0.8	292	
25	B.D. - 18° 5134	6.6	D	5.1	16 50.9	-1.3	-0.2	64	
25	B.D. - 18° 5155	6.3	D	5.2	18 35.0	-0.7	-0.5	59	
28	B.D. - 12° 6088	7.0	D	8.2	19 16.6	-1.8	-0.8	96	
28	λ Capricorni	5.4	D	8.2	19 39.2	-0.5	+1.6	18	
29	B.D. - 8° 5912	6.4	D	9.2	20 17.6	-1.5	-0.3	73	
30	B.D. - 5° 5973	6.7	D	10.1	16 24.1	-1.1	+1.8	66	
Nov. 6	B.D. + 16° 672	5.7	R	17.3	19 47.0	-1.2	-0.4	320	
7	130 Tauri	5.5	R	18.3	20 04.6	-0.2	+1.5	269	
8	26 Geminorum	5.1	R	19.4	22 28.0	-0.7	+1.9	253	
19	B.D. + 1° 2636	6.5	R	25.5	2 07.4	-0.2	-0.5	328	
29	B.D. + 5° 218	7.1	D	10.9	22 04.4	-0.9	+2.1	20	
Dec. 1	25 Arietis	6.5	D	12.0	0 26.1	-0.8	-1.0	77	
5	130 Tauri	5.5	R	16.1	4 12.7	-1.2	+0.7	215	
11	37 Sextantis	6.3	R	22.0	0 11.8	-0.8	+2.5	247	
23	λ Aquarii	3.8	D	5.3	16 49.5	-	-	133	
23	78 Aquarii	6.3	D	5.3	17 56.0	-1.4	-1.1	89	
24	B.D. - 3° 5697	7.2	D	6.3	18 19.6	-1.7	-1.4	97	
24	20 Piscium	5.6	D	6.4	20 29.4	-0.7	-1.5	89	
27	B.D. + 7° 324	6.7	D	9.4	18 47.6	-2.5	-1.7	116	
27	ξ' Ceti	4.5	D	9.5	23 24.0	-0.4	-2.4	111	
29	B.D. + 13° 579	6.9	D	11.4	17 41.5	-	-	135	
30	70 Tauri	6.4	D	12.3	16 03.1	-0.6	+1.4	93	

Kelet	Csillag	Mg	Fázis	A	Világidő	a	b	P
				Hold kelte				
				d	h m	m	m	o
Dec. 30	75 Tauri	5.3	D	12.4	17 59.9	-0.7	+2.9	38
30	B.D. + 15° 637	4.8	D	12.4	19 12.1	-2.0	-0.1	109
30	B.D. + 16° 621	6.5	D	12.5	21 27.0	-2.0	-2.0	118
30	a Tauri	1.1	D	12.5	22 56.4	-1.5	-1.1	91
31	a Tauri	1.1	R	12.5	0 14.1	-1.0	-1.0	258
31	115 Tauri	5.3	D	13.5	23 59.2	-	-	31

APRÓ KÖZLEMÉNYEK

Újabb vizsgálatok az állatövi fényről. Az állatövi fény az ekliptika mentén a Nap mindkét oldalán elterülő, csúcspan végződő fényjelenség. Este a nyugati, reggel pedig a keleti égbolton láthatjuk fényképét. Hazánkban különösen koratavaszi esteiken és késő őszi reggeleken látható. A trópusokon azonban az egész év folyamán igen jól észlelhető. Sokkal fénysegevényebb és hazánkban csak kedvező körülmények közt látható része az állatövi fénynek a «visszfény» (Gegenschein). Ez az ekliptika Nappal szembenfekvő pontja mentén látható fényjelenség. A trópusokon jó légköri viszonyok mellett az éleszemű ember az állatövi fénynek még egy harmadik részét is láthatja, a visszfényt az állatövi fényvel összekötő fényzalagot.

A Lick-csillagdán megfigyelték az állatövi fény spektrumát. Az észlelési eredményekből arra következtethetünk, hogy az állatövi fény Naprendszerünkben az ekliptika síkja mentén elhelyezkedő ritka porfelhő által visszavert napfény. Az állatövi fény kiterjedésének és fényességének vizsgálata pedig a következőket mutatja. Az egész porfelhő első közelítésben bikonvex-lencse alakú. Pontosabban két összefüggő részből áll. A belső résznek a Venus pályája mentén mintegy 0.7 földtávolságnyra sűrűségi maximuma van. A külső rész a Mars- és a Jupiter-pálya közti teret tölti ki s kb. 2.5 földtávolságnyra szintén sűrűségi maximuma van. Ez a rész egészen biztosan gyűrűalakú. Az előbbi által visszavert fényt nevezzük közönségesen állatövi fénynek, az utóbbi gyűrű pedig a visszfényt eredményezi. A kettő közt elhelyezkedő zóna pedig az összekötő fényzalagot reflektálja.

Hoffmeister feldolgozta az utóbbi évtizedekben végzett észleléseket,¹ főleg abból a célból, hogy meghatározza az állatövi fény tengelyét. Az állatövi fény elméletében ugyanis nagy szükség van a fénykép tengelyének minél pontosabb ismeretére. Beszélhetünk az állatövi fény topografikus tengelyéről és fénytengelyéről. Ez utóbbit úgy kapjuk meg, hogy meghatározzuk az ekliptikára merőleges körök mentén az állatövi fény leg-

¹ C. Hoffmeister: Die Achse des Zodiakallichts und die Konstanten seiner Symmetriefläche. Astron. Nachr. Bd. 271. p. 49—67.

fényesebb helyét és ezeket a helyeket összekötjük. Hoffmeister egy korábbi dolgozatában rámutatott arra, hogy ez a tengely elméleti szempontból sokkal fontosabb, mint a topografikus, mert a fénytengelyt magába foglaló sík mentén helyezkedik el a reflektáló porfelhő. Mindkét tengely pontos meghatározásánál óvatosan kell eljárunk, mert figyelembe kell venni az extinkció, a szürkület, az éjjeli ég fénye és végül a Tejút fényének és a galaktikus fényfátyolnak zavaró hatását.

Hoffmeister mindenekelőtt a visszfényre vonatkozó észleléseket dolgozta fel. A visszfény, mint említettem, mindig a Nappal szembenfekvő pont körül helyezkedik el. Az év folyamán tehát az ekliptika mentén körüljárja az éggömböt. A visszfény pályája azonban nem esik pontosan egybe az ekliptikával, hanem avvai csekély szöveget zár be. Az ekliptikához viszonyítva tehát egy sinusvonalat ír le. A zavaró hatások figyelembevételével előbb *Douglass*, majd pedig Hoffmeister arra az eredményre jutottak, hogy a visszfény pályája északi szélességben nagyobb értéket ér el, mint dél felé, az említett sinusvonal tengelye tehát nem az ekliptika, hanem egy északi szélességi kör. Ez azt jelentené, hogy a visszfénypálya csomóvonalai az ekliptikán mérve nem 180° távolságra lennének egymástól, holott ezt az állatövi fény elmélete megköveteli. A kérdést észlelések alapján nem lehet megoldani, mert a visszfénypálya csomóvonala táján húzódik végig a Tejút, a visszfény észlelése tehát ezen a helyen nem lehetséges.

Hoffmeister feltette, hogy a csomóvonalak 180° -ra vannak egymástól és az ilyen értelemben kiegyenlített észlelési adatokból azt találta, hogy a visszfény pályájának jellemző adatai:

$$\Omega = 111^\circ 5 \pm 20.4 \quad i = 1^\circ 10 \pm 0.18$$

Ha a pálya északi, illetve déli szélességben fekvő pontjait külön-külön vizsgáljuk és ezekből két különböző hajlásszöveget vezetünk le, a következő értékeket kapjuk:

$$1^\circ 36 \pm 0^\circ 21, \text{ illetve } 0^\circ 81 \pm 0^\circ 23.$$

Hoffmeister a kedvezőtlen fekvésű helyeken végzett észleléseket összehasonlította a fenti pályaelemek alapján meghatározott értékekkel, abból a célból, hogy képet alkosson a légkör zavaró hatásáról. A légkör zavaró hatása az extinkcióban és az éjjeli ég fényében nyilvánul meg. Ez a vizsgálat azt mutatta, hogy a maximális hiba 40° zenittávolságnál mutatkozik, s nagysága kb. $+0.75$. Növekvő, illetve csökkenő zenittávolság mellett pedig egyre kisebb értékű és a zenitben, illetve 65° zenittávolság mellett az extinkció és az ég fényének hatása kiegyenlítik egymást. Az éjjeli ég fénye ugyanis hozzájárul a visszfény összfényességéhez és kiegyenlíti az extinkció elnyelő hatását. Valószínű, hogy a horizont környékén az éjjeli ég fényének hatása még erősebb és az eltérés negatív értékű.

Hoffmeister megvizsgálta a visszfény legnagyobb intenzitású helyének a Nappal szemben fekvő ponttól való eltérését is. Azt találta, hogy ez az eltérés egy esetben sem haladta meg az 1° -ot.

Hoffmeister vizsgálatainak fő célja azonban a Nap különböző ekliptikai hosszúsága mellett a tengely valódi helyzetének meghatározása volt. Mint

mondja, mindeddig nem történt kísérlet a hiba nagyságának a meghatározására. Ő két utat mutatott a légkör hatásának a kiküszöbölésére. Az egyik mód az, hogy zavaró hatástól mentes észlelések segítségével meghatározza a tengely valódi helyzetét és evvel egybeveti a kedvezőtlen földrajzi fekvésű helyen végzett észleléseket. Ennek az eljárásnak az a hibája, hogy kevés a kedvezőtlen helyen végzett észlelés, mert az észlelők igyekeznek minél jobb földrajzi fekvésű helyen végezni megfigyelésüket. A másik mód pedig az, hogy Windhukban végzett észleléseit összehasonlította olyan északi félgömbön végzett észlelésekkel, amelyek a Nap ekliptikai vertikálisától kb. ugyanannyira vannak északra, mint Windhuk délre. Az északi és déli fekvésű helyen végzett észlelések különbsége a légkör okozta hiba kétszerese. Az összehasonlított észlelések természetesen ugyanazon évszakban, egyenlő Nap-hosszúság mellett történtek. Nem áll módunkban azonban egyik módszerrel sem a légkör okozta hiba összetevőit (extinkció, éjjeli ég fénye) külön-külön meghatározni.

A fenti módszerekkel meghatározták több éven át évről-évre különböző évszakok mellett az állatövi fény valószínű tengelyét és minden kétséget kizáróan megállapították, hogy a Nap adott ekliptikai hosszúsága mellett az állatövi fény tengelye különböző években ugyanolyan alakú.

A két módszer eredményeinek felhasználásával Hoffmeister egy táblázatot állított össze. Ez a táblázat tartalmazza azokat a korrekciókat, amivel az észlelt tengely egyes pontjait, azok zenittávolságától és a Naptól számított ekliptikális hosszuktól függően azokat helyesbíteni kell. A táblázat egyes értékei jó megegyezést mutatnak a visszfényre vonatkozó vizsgálatok eredményeivel. Végeredményképpen azt mondhatjuk, hogy a légkör befolyása kisebb, mint azt várták, és ha az észlelőhelyek az északi és déli féltekén arányosan megoszlanak, a végeredményre csak kis befolyást gyakorol.

Az újabb időkben sok állatövi fényészlelést dolgozott fel *Schoenberg* és *Pich*. A légkör befolyását azonban nem tudták az erre vonatkozó vizsgálatok hiányában kellőképpen figyelembe venni, s azt tapasztalták, hogy az északi, illetve déli helyen végzett észlelésekből nyert tengelypontok északabra, illetve délebbre vannak a másik félgömbön észlelt pontoktól. Ezt az általuk szélességi effektusnak, «negatív parallaxisnak» nevezett jelenséget Földünk nagy kiterjedtségű légköre hatásának tulajdonították.

Hoffmeister felfogása szerint a jelenség az extinkció figyelmen kívül hagyásában leli magyarázatát. Az extinkció ugyanis növekvő zenittávolsággal egyre nő, az állatövi fény tengelye tehát az északi féltekén észak felé, a déli féltekén pedig dél felé tolódik el.

Ezekután áttérhetünk az állatövi fény szimmetriafelületét jellemző adatok ismertetésére. Mint már említettem, a visszfényt és az összekötő fényszalagot a külső gyűrű reflexiója okozza. A visszfény szimmetriasíkjának csomóvonalhosszáról és hajlásáról volt már szó. Az összekötő szalagnak négy pontját vizsgálták, nevezetesen a Naptól mindkét irányban 135° , illetve 160° -ra levő pontokat. Ebből azt találták, hogy a fényszalagszimmetria síkjának csomóvonalhossza $\Omega = 101.0 + 5.3$, ami meglepően egyezik a

Jupiter pályájának kereken 99.6° -os csomóvonalhosszával. A külső gyűrű további pályaelemeire Hoffmeister a következő értéket találta:

$$i = 1.31 \quad \omega = 90^\circ \quad a = 2.98 \quad e = 0.11.$$

Mint látjuk, tehát az excentrumosság meglepően nagy. A Jupiter afélium-távolsága csomóvonalától 273° -ra van, tehát kereken 180° -kal messzebb, mint a külső gyűrűé. A gyűrű perihéliuma tehát a Jupiter aféliuma téves irányában van.

Nem ilyen egyszerű a dolog a belső gyűrűt illetően. Hoffmeister újabb vizsgálatai csak megerősítették azt a korábbi eredményét, hogy a belső gyűrű szimmetriafelülete nem sík. Az eredményeket kivonatolva az alábbi kis táblázat tartalmazza (az argumentum az állatövi fény kérdéses helyének Naptól mért távolsága).

e	Ω	i
25°	73.7	2.92
35°	68.9	2.13
45°	72.8	1.68
55°	59.6	1.43
65°	44.5	1.86
75°	42.3	1.44
85°	32.9	1.49
100°	38.2	1.50

Összehasonlításképpen a belső bolygók megfelelő pályaelemei:

	Ω	i
Merkur	47.47	7.00
Venus	76.07	3.39
Mars	49.05	1.85

Igen valószínű az a feltevés, hogy a Föld- és Mars-pálya közti részt a külső gyűrűhöz kell számítanunk, mert szimmetriafelületének tulajdonságai erre utalnak.

Végül foglalkoznunk kell még néhány szóban a Tejút zavaró hatásával. A Tejút 90° , illetve 270° ekliptikális hosszúságnál metszi az ekliptikát. Hatása abban nyilvánul meg, hogy az állatövi fény tengelyét azon félkör mentén, amelyen a tavaszpont van, északabbra tolja, az ekliptika másik felén pedig délebbre. Az előbbi félkör fölé borul ugyanis a Tejút északi része, tehát az állatövi fény sávjának északi felén növeli a fényességét, a legfényesebb helyet következőképpen északabbra látjuk, a másik félkör mentén fordított a helyzet.

Hoffmeister nézete az, hogy az állatövi fény tengelyére vonatkozó vizsgálataival elérte azt a pontossági határt, ami a jelenlegi viszonyok közt egyáltalán elérhető. A zavaró hatások közül azt, amit csak lehetett, kiküszöbölt, hátramarad azonban még a Tejút hatása. Nincs ugyanis mód arra, hogy az észlelések célszerű berendezésével az okozott zavart valaha is kiküszöbölhessük.

Strommer Gyula

Az ionoszfera és a kozmikus sugárzás az 1940 október 1-i napfogyatkozás alatt. Napfogyatkozások alatt kitűnő alkalom nyílik annak eldöntésére, hogy az ionoszfera-rétegek ionizálását egyedül a Nap elektromágneses sugárzása okozza-e, vagy pedig az ionizálásban a Nap korpuszkuláris sugárzása is szerepet játszik-e. Mert ha az anyagi sugárzás a fénysebességnél lényegesen kisebb sebességgel halad, a korpuszkuláris fogyatkozás más helyeken és más időben lép fel, mint a Nap fényének fogyatkozása. Az eddigi napfogyatkozások alkalmával végzett megfigyelések szerint kétségtelen,

hogy mind az E -, mind az F -rétegek ionizációját túlnyomórészt az ibolyántúli napsugárzás okozza, de nem döntötték el a megfigyelések, hogy az F_2 -rétegben korpuszkuláris hatásokat is számba kell-e venni.

A legutóbbi teljes napfogyatkozás alatt az amerikai Cruft Laboratory a camberrai Commonwealth Solar Observatory és a johannesburgi Bernard Price Institute for Geophysical Research három helyen végeztetett Dél-afrikában ionoszfera-megfigyeléseket.¹ Az F_2 -rétegben erősen mutatkozott a fényfogyatkozás hatása. Az elektronsűrűség itt 20%-kal csökkent normális értékéhez képest, a minimumot 30 perccel a teljes fogyatkozás ideje után érve el. *A korpuszkuláris fogyatkozás hatása nem volt kimutatható.*

Compton egy rövid közleménye szerint² Monteux-, Occhialini- és Santos-nak sikerült most először kimutatni a napfogyatkozás hatását a kozmikus sugárzásban. Itt természetesen csak az ionoszfera változásának közvetett hatásáról van szó. Az áthatoló komponens Santos és Wataghni földalatti végzett észlelései szerint más effektust mutatott, mint az össz-sugárzás. Részletek még nincsenek az eredményekről. D. L.

Az első fundamentális fényelektromos fotometriai katalógus.³ Güssow a berlin—babelsbergi csillagda fényelektromos fotométerével hosszabb észleléssorozatot végzett. Meghatározta 94 kiválasztott csillag színindexét és két spektrálvidékben a fényességkülönbségüket. Az egyes csillagok színkép-típusa a legkülönbözőbb spektráltípusok közt oszlott meg. Az észlelésekhez Günther és Tegetmeyer Nr. 6063 Kálium-Argon cellát és jénai gyártmányú GG6 sárga és F 3653 kék szűrőt használt. Mint tudjuk, két csillag fényességének összehasonlítása annál pontosabb, minél kisebb a köztük levő fényességkülönbség. A pontosság fokozása érdekében, ha a két csillag fényességkülönbsége meghaladta volna az 1^m -t, az egyik összehasonlítandó fényességét objektívrekesz használatával csökkentette. Az egyes rekeszek által okozott fényességcsökkenést több alkalommal igen pontosan meghatározta. Gondoskodni kellett még a nulleffektus és az éjjeli ég fényének kiküszöböléséről. Ezért az észlelés menetét célszerűen az alábbi módon állapította meg. Jelölje a és b az összehasonlítandó csillagokat, O a nulleffektust, E az éjjeli ég fényét. Ha a mérésnél szűrőt használtunk, lássuk el a megfelelő betűt s , ill. k indexszel aszerint, hogy sárga vagy kék szűrőt alkalmaztunk. Az észlelés sémája a következő:

$$\begin{matrix} O & E_s & E_k, & a_k & a_s & a_k & a_s & a_k & b_k & a_k & b_k & a_k, \\ a_s & b_s & a_s & b_s & a_s, & b_k & b_s & b_k & b_s & b_k, & E_k & E_s & O. \end{matrix}$$

Az egész mérési időszakban gondos laboratóriumi vizsgálatokkal ellenőrizték az objektív és a szűrők szelektív átbocsátó képességét és a cella szelektív érzékenységét.

¹ J. A. Pierce, A. J. Higgs, E. C. Halliday: Decrease in ionization of the F_2 -region during solar eclipse. Phys. Rev. 58. 1119. 1940.

² A. H. Compton: Effect of an eclipse on cosmic rays. Phys. Rev. 58. 841. 1940.

³ M. Güssow: Lichtelektrische Helligkeiten und Farbenindizes von 94 ausgewählten Fixsternen. Zeitschr. f. Astroph. Bd. 20. p. 25—46.

A fényességkatalógus alapjául a 86 Ursae majoris (40) csillag szolgált. Ennek fényességéül a Harvard vizuális észlelések $5^m.65$ -os értékét vették fel.

Figyelemreméltó ez a munka azért, mert mindeddig a fényelektromos fotometriát csak változók kutatására és színindex meghatározására használták.

Güssow arra az eredményre jutott, hogy a fényelektromos fotometria kiválóan alkalmas fundamentális fényességkatalógus kidolgozására. Előnye a nagy pontosság. Güssow katalógusának végső hibája $0^m.035$. Összehasonlításképpen a legjobb vizuális fényességkatalógus a potsdami katalógus végső hibája $0^m.11$. Sok gondot okoz azonban a légkör. Éghajlatunk alatt az extinkció változása az észlelés tartama alatt is olyan nagy, hogy erősen zavar. Legcélszerűbb volna az észlelések alkalmával extinkció-meghatározást is végezni, de ez az észlelésre alkalmas napok kevés száma miatt nem lehetséges. Részben segíthetünk a bajon avval, hogy lehetőleg egymáshoz közeli csillagokat hasonlítunk össze csekély zenittávolság mellett és a mérést gyorsan végezzük.

Güssow azt a tanulságot vonta le a jövőre nézve, hogy hasonló célú észlelést úgy kell berendezni, hogy minél kevesebb redukációs állandót kelljen meghatározni. Ezeknek az állandóknak a meghatározása a tulajdonképpeni észlelés keretébe kell hogy tartozzzék és azt lehetőleg sokszor és nagy pontossággal kell elvégezni. Kívánatos továbbá minél pontosabban meghatározott és gyakran ellenőrzött fundamentális csillagrendszer kiépítése.

Strommer Gyula

A Tejút déli részeinek újabb stellárstatisztikai vizsgálatai. A déli égboltra és a Tejút déli részeire vonatkozó stellárstatisztikai vizsgálatok ezidőszert meg igen hiányosak és főként csillagszámlálásokra szorítkoznak. A szelektív abszorpció kérdése így pl. eddig majdnem teljesen háttérbe szorult. Alig néhány éve, hogy a breslauer csillagda Windhukban (Német Délnyugat-afrika) lévő fiókintézete *Schoenberg* ösztönzésére programba vette a Tejút déli részeinek stellárstatisztikai vizsgálatát.

A *Schoenberg* által feldolgozott felvételek egy 50 mm nyílású $f:3.5$ Leica-Elmar objektívvel készültek, amely $27^\circ \times 41^\circ$ látómezőnél még a felvételek szélén is kifogástalanul éles képet ad. *Schoenberg* kutatásai, amelyek a Tejút $L = 250^\circ$ és 360° galaktikai hosszúság közt fekvő részére vonatkoznak, főként a Scutum, Sagittarius és Carina csillagképekben lévő fényes csillagfelhők, valamint az Ophiuchusban lévő ismert sötét felhő és az ú. n. «Szeneszák» tanulmányozására irányultak. A kutatások főbb vonalakban a következő eredményeket szolgáltatták: a Carina-felhő ($L = 260^\circ$) a Naptól alig 100 parsec távolságban kezdődik és innen kb. 900 parsecnyire terjed. A Galaktika centruma irányában ($L = 325^\circ$) nincs észlelhető sűrűsödés, sőt bizonyos spektráltípusú csillagok (A, F) sűrűségeloszlása $L = 320^\circ$ körül jól kifejezett minimumot mutat. Ezt a meglepő jelenséget csak úgy lehet abszorpcióra visszavezetni, ha feltesszük, hogy az abszorpciót okozó felhő mindössze kb. 50—100 parsec távolságban kezdődik.

Becker régebbi vizsgálatai szerint a sűrűség a Galaktika síkjában a Naptól számított 800 parsec távolságban már minden irányban csökken

A Galaktika síkjára merőleges irányban a sűrűség csökkenése természetesen sokkal gyorsabb. A Nap környezetében a síktól mért 300 parsec távolságban pl. az A-típusú csillagok eloszlásának sűrűsége kb. $1/_{20}$ -ra, az F-típusúaké kb. $1/_{5}$ -re csökken. Ezek az adatok természetesen csak hozzávetőlegesek, mert hiszen az eddigi vizsgálatok csak a Tejút bizonyos kiválasztott részeire vonatkoztak.

A «Szenezsák» vizsgálata már aránylag hosszabb idő óta van folyamatban. A Harvard-csillagdán csillagszámlálások alapján levezetett adatok szerint a felhő nem egyöntetű. Legsűrűbb helyein az abszorpció 3^m , míg más helyeken lényegesen kisebb, átlagban 1^m . *Unsöld, Müller és v. d. Pahlen* is egy magnitudó meghaladó abszorpciót találtak.

A Tejút $L = 286^\circ - 303^\circ$, valamint $L = 356^\circ - 359^\circ$ galaktikai hosszúság közt fekvő egyes stellárstatisztikai szempontból fontosabb részeit *Wilkins* vizsgálta meg. Minden megvizsgált tájról két felvételt készített, mégpedig egyet kék és egyet sárga fényre is érzékeny lemezre. Mivel azonban — más pontosabb adatok híján — kénytelen volt a fotometriai kimérésnél a Henry—Draper katalógus adatait felhasználni, amelyek pontossága a célnak nem felel meg, adatai aligha alkalmasak abszorpciós felhők felkutatására. Olyan helyeken pl., ahol *Wilkins* normális sűrűséget talált, *Trippe* tökéletesebb módszerekkel 1^m abszorpciót fedezett fel.

A galaktika centruma irányában fekvő felhőket már eddig is többen vizsgálták. *Müller* a ϑ Ophiuchi közelében lévő sötét felhő abszorpciójára a felhő szélei felé 2^m , legsötétebb részeiben pedig 4^m értéket talált. A ρ Ophiuchi és ξ Ophiuchi közelében lévő sötét felhők okozta abszorpció ugyancsak *Müller* vizsgálatai szerint kb. 3^m , ill. 1^m . Igen beható spektrálvizsgálatokat végzett ezekkel és más ebben az irányban fekvő objektumokkal kapcsolatban *Wallenquist*. Mérései alkalmasak arra, hogy a csillagok térbeli sűrűségeloszlására és a felhők radiális méretére («mélységére») megbízható következtetéseket lehessen belőlük levonni. (A spektrumokból ugyanis közvetlenül az egyes csillagok abszolút fényességére lehet következtetni.) A Sagittarius-felhő széle a Nap-tól *Wallenquist* szerint mintegy 400—500 parsec távolságban fekszik. A felhő belseje felé a sűrűség egészen kb. 1000 parsec-ig rohamosan nő. A nagy abszolút fényességű csillagok e tekintetben azonban kivételt képeznek, amennyiben eloszlásuk sűrűsége a felhő belseje felé fogy. Ez a jelenség különben az Ophiuchus-felhőnél még nagyobb mértékben mutatkozik, míg a Scutum-felhőben *Wolf* szerint egyáltalán nem mutatható ki. *Schalén* igen behatóan foglalkozott ezzel az ismert csillagfelhővel is és megvizsgálta a felhő összes 11^m -nál fényesebb csillagának spektrumát. Ezekből és a fotometriai vizsgálatok szolgáltatata adatokból igen pontosan meg tudta adni a felhő fényesebb részeinek sűrűségeloszlását. A felhő kb. 1300 parsec távolságban kezdődik és sűrűsége 4000 parsec-ig kb. háromszorosára növekszik, innen kezdve pedig lassan csökken.

A fényes csillagfelhők fotografikus fotometriai vizsgálata, amint az eddig történt, egy tekintetben mindenestre kifogásolható, hogy t. i. az így kapott adatok mindaddig problematikusak, amíg az interstelláris abszorpció kérdése nincs kielégítő módon tisztázva. Az újabb Windhukban készített felvételeknek azidőszert nagyrészt még folyamatban lévő

feldolgozásánál *Trippe* és a fiatalon elhunyt *B. Jung*¹ már erre a kérdésre is kitértek, sőt a szelektív abszorpciót is vizsgálat tárgyává tették. E célból az újabb felvételek három különböző színre (kék, sárga, vörös) érzékeny lemezen készülnek egy 135 mm nyílású 240 mm gyújtótávolságú Ernstar objektív segítségével.

W. Trippe fotometrikus méréseinél is, ugyanúgy, mint az előbbieknél, főként az összehasonlító csillagok fényességének e célra hiányos ismerete okozott némi nehézséget. Úgy a «Harvard—Groningen—Durchmusterung», mint a «Potsdamer Spektraldurchmusterung» középhibája kb. $0.^m18$, tehát igen nagy. Legalkalmasabbnak a «Harvard Mimeograms» mutatkozott, bár az elkészítésénél használt Bache-műszer színegyütthetóját eddig még nem állapították meg.

Trippe a Tejút Centaurusban lévő nagy részét vizsgálta meg ($L = 284^\circ$ — 286° , $B = -4^\circ$ — $+3^\circ$). Ezek közt három sötét részt talált 1^m abszorpcióval, míg a negyedik fényes csillagfelhő.

B. Jung a *Sandig* által Windhukban készített felvételeket dolgozta fel, amelyek az $L = 310^\circ$ és 315° közt fekvő részre vonatkoznak. Összesen hét kisebb (egyenként kb. 2 négyzetfoknyi) részletet mért ki, amelyek közül háromban igen nagy sűrűséget talált, háromban 1^m — $1.^m5$ abszorpciót, míg egyben a sűrűség normális volt. Az abszorpciós felhők szélének távolságát azonban nem lehetett megállapítani. *Jung* ezenkívül csillagszámlálásokat végzett a Scutum, Serpens és Aquila környékéről készült felvételek hét kisebb részében. Minthogy azonban ez a munkája pusztán csillagszámlálásokra szorítkozik, az így nyert adatokból a megvizsgált objektumok (három sötét és három fényes felhő) valódi struktúrájára nem lehet következtetni. Adatai mindenesetre nagyszerűen egyeznek *Lindsay* és *Bok* megfelelő adataival és többek közt egy nagy sötét felhő létezésére mutatnak, amely a Scutum-ból kiindulva az Ophiuchuson át messze kiterjed. *Jung* maga ezt a sötét felhőt Ophiuchus-felhőnek nevezte el.

Trippe vizsgálatai különben még folyamatban vannak és az eddig közölt eredmények csak kisebb részét képezik az egész észlelési anyag feldolgozásának, amely előreláthatólag még soká eltart. *Kolbenheyer Tibor*

Az intersztelláris abszorpció szerepe ζ Persei spektrumának intenzitás-eloszlásánál. *Becker* egyik munkájában² még 1939-ben rámutatott arra, hogy ζ Persei színeződése minden valószínűség szerint intersztelláris abszorpcióra vezethető vissza. Főként abból a körülményből lehet erre következtetni, hogy míg a ζ Persei és ϵ Persei spektrumában fellépő vonalak kisebb eltérésektől eltekintve azonosak, addig a két spektrum intenzitás-eloszlása erősen eltér egymástól. *Hall* és *Rudnick* már régebben megkísérelték, hogy a két eloszlás relatív gradienseiből következtetéseket vonjanak arra,

¹ W. Trippe—Bodo Jung: Photometrisch-stellarstatistische Untersuchungen in der südlichen Milchstraße. (Zeitschr. f. Astrophys. 1940, 2. Heft.)

² W. Becker: Über den Ursprung der Verfärbung der «gelben» B-Sterne und der «B-Sterne». (Zeitschr. f. Astrophys. 18, 25, 1939.)

hogy a Naprendszer és ζ Persei között lévő abszorpciós felhőben a fényelnyelés milyen törvényszerűséget mutat, az észlelési anyag hiányossága folytán azonban nem tudtak konkrét eredményt elérni. Újabbán a göttingeni csillagda spektrálfotometriai programja keretében Kienle¹ foglalkozott ezzel a kérdéssel. A göttingeni mérési adatokon kívül, amelyek számban és pontosságban is felülmúlják az eddigi adatokat, tekintetbe vette a Yerkes-obszervatóriumban, Greenwichben és a Jungfraujoch-on (*Chalonge* és *Barbier*) nyert mérési eredményeket is. Ezeket a göttingeniekre redukálva megkapta a relatív intenzitáseloszlás görbáját ($\log I_{\zeta}/I_{\varepsilon}$) a $3,100 \text{ \AA} < \lambda < 10,000 \text{ \AA}$ intervallumban.

Kienle az interstelláris abszorpció képletét a következő alakúnak veszi:

$$I_{\lambda} = I_{\lambda,0} \cdot e^{-(k_0 + k_1 \cdot \lambda^{-\alpha}) \cdot H},$$

hol $I = I_{\lambda,0}$ a kérdéses csillag spektrumának intenzitáseloszlása, mielőtt a sugárzás a H vastagságú homogénnek vett abszorbeáló rétegen áthalad, k_0 az ú. n. neutrális (a hullámhossztól független), k_1 a szelektív abszorpció együtthatója és α konstans. A képlet alkalmazását már Rudnick is megkísérelte, de a rendelkezésére álló, főként a spektrumok végein nem nagyon megbízható adatokból az következett, hogy α nem konstans, hanem a hullámhossz függvénye. Kienle ezzel szemben az idézett cikkben kimutatja, hogy a fenti képlet az észlelt relatív intenzitáseloszlást konstans α értéknél is jól adja vissza és lényegében egyszerű módszert talál az abszorpcióra jellemző néhány konstans meghatározására.

Feltehetjük, hogy mivel ζ és ε Persei spektruma az intenzitáseloszlástól eltekintve majdnem tökéletesen egyezik, abszorpció nélkül a két eloszlás relatív gradiense zérussá tehető. Ekkor könnyen kimutathatjuk, hogy

$$\Delta m = \log \frac{I_{\zeta}}{I_{\varepsilon}} = \log \left(\frac{R_{\zeta}^2}{r_{\zeta}^2} : \frac{R_{\varepsilon}^2}{r_{\varepsilon}^2} \right) - (k_0 + k_1 \cdot \lambda^{-\alpha}) \cdot \Delta H = A + B \cdot \left(\frac{1}{\lambda} \right)^{\alpha},$$

vagyis $\log(\Delta m - A) = \log B + \alpha \cdot \log \left(\frac{1}{\lambda} \right),$

hol R_{ζ} és R_{ε} a csillagok sugara, r_{ζ} és r_{ε} a megfelelő távolságok a Naptól, ΔH pedig a két csillag és a Nap közt fekvő abszorpciós rétegek vastagságának különbsége.

Másrészt azonban az abszorpció tekintetbevételével a két eloszlás gradiense

$$G = \frac{d(\Delta m)}{d(1/\lambda)} = B \cdot \alpha \left(\frac{1}{\lambda} \right)^{\alpha-1}$$

Ezt az értéket az észlelési adatokból lehet a megvizsgált λ intervallumban minden λ -értékre közvetlenül meghatározni. Ha Δm -et mint $1/\lambda$ függvényét ábrázoljuk, akkor ugyanis G gradiens a görbe érintőjének iránytangense az $1/\lambda$ abszcisszának megfelelő pontban. Ha G értékét két különböző hullámhosszra nézve ismerjük, α -ra a következő egyenlet adódik:

¹ H. Kienle: Das Gesetz der Verfärbung bei ζ Persei. (Zeitschr. f. Astrophys. 20, 13, 1940.)

$$\frac{G_1}{G_2} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^{\alpha-1}$$

és ebből

$$\alpha = 1 - \frac{\log(G_1/G_2)}{\log(\lambda_1/\lambda_2)}$$

a valóságban, mivel a $(\Delta m, 1/\lambda)$ görbe ismert, α értékét több különböző hullámhosszra adódó gradiens értékéből kell kiszámítani. Az utóbbi képlet egyszemind lehetővé teszi annak ellenőrzését, hogy az abszorpció képletében lehet-e α értékét konstansnak venni.

Ha α értéke már ismert, akkor B értéke bármely hullámhosszból és a neki megfelelő gradiensből könnyen kiszámítható. A értéke azután $\log(\Delta m - A)$ fentebbi képletéből adódik közvetlenül. Míg ilyenformán $k_1 \Delta H$ értékét meg lehet határozni, $k_0 \Delta H$ azért nem számítható ki A értékéből, mert a két csillag parallaxisa úgyszólván teljesen ismeretlen (Schlesinger szerint $\pi_\zeta = 0''.010 \pm 0''.008$ és $\pi_\epsilon = 0''.013 \pm 0''.011$) és annál kevésbbé ismert R_ζ és R_ϵ .

Elvileg egyelőre természetesen az a legfontosabb kérdés, hogy az abszorpcióra alkalmazott képlet megfelel-e a mérési eredményeknek. Kienle munkájának legfőbb eredménye az a megállapítás, hogy a ζ Persei, valamint ϵ Persei és a Nap közt fekvő abszorpciós rétegre nézve a kérdéses képlet legalábbis az eddig megvizsgált $3.100 \text{ \AA} < \lambda < 10.000 \text{ \AA}$ intervallumban a mérési hibák határain belül igen jó leírását adja az észlelt relatív intenzitás-eloszlásnak. α konstans értéke 0.57, ha a hullámhosszt mikronokban adjuk meg.

Kolbenheyer Tibor

HIREK

A bécsi csillagda igazgatójává **B. Thuringet**, a müncheni csillagda obszervatórárt nevezték ki. A bécsi egyetemen az elméleti csillagászat és a geodézia tanszékére Prey utódjául **K. Schütte** került, ugyancsak a müncheni csillagdából. A prágai egyetem csillagászati tanszékére **W. Schaubot** nevezték ki.

J. Plassmann, a münsteri csillagda volt igazgatója, 81 éves korában meghalt. Különösen a változócsillagok megfigyelése terén voltak nagy érdemei.

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.

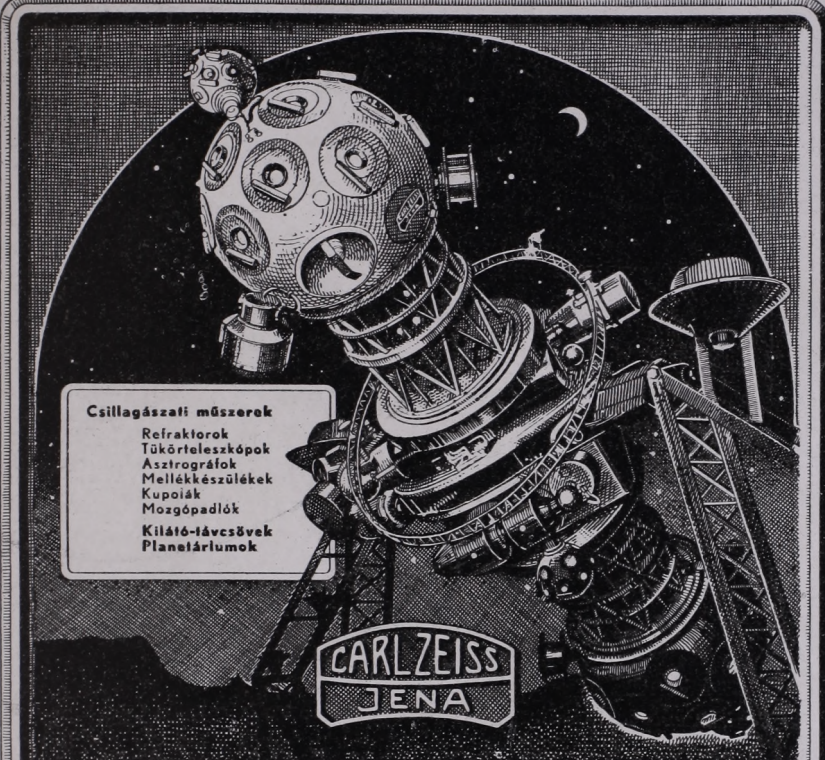
Műkedvelő csillagászoknak csillagászati műszerek beszerzésére vagy ilyenek eladására vonatkozó hirdetéseit folyóiratunkban díjmentesen közöljük.

TÁRGYMUTATÓ

1. Személyi hírek.	Oldal
Balázs Julia	125
Detre László	125
Dezső Loránt	125
G. Eberhard †	45
W. E. Harper †	126
B. Jung †	125
P. V. Neugebauer †	80
J. Plassmann †	158
H. Rosenberg †	125
W. Schaub	158
K. Schütte	158
F. H. Seares	80
B. Strömgren	125
Terkán Lajos †	44
B. Thüring	158
H. C. Wilson †	80
Wodetzky József	45
2. Történeti cikkek.	
Abbe születésének századik évfordulója	30
Olbers halálának századik évfordulója	31
Adatok Gauß asztronómiai munkásságához	49
3. Csillagászati műszerek, csillagdák.	
A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 1939. évi működése	I
A katódsugárosszcillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél	21, 66, 67
Fényelektromos csillagszámláló	67
A McDonald-csillagda megnyitása	31
A feketedési görbe törvényszerűsége	34
A Mount Wilson-obszervatórium 2 1/2 méteres tükrének új alumíniumozása	109
Csillagászati távcsövek látmezejének vizsgálata	102
4. Föld.	
Az ionosféra napfogyatkozás alatt	152
5. Nap.	
Napfoltstatisztika 1939-re	69
A hideg telek és a napfoltok	110
A folyamatos napészlelésekről	81

Jegyzet. A vastagon nyomott lapszámok nagyobb cikkekre vonatkoznak.

	Oldal
6. Bolygók, holdak.	
A Gauß- és Väisälä-módszer kritikai összehasonlítása	11
A Jupiter felhős képződményeinek színeződése.....	69
Az Amor megtalálásának jelentősége	71
A Jupiter és Saturnus nagy oppozíciója	110
7. Űstökösök, meteorok, állatövi fény.	
Az 1940 _o Kulin-üstökös	35
Hírek üstökösökről	110
Fényes meteor Magyarországon	113
Újabb vizsgálatok az állatövi fényről.....	149
8. Csillagok.	
A változócsillagok számának növekedése	37
A csillagok stabilitása és pulzációja	129
Fehértörpék, novák, szupernóvák	37
ó Cephei- és rokontípusú csillagok fényváltozása és sebesség- változása közti összefüggés	41
A csillagok energiaforrása	75
A pulzációelmélet megfigyelési igazolása	115
Az algorendszerek újabb vizsgálata	117
Zeta Aurigae	119
Az első fundamentális fényelektromos katalógus	153
9. Tejútrendszer, ködök, csillaghalmazok, extragalaktikák.	
A tejút felhők és a nyílthalmazok dinamikája.....	39
Új nagy planetáris köd	72
A Scorpio Centaurus-raj és a K-effektus	72
A galaktikai centrum távolsága	73
Az Andromeda-köd forgása	114
Új szupernova NGC 5907-ben	121
Spirális ködök színe.....	122
Intersztelláris abszorpció és ζ Persei színeképének intenzitás- eloszlása	156
A Tejút déli részének vizsgálata	154
10. Fizikai cikkek.	
A kozmikus sugárzás napi menete	76
A kozmikus sugárzás napfogyatkozás alatt	152
11. Könyvismertetések.	
Astronomischer Jahresbericht	123
L. Harang: Das Polarlicht	123
Mészáros László: A csillagászati földrajz elemei	79
Kleine Planeten Jahrgang 1941	123
K. Strumpf: Die Erde als Planet.....	124
O. Woodburg: The Glass Giant of Palomar	42
E. Zinner: Des Sternenmantel Kaisers Heinrichs	124
A Természettudományi Társulat Évkönyve 1941-re	124
12. Szakosztályi ügyek.	
Szakosztályi ülések	42, 79, 124
A szakosztály mérlege 1939 dec. 31-én	43
13. Vegyes.	
Hírek	44, 80, 125, 158
Szerkesztői üzenetek	45, 80, 126, 158



Csillagászati műszerek

Refraktorok
Tükörteleszkópok
Asztrográfok
Mellékkészülékek
Kupolák
Mozgópadiók
Kilátó-táveszvények
Planetáriumok

CARL ZEISS
JENA

**A VILÁG MINDEN RÉSZÉBEN
ES MINDENÜTT, Ahol nagyteljesítményű
optikai és finommechanikai műszereket
használnak, ismerik és nagyrabecsülik
a ZEISS-NEVET, mely valósággal egybe-
fonódott a tökéletes precizitás
fogalmával.**

ZEISS

CARL ZEISS – JENA

MAGYARORSZÁGI VEZÉRKÉPVISELŐ: IFJ. JURÁNY HENRIK
BUDAPEST, IV. VÁCI-UTCA 40. – TELEFON: 183-092

CSILLAGÁSZATI LAP

ZEITSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN ABTEILUNG DES
KÖN. UNG. NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

UNTER MITWIRKUNG VON PROF. J. WODETZKY

REDIGIERT VON

L. DETRE und K. LASSOVSKY

ERSCHEINT VIERTELJÄHRLICH

BUDAPEST

STEPHANEUM BUCHDRUCKEREI

3. Jahrgang

1940

Heft 4

INHALT

L. DETRE: Stabilität und Pulsation der Sterne	129
Sternbedeckungen im Jahre 1941	146
KLEINERE MITTEILUNGEN: Neuere Untersuchungen über das Zodiakallicht. J. S. – Ionosphäre und kosmische Strahlung während der Sonnenfinsternis am 1. Okt. 1940. L. D. – Der erste fundamentale photoelektrische Helligkeitskatalog. J. S. – Neuere stellarstatistische Untersuchungen über die südliche Milchstraße. T. K. – Die Rolle der interstellaren Absorption in der Intensitätsverteilung des Spektrums von ζ Persei. T. K.	149
NACHRICHTEN	158
BRIEFKASTEN DER REDAKTION	158