

STELLA

NEGYEDÉVENKÉNT MEGJELENŐ FOLYÓIRAT
CSILLAGÁSZATI ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE

KIADJA

A STELLA CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET

SZERKESZTIK

TASS ANTAL és WODETZKY JÓZSEF

CSILLAGVIZSGÁLÓINTÉZETI IGAZGATÓ

EGYETEMI NYILVÁNOS RENDES TANÁR

EGYESÜLETI TITKÁROK

HATODIK ÉVFOLYAM

1931.

BUDAPEST

STEPHANEUM NYOMDA RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

VIII., Szentkirályi-utca 28.

STELLA

PROYEDVÉNÉNT MEGJELÉNO FOLYÓIRAT
CSINÁGÁSZATI ISMÉRTEK TERJESZTÉSÉNEK

KLASSZ

A STELLA CSINÁGÁSZATI MEGJELÉNO

TERJESZTÉSÉNEK

TASS ANTAL & WOLDETSKY JÓSEF

HATODIK ÉVFOLYAM

BUDAPEST

TERJESZTÉSÉNEK MEGJELÉNO FOLYÓIRAT
A STELLA CSINÁGÁSZATI MEGJELÉNO

TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
Dunst László :	
A csillagok mozgása	22, 68
Újabb kutatások a fény intersztelláris abszorpciójáról... ..	41
Hírek üstökösökről	46
H. Shapley : Star Clusters. (Könyvismertetés)	49
Horváth Antal :	
A Nap ultraviolettt sugárzása	45
Lassovszky Károly :	
Változócsillagok	7, 57
A korona megfigyelése napfogyatkozáson kívül	99
Szupergalaktika 42 millió fényév távolságban	100
Megfigyelőállomások a meteorok megfigyelésére	101
A nagybolygók összetétele	102
A meteorok száma	112
A csillagok összfényessége	112
Morawetz Károly :	
Petzval József és a Petzval objektív	39
Posonyi Erzsébet :	
Az 1931 szeptember 26-iki teljes holdfogyatkozás	53
Mi célja lehet a sztratoszféra-repülésnek?	96
Százra emelkedett már az újcillagok száma a nagy Androméda- ködben	99
Az energia elosztódása a napfoltok spektrumában	100
Egy «csodacsillag»	103
Egy nagy sajátmozgású távoli csillagpár	104
Újabb adatok a kisbolygókról	104
Tass Antal :	
A naptárreform újabb fejleményeiről magyar vonatkozásban... ..	1
A belgrádi csillagvizsgáló	38
Sirius vörös színéről... ..	44
Foszfor a csillagok légkörében	45
Fr. Nölcke : Der Entwicklungsgang unseres Planetensystems. (Könyvismertetés)	47

Barlow's Tables of squares, cubes. (Könyvismertetés)... ..	48
Sir J. Jeans: The Universe Around Us. (Könyvismertetés) ...	48
Plutó tömege... ..	51
Újabb kisbolygók	51
A csillagok forgása	52
A román csillagászat	98

Wodetzky József :

Gerold von Gleich: Einsteins Relativitätstheorien und physikalische Wirklichkeit. (Könyvismertetés)	107
--	-----

Jegyzet: Kövéren nyomott lapszámok nagyobb cikkekre vonatkoznak.

TÁRGYMUTATÓ.

Oldal

1. Nap.

A Nap ultraviolett-sugárzása	45
Nap- és holdfogyatkozások a jelen században... .. .	54
A korona megfigyelése napfogyatkozáson kívül	99
Az energia elosztódása a napfoltok spektrumában	100

2. Hold.

Az 1931 szeptember 26-iki teljes holdfogyatkozás	53
Nap- és holdfogyatkozások a jelen században... .. .	54

3. Bolygók.

Plutó tömege	51
Újabb kisbolygók	51
A nagybolygók összetétele	102
Újabb adatok a kisbolygókról	104

4. Űstökösök, meteorok.

Hírek űstökösökről	46
Megfigyelőállomások a meteorok megfigyelésére	101
A meteorok száma	112

5. Állócsillagok.

Változócsillagok	7,	57
A csillagok mozgása	22,	68
Sírius vörös színéről		44
Foszfor a csillagok légkörében		45
A legrövidebb periodusú változócsillag		47
A csillagok forgása		52
Egy «csodacsillag»		103
Egy nagy sajátmozgású távoli csillagpár		104
A csillagok összfényessége... .. .		112

6. Tejútrendszer, extragalaktikák.

A csillagok mozgása	22,	68
Újabb kutatások a fény intersztelláris abszorpciójáról		41
Százra emelkedett már az újcsillagok száma a nagy Andromédaködben		99
Szupergalaktika 42 millió fényév távolságban		100

7. Általános csillagászati tárgyú közlemények.

A naptárreform újabb fejleményeiről magyar vonatkozásban	I
Mi célja lehet a sztratoszféra-repülésnek?... .. .	96
A román csillagászat	98

8. Csillagvizsgálók, műszerek.

A belgrádi csillagvizsgáló	38
Petzval József és a Petzval objektív... ..	39
Külföldi tudósok a svábhegyi csillagvizsgálóról	43
A Perkins Observatorium reflektortükré	106

9. Könyvszemle.

Fr. Nölcke : Der Entwicklungsgang unseres Planetensystems	47
Barlow's Tables of squares, cubes	48
Sir J. Jeans : The Universe Around Us	48
H. Shapley : Star Clusters	49
G. von Gleich : Einsteins Relativitätstheorien und physikalische Wirklichkeit	107

10. Levélszekrény.

1. Plutó tömege	51
2. Újabb kisbolygók	51
3. A csillagok forgása	52
4. Az 1931 szeptember 26-iki teljes holdfogyatkozás	53
5. Nap- és holdfogyatkozások a jelen században	54
6. A meteorok száma	112
7. A csillagok összfényessége	112

11. Megemlékezések, személyi hírek.

W. de Sitter kitüntetése	47
W. Tombaugh kitüntetése	47
S. J. Bailey	106
E. S. King	106
H. Osthoff	106
W. F. Denning	106
F. A. Lindemann	106
W. Valentiner	106

12. Vegyes.

Szerkesztői üzenetek	56, 112
-----------------------------	---------

STELLA

NEGYEDÉVENKÉNT MEGJELENŐ FOLYÓIRAT
CSILLAGÁSZATI ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE

KIADJA A STELLA CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET MINT A
SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓINTÉZET BARÁTAINAK TÁRSULATA

VI. évfolyam.

1931.

I—2. szám.

A NAPTÁRREFORM ÚJABB FEJLEMÉNYEIRŐL MAGYAR VONATKOZÁSBAN.

Naptárunk megváltoztatására irányuló törekvéseknek indító-
okairól, valamint a népszövetségi naptárbizottság ajánlotta reform-
javaslatokról almanachjainkban¹ már beszámoltunk. Ez alkalommal a
reformkérdés néhány új fázisáról óhajtjuk olvasóinkat tájékoztatni.

Mint ismeretes, a naptárreform a mozgó Húsvétnek és vele együtt
az összes mozgó ünnepeknek a rögzítésére, továbbá a Gergely-féle naptár
kirívó egyenlőtlenségeinek a kiküszöbölésére irányuló törekvésekből
indult ki. Úgy a mozgó ünnepeknek, mint a Gergely-féle naptár fogya-
tékosságainak a keletkezése egy történeti fejlődés folyamánya. A mozgó
ünnepek rögzítésének a kérdése jelesen belső egyházi ügy, a naptár
egyenlőtlenségei kiküszöbölésének a kérdése azonban nemcsak vallási,
hanem társadalmi, kulturális és közgazdasági kérdés. Az ünnepek rö-
gzítésének a kérdése tehát elintézhető naptárjavítás nélkül is, utóbbi
azonban az egyházak hozzájárulása nélkül meg nem oldható.

A nemkeresztény egyházak Húsvét rögzítésének a kérdésében
érdektelenek, a keresztény egyházakat ebben a kérdésben dogmatikus
nehézségek nem kötik. Mint ismeretes, a Szentszék kijelentette, hogy
hajlandó a rögzítés kérdését egyetemes zsinat elé vinni, ha kimutatható,
hogy az ünnep állandósítása egyetemes, a köz javára szolgáló érdek.
Nem ellenzi a rögzítést az oekuméniai patriárka és nem ellenzik a pro-
testáns egyházak. Azonban nem könnyű ebben a kérdésben egyöntetű
megállapodásra jutni. A nehézséget tanulságosan illusztrálja a különböző
államok vasutainak az álláspontja, bár a Népszövetség által megkérdé-
zett vasutak közül a legtöbb a rögzítés mellett van.

¹ *Mahler*: Adalék a naptárkérdéshez. *Stella Almanach* 1928-ra. — *Kövesligethy*:
A naptárreform. Idem 1929-re. — *Tass*: Naptárunk kialakulása és reformkérdése. Idem
1931-re.

A görög, az olasz és a spanyol vasutak minél korábbi időpontra, március végére, illetve legkésőbb április első vasárnapjára kívánják az ünnepet rögzíteni; ellenben az északi országok vasutai és a svájciak minél későbbi időponthoz ragaszkodnak és azt óhajtják, hogy április utolsó előtti vasárnapjánál korábban ne álljon be az ünnep; a megkérdezett többi vasút április közepe tájt eső vasárnaphoz gondolja a Húsvétot rögzítendőnek. Ezekben az óhajokban megnyilvánulnak az egyes országok éghajlatától függő különböző érdekek s ezért a kérdés nem oldható meg egyedül a mi földrajzi szélességeinktől függő gazdasági és kulturális érdekeknek, nem intézhető el egyedül a mi ipari és kereskedelmi érdekeinknek egyoldalú tekintetbe vételével. Amikor pedig a különböző államoknak egyazon érdekelttséghez tartozó exponensei nem tudnak megegyezésre jutni, könnyen elképzelhető, hogy a különböző érdekeltségek kívánságai még nehezebben egyeztethetők össze.

Még nagyobb nehézségekkel találkozott a Gergely-féle naptár változtatásának a kérdése. A Népszövetség ajánlotta három naptár-módosítási javaslat közül az első, amely csak a Gergely-féle naptár kirívó egyenlőtlenégeit akarja egyszerű úton kiegyenlíteni, sem találkozott osztatlan köztetszéssel. A második és a harmadik javaslat, az úgynevezett radikális reformtervek pedig a konzervatív egyházak erős ellentállását hívták ki.

Áttekinthetőség kedvéért foglaljuk röviden össze a három tervezet lényegét, a részleteket illetőleg az idézett közleményekre kell hivatkoznunk.

Naptárunk egyenlőtlenégeit a hónapok különböző hossza, továbbá a negyed- és a félévек egyenlőtlen hossza idézi elő. Naptárunk további fogyatékoságai, hogy a hónapok nem állhatnak a hét kerek többszöröséből és ezért az év sem lehet kerek többszöröse a hétnek.

Időszámításunk e három alapeleme közül a hét a legrégebb időciklus. A hó a holdhóból fejlődött ki már elég korán és függetlenül a héttől. Az év kialakulása azonban hosszabb ideig tartó fejlődésre tekint vissza s *Gergely* pápa elévülhetetlen érdeme, hogy a naptári évet a természetes évvel igen jó összhangzásba hozta, ehhez rögzítette. A természetes év hossza 365·2422 nap és így a naptári évnek 365 és 366 napból kell állnia. A hét, a hó, az év tehát három olyan időciklus, amelyek közös nevezőre nem hozhatók és ebben rejlik a naptárreform nehézsége.

A népszövetségi három reformjavaslat közül az első 30 és 31 napos hónapokat vezet be. Közönséges években tehát hét 30 napos és öt 31 napos, szökő években pedig hat 30 napos és hat 31 napos hónapnak kell lennie. Szökőévekben a félévек lehetnek egymással egyenlők, mindegyik lehet 183—183 napos, de közönséges években az egyik félév csak 182 napos lehet. A negyedévekre így 91 napos időszakok adódnak, azonban az egyik negyedévnek 92 naposnak kell lennie. Közönséges években három

évnegyed tehát két 30 és egy 31 napos hónapból tevődik össze, míg egy évnegyednek, mondjuk az utolsónak egy 30 és két 31 napos hóból kell állnia.

Ha tehát olyan megállapodás létesülne, hogy az évnegyedek első hónapjai legyenek a 31 naposak, úgy ezek második és harmadik hónapjainak 30—30 naposoknak kell lenniök, mint ezt az idei Stella-almanach 188. lapján található sablon mutatja. Ha az évnegyed első hónapja vasárnapkal kezdődik, minden évnegyed ezzel a nappal fog kezdődni s így egyértelműen rögzítve van a heti napok helyzete az egyes évnegyedekben. Mivel azonban az utolsó évnegyed 92 napos = 13 hetes + 1 napos, a decembernek 31 naposnak kell maradnia. Ha a sablont nem akarjuk megbolygatni, vagyis ha az egyes évnegyedekben a heti napok helyzetének rögzítését nem akarjuk feláldozni, szökőévekben december havát 32 naposnak kellene venni. Mivel végeredményben ilyen sablonnak nem lehet túlzott jelentőséget tulajdonítani, célszerűbb természetesen a szökőnapot az első félév utolsó napja után tenni, vagyis szökőévekben a júniust is 31 naposnak venni. Örökös naptárt a mondottak szerint a 365, illetve 366 napból álló naptári év nem nyújthat.

Ha azonban a 92 napból álló utolsó évnegyedből az utolsó napot elvesszük, ez az évnegyed is 91 napos, illetve 13 hetes lesz. A 364 napos naptári év tehát egyenlő negyedekből és egyenlő fél évekből állhat és az év többszöröse, 52-szerese volna a hétnek. Ha az elvett napot semlegesítjük, azaz ha neki sem heti nevet, sem havi, sem évi dátumot nem adunk, örökös naptárhoz jutunk. Szökőévekben két semleges nap volna. Ez a tervezet a második népszövetségi naptárjavaslat, amely azonban abban az elvi hibában szenved, hogy a hetek ciklusának folytonosságát megszakítja. Ha pl. szombatira esnék december 30-ika, úgy a reakövetkező nap volna a névtelen és az erre következő újév napja lenne a vasárnap. Ez a vasárnap azonban a ciklusos hétnek a hétfője. Innen kezdve a ciklusos hét napjai már nem egyeznének az új naptári hétével, azaz a ciklusos hét napjai vándornapokká válnának. A terv ellen a konzervatív egyházak azonban tiltakoztak.

Ezzel a radikális tervezettel szemben a harmadik népszövetségi naptárjavaslat még radikálisabb, amennyiben a semleges napok megtartása mellett az évet 13 hóból és ezek mindegyikét 28—28 napból, azaz 4—4 hétből állónak venni javasolja. Azonban mindkét radikális javaslat örökös naptárt nyújt, formailag a második tökéletesebbet az elsónél.

Ezek a radikális naptárjavaslatok nem újkeletűek. Mielőtt a Népszövetség a naptárreformmal hivatalosan kezdett foglalkozni, már néhány évtizedes irodalmi vita keretében felmerültek ezek a tervek. Római kongresszusán foglalkozott velük a Nemzetközi Csillagászati

Uniónak naptárbizottsága is, amely szótöbbséggel a 12 hónapos radikális évforma mellett döntött, de javaslatát a leszavazás veszélye miatt nem terjesztette az Unió plénuma elé.

A népszövetségi naptárbizottság eljárása mindenesetre szabad-
elvíbb, mert három javaslat között enged dönteni. Az előtte fekvő
tervezetek megrostálásánál csak azt vette figyelembe, hogy a bevezetendő
új naptári év hossza megmaradjon úgy, mint ezt *Gergely* pápa megállá-
pította, azaz a naptári évnek a természeteshez való, a Gergely-féle
reform létesítette kötöttségét fenn akarja tartani a hetek ciklusa
folytonosságának a feláldozása árán is. Pedig az elvetett tervek között
volt több figyelemreméltó. Egyet ezek közül röviden meg is beszélünk,
mert ennek Lengyelországban és Romániában sok híve van. Ez az
52 hétből álló közönséges és az 53 hétből álló szökőévek tervezete,
amelynek az 52 hétből és semlegesített napokból álló tervezetekkel
szemben az az előnye, hogy nem szakítja meg a hetek ciklusának
folytonosságát. A javaslat *Searletől* való, aki azt még 1905-ben
publikálta.

Ismeretes, hogy *Gergely* pápa azáltal, hogy a százas évek közül
csak a 400-zal oszthatókat vette szökőéveknek, rögzítette a naptári évet
a természeteshez. A 400 évnyi Gergely-féle ciklusban 146 097 nap van s
ezzel a Gergely-féle naptári év hossza 365·2425 napnyinak adódik a
365·2422 napnyi természetes évvel szemben. Ha 7-tel osztjuk a Gergely-
féle ciklusban foglalt napok számát, kapjuk, hogy ez a ciklus 20 871 hét-
ből áll. Ha tehát 52 és 53 hetes évekre akarjuk osztani a ciklust, úgy mivel
400 évre 52 hetes évek esetén csak 20 800 hét jutna, nyilvánvaló, hogy
71 izben egy-egy 53 hetes szökőévet kellene az 52 hetes közönséges évek
közé iktatni; utóbbiak száma pedig $400 - 71 = 329$ volna. A szöktetés
pedig oly módon volna végzendő, hogy három-három évszázadonként
18—18, minden negyedikben pedig 17 legyen. Minden ötödik-hatodik
évre esnék tehát egy-egy szöktetés.

Könnyen megjegyezhető szöktetési szabályt adott *Searle* a követ-
kező megfontolással. Ha minden ötödik év lenne szökőhetes, évszáza-
donként 20 szöktetést kapunk. Nyilvánvaló ezért, hogy azokban az
évszázadokban, amelyekben 18 szöktetésnek kell lennie, az 5-tel osztható
éveken kívül az 50-nel oszthatók is szökőévek; azokban pedig, amelyekben
csak 17 szöktetés lehetséges, egy 5-tel osztható évnek is szökőhetesnek
kell lennie.

Mikor a Szentszék a Népszövetség meghívását a tervezett naptár-
reformtárgyalásokra elfogadta, Rómában azt hitték, hogy *Searle* lesz az
újkor *Liviusa*. Mivel azonban az 53 hetes év fokozottabb mértékben
rejt magában azokat a hátrányokat, amelyek a jelenlegi, 52 hétből + 1,
illetve négy-négyévenként + 2 nappól álló naptári év tartalmaz s mivel
a felváltva 52 és 53 hetekből álló naptárral a naptári évnek a természe-

teshez való kötöttsége meglazulna, a Népszövetség Naptárbizottsága a tervet elvetette.

Hasonló ehhez a tervhez báró *Bedeus*nak (Nagyszenből) a terve 1923-ból, de tervezete nem olyan kristályosan átlátszó, mint az előbbi. A ciklusos hét folytonosságának a megóvása érdekében 1930-ban dr. *Aldor* Gyula budapesti ügyvéd is terjesztett 52 és 53 hétből álló naptárjavaslatot a Magyar Nemzeti Naptárbizottság elé. Egyenesen bámulatos, hogy noha a kérdés nehezebb elvi részének a nyitjára jutott, a szöktetés technikai kivitelének nem találta meg a legegyszerűbb módját.

Oroszország új urai, mint ez köztudomású az évet 73 ötnapos hétre osztották fel. A terv gondolata nem eredeti, mert ezt *Dinsmore* még 1909-ben publikálta, aki 6—6 ötnapos hétre javasolta beosztani a hónapot. Ezzel 72 hetet kötött le, a megmaradó 73-ik hetet ünnepnétként tervezte. Ezzel Oroszországban visszatértek a régi babiloniaiaknak időciklusára, akiknél egy ideig szintén ötnapos hét volt használatban.

* * *

A Népszövetség Naptárbizottsága elvi alapon állva, javaslatai között nem döntött. A Bizottság a naptárreform megvalósítását a Népszövetségre bízta. Ez nemzeti naptárbizottságok megszervezésére hívta fel az egyes államok kormányait. E felhívás következtében 1930. évi október 27-én alakult meg nálunk a Magyar Nemzeti Naptárbizottság a Magyar Külügyi Társaság égisze alatt.

A nemzeti naptárbizottságoknak kell kormányaiknak javaslatot tenniük s a kormányok állásfoglalása után egy nemzetközi konferencia lesz hivatva dönteni a kérdésben. Az elgondolás az, hogy a kormányok előre kötelezettséget vállalnak a hozandó határozat ratifikálására. Amennyiben tehát a nemzetközi konferencián valamely radikális reformjavaslat mellett döntenének és a semlegesítendő napokat nemzetközi ünnepnapokká deklarálnák, úgy ily javaslat ratifikálására is volnának kötelezve a kormányok.

Világszerte nagy propaganda folyik a 13 hónapos radikális év behozatala érdekében s a propagandát irányító szerv minden módon ennek a tervnek igyekszik megnyerni a nemzeti naptárbizottságokat, de eddig nem aratott túl nagy sikereket.

A Magyar Nemzeti Naptárbizottság alakuló ülésén előterjesztett előadói javaslat mérlegelése után a Bizottság azonnal nem döntött a kérdésben, hanem úgy határozott, hogy az előadói tervezetre benyújtandó írásos vélemények megvitatására dr. *Eöttevényi* Olivérnek, a Külügyi Társaság ügyvezető alelnökének elnöke alatt dr. *Raffay* Sándor bányai ág. ev. püspökből, *Frankl* Adolf izraelita orthodox főrabiból, dr. *Kövesligethy* Radó, dr. *Mahler* Ede és dr. *Wodetzky* József egyetemi tanárokból és az előadóból álló szűkebb bizottságot küld ki,

amely 1931 március 11-én tartott ülésén egy különvéleménnyel szemben elhatározta, hogy dr. Tass Antal előadónak alábbi határozat-tervezetét a Nemzeti Naptárbizottságnak elfogadásra ajánlja.

A hitfelekezetek — kivéve a róm. kath. Egyházat¹ — a tudományos és gazdasági érdekeltségek képviselőiből alakult *Magyar Nemzeti Naptárbizottság* a Nemzetek Szövetsége által elfogadásra ajánlott három naptármódosítási javaslat közül a kérdésnek alapos áttanulmányozása után az *első csoportbeli*, csak a Gergely-féle naptár kirívó egyenlőtlenségeit kiküszöbölő, úgynevezett egyszerű naptármódosító javaslat *mellett*, azaz a negyedévenként két 30 és egy 31 napos hónapból álló tervezet elfogadása mellett foglalt állást, ellenben semleges napokkal operáló, a hetek ősrégi ciklusának folytonosságát megszakító radikális naptárrevíziós tervek *ellen* foglalt állást, mert a

Magyar Nemzeti Naptárbizottság csakis olyan naptármódosítási javaslat elfogadását ajánlhatja a m. kir. kormánynak,

a) amely az ország összes társadalmi rétegeinek ritka áldozatkészségével és súlyos áldozataival helyreállított nyugalmat és stabilitását nem veszélyezteti ;

b) amely az ország bármely felekezetének vallásos meggyőződését nem sérti és amely biztosítja a különböző felekezetek és a különböző társadalmi rétegek közötti harmónikus együttműködést és ezzel az ország gazdasági és kulturális megújulásához szükséges belbékét.

Ezeket a feltételeket a hagyományainkba ütköző, vallási érzéseinket sértő, vagyis a semleges napokkal operáló tervezetek nem elégítik ki és ezért a Magyar Nemzeti Naptárbizottság csakis az egyszerű, az évnegyedek lehető egyenlősítését célzó naptármódosítás mellett foglalhat állást.

Megállapítja még a Magyar Nemzeti Naptárbizottság, hogy a jelenlegi súlyos gazdasági világhozzásban csakis olyan problémák bírnak aktualitással, amelyek elviselhetetlenül nyomasztó hátrányt tudnának kiküszöbölni ; de ilyen jelentősége az egész világ köz- és magánéletébe avatkozó, csak felesleges komplikációra vezető radikális naptármódosítási terveknek egyáltalán nincsen és ezért a naptár radikális módosítása egyáltalán nem aktuális és hogy egyes egyedül csak Húsvét és vele a mozgó ünnepek rögzítésének a kérdése bír aktualitással.

Végül a Magyar Nemzeti Naptárbizottság közgazdasági, tudományos és a nemzetközi érintkezés megkönnyítése szempontjából a naptár módosításánál is szükségesebbnek tartja a valuta és a mértékrendszer egységesítését és ezért javasolja, hogy ez a két gazdasági, tudományos és kulturális viszonylatokban kiválóan fontos kérdés egy esetleges naptármódosítással egyidejűleg oldassék meg.

* * *

¹ A bizottságban a róm. kath. egyház legfőbb magyar képviselője nem képviseltette magát, minthogy a naptárreform kérdésében a Szentszék már állást foglalt.

Ezt a határozati javaslatot a Magyar Nemzeti Naptárbizottságnak 1931. évi április 27-én tartott teljes ülésén megjelent 21 tagja egy különvéleménnyel és egy ellenszavazattal szemben elfogadta és határozattá emelte.

Minden jel arra mutat, hogy nem kell tartani attól, hogy a jelenleg érvényben levő naptárak mellett még egy újabb is megfogja nehezíteni a népek közötti érintkezést, mert ne felejtjük el, hogy négyszáz évnél tovább tartott, míg a Gergely-féle naptár egész Európában érvényesült és nagyon valószínű, hogy genfi parancsra egy új naptárnak általános bevezetése sem fog mindenütt azonnal megtörténni. *Tass Antal.*

VÁLTOZÓCSILLAGOK.

A változócsillag definíciója. Már néhány évszázad óta ismeretes, hogy vannak csillagok, melyek nem ragyognak mindig ugyanazzal a fényességgel, hanem fényük időnkint megváltozik. Ezeket *változócsillagoknak* vagy röviden *változóknak* nevezzük.

A fényváltozás nagysága és lefolyásának a módja a lehető legkülönbözőbb lehet. Vannak csillagok, melyeknél a változás oly csekély, hogy legérzékenyebb műszereinkkel is épen hogy még kimutatható. Másoknál meg a fényingadozás akkora, hogy pusztá szem is képes annak megállapítására. Egyeseknél a tünemény lefolyása mindössze néhány órát vesz igénybe, másoknál ellenben a lassú fényváltozás évekig is eltarthat. Vannak csillagok, melyeknek fényváltozása nagy szabálysággal szakadatlanul megismétlődik, úgyhogy e csillagok fényességét bármely időre előre pontosan meg tudjuk adni, másoknál ellenben a tünemény előre meg nem jósolható módon, látszólag minden szabályszerűség nélkül megy végbe. Végül vannak csillagok, melyek egyszerre csak váratlanul néhány nap alatt szinte fellángolnak s fényességükkel olykor fölülmúlnak minden más csillagot az égen. Ezeket az előzőleg szabadszemmel többnyire nem látható csillagokat a régiek nem egészen találóan *új csillagoknak*, *nóváknak* nevezték el. Mióta az eget rendszeresen fotografálják, az azóta feltűnő ilyen újcsillagok¹ nyoma régibb lemezeken rendszeren mindig kimutatható, bizonyosságul annak, hogy tulajdonképen nem új, hanem addig csak figyelembe nem vett csillagokkal van dolgunk. Külön említést érdemel, hogy a nóvák egyszeri fellobbanásukat követő lassú, évekig tartó fénycsökkenésük alatt folyton fényingadozást mutatnak, sőt régebbi felvételek alapján egyes nóvákról kiderült, hogy azok fénye a fellángolás előtt sem volt állandó. Ez a körülmény nem teszi indokolttá a nóvák és a változók gyakran szokásos

¹ A továbbiakban e két szót mint egy fogalmat egybeírjuk.

szétválasztását, mégis e helyen az újcillagokat mi is kivonjuk tárgyalásaink sorából. Tesszük ezt tisztán azért, mert e csillagokról már megjelent egy részletes beszámoló almanachunk egy előző évfolyamában.¹

Történeti áttekintés. Az első csillag, melynek fényváltozó volta vagy négyszáz évvel ezelőtt kiderült, α Ceti volt. *Fabricius* fríz csillagász 1596 augusztus 13-án a Cetus csillagképben egy 2-rendű csillagot vett észre, melyet azelőtt még sohasem látott és melynek semmi nyomát sem találta az akkori csillagkatalógusokban sem. Néhány hét múlva a csillag csodálatosképen láthatatlanná vált, 1609 februárjában, vagyis mintegy tizenkét év múlva *Fabricius* újra látta, de nem szentelt neki különösebb figyelmet. 1638-ban *Holward* a csillagot függetlenül újra felfedezte s ő volt az, ki változó voltát először megállapította. Kiderült, hogy a csillag azon a helyen van, ahol a *Bayer*-féle csillagtérképben egy 4-rendű, α görög betűvel jelölt csillag van feltüntetve. Behatóbban csak *Hevelius* kezdte (1660) megfigyelni ezt a csillagot, mely fényváltozása közben olykor nemcsak szabadszemmel, de az akkori távcsövekben is láthatatlanná vált. Csodálatosnak talált viselkedése miatt a *Mira Ceti* nevet kapta.

Az α Ceti ezután nem sokáig maradt egyedül különleges tulajdonságával. 1667-ben *Montanari* felismerte, hogy a β Persei (az *Algol*) is változtatja fényességét s később ugyanezt állapította meg *Kirch* (1686) a χ Cygni s *Maraldi* (1704) az *R Hydrae* csillagról. Ezeket aztán lassú menetben követték újabb felfedezések, de 1840-ben még mindössze 23 volt az ismert változócsillagok száma.

Az 1840. év döntő fordulatot jelent a változócsillagok történetében. Ekkor kezdte meg szisztematikus észleléseit *Argelander*, óriási érdemeket szerezve működésével. *Argelander* új megfigyelési módszert talált ki a változócsillagok észlelésére s egész iskola támadt utána Németországban. Követői közül különösen *Schönfeld* tűnik ki, kinek 1875-ben megjelent katalógusában már 143 változót találunk. Ugyanekkor más országokban is nagy lendületet vesz a változócsillagok tanulmányozása. Angliában *Pogson* és iskolája, Amerikában elsősorban *Bond* és *Pickering* tarthatnak számot említésre érdemes működésükkel.

E század fordulóján a változócsillagok tanulmányozásában újabb lendület tapasztalható. A mindenségről alkotott modern nézeteink fejlődésében a változók döntő szerephez jutottak s nagy jelentőségük folytán az érdeklődés irántuk, azt mondhatjuk, egyre növekszik. Számos szak- és amatőrcsillagász szenteli vizsgálatainak javát a változócsillagokra. A csillagvizsgálóintézetek mellett nagy tevékenységet fejtenek ki a különböző csillagászati egyesületek, egyrészt értékes kiadványaikkal,

¹ *Harkányi Béla br.*: Az új csillagokról. *Stella Almanach* 1926-ra. 277—285. old.

másrészt azzal a szervezéssel, mellyel amatőr tagjaikat az észlelésbe bevezetik s velük előre kidolgozott kooperatív munkát végeztetnek. Alig van az asztronómiának területe, ahol az amatőr csillagász eredményesebb és hasznosabb tevékenységet fejthetne ki, mint a változók birodalma. A brit csillagászati egyesület 1890-ben alakult változócsillagosztálya, a *Variable Star Section of the British Astronomical Association* azóta is kitűnő munkát fejt ki amatőr tagjaival.¹ Hasonlóval dicsekedhet az 1911-ben alakult *American Association of Variable Star Observers* s a megfigyelések publikálásával ugyancsak egyre több jelét adja tagjai tevékenységének a *Nordisk Astronomisk Selskab* és a Franciaországban működő *Association Française d'Observateurs d'Étoiles Variables* is.

Amióta a fényképezés általános alkalmazást nyert a csillagászatban, változócsillagok felfedezése nagyon mechanizálódott. Ma évenként már száznál is több változót fedeznek fel s a jelenleg ismert változócsillagok száma hatezernél több.²

A változócsillagok jelölése. A változókat *Argelander* indítványára nagy latin betűkkel jelölik, az *R* betüből indulva ki s egyúttal azt a csillagképet is megnevezve, melyhez az illető csillag tartozik. Például az Aquilában felfedezett első változó jele *R Aquilae*, a másodiké *S Aquilae*, a harmadiké *T Aquilae* és így tovább. Ha változónak talált valamely csillagnak már előzőleg volt jele (például δ Cephei, β Lyrae stb.), akkor ennél ezt a régi jelölést használjuk.

Az *R*-től *Z*-ig terjedő 9 betű csakhamar kevésnek bizonyult az egyes csillagképekben felfedezett változócsillagok megjelölésére. A továbbiakat *Hartwig* kezdeményezésére két betűvel jelöljük, mégpedig oly módon, hogy az illető csillagkép tizedik változója *RR*, a tizenegyedik *RS* és így tovább a 17. az *RZ* betűket kapja. Ezután az *SS*, *ST*, ..., *TT*, *TU*, ... kombinációk következnek, a *ZZ* kettősbetűvel bezárólag, miáltal 54 változó megjelöléséről történik gondoskodás. Ha ez is kevésnek bizonyulna, akkor az abécé első betűit is felhasználjuk s a *ZZ* után az *AA* jellel folytatjuk a sort, mely az utolsó *QZ* jellel teljesen kimerül. Ez az illető csillagkép 334. változója. Az *Internacionális Csillagászati Unió* 1925-ben hozott határozata szerint a *QZ* után következő változók jele: *V.335*, *V.336*, *V.337* és így tovább. Ezzel az ezután felfedezendő minden változó jelöléséről gondoskodás történt és a sokáig egyöntetűnek legkevésbé sem mondható jelölés problémája végleges megoldást nyert.

¹ ~~X~~ ö. *Stella*, 1929. évf. 151 lap.

² A neubabelsbergi csillagvizsgáló kiadásában évenként megjelenő változócsillag katalógus legutóbbi, 1931. évi kötete 4581 változó adatait hozza. Ebben azonban nincs benne a gömbhalmazokban, a Magellan-felhőkben és egyéb extragalaktikában felfedezett számos (több mint 2000) változó.

Egy-egy változót csak akkor neveznek el véglegesen, ha változó volta beigazolódást is nyer. Addig az illető csillag csak ideiglenes jelölést kap. Például a Taurus csillagképben az 1922. évben sorrendben tizenkettediknek felfedezett változó ideiglenes jele: 12.1922 Tauri.

A fényváltozás elemei. Ha a változócsillagokat tanulmányozni akarjuk, akkor ebben különösen jó szolgálatot fog nekünk tenni a fényváltozás grafikus ábrázolása. Evégből egy derékszögű koordinátarendszert választunk, melynek vízszintes tengelyére az időt, merőleges tengelyére a fényességnek megfelelő magnitúdókat¹ rakjuk fel. A különböző időkben megfigyelt magnitúdókat a koordinátarendszerben pontokkal feltüntetve (lásd pl. a 6. és a 7. ábrát), e pontok sora közelítő képét adja a fényváltozás időbeli lefolyásának. A pontok összekötésével nyert vonal az ú. n. *fénygörbe*, mely természetesen annál hűebben fejezi ki a végbement fényváltozást, minél több megfigyelés alapján szerkesztettük. A fénygörbe ama helyén, ahol a fényesség a szomszédságban levő többi helyek fényességét fölülmúlja, van a fénygörbe *maximuma*, a legalacsonyabb fényességnek megfelelő helyen pedig a *minimuma*. A maximális és a minimális fényesség magnitúdóban kifejezett különbsége a fényváltozás *amplitúdója*.

Vannak változócsillagok, melyeknél a fényváltozás lefolyása bizonyos idő múlva megismétlődik. Ezeket periódusos változóknak nevezük, azt az időt pedig, mely alatt a változás végbemegy, *periódusnak* (P). A periódus nagyságát két egymásután következő maximum vagy minimum időkülönbségéből határozhatjuk meg legkönnyebben. Itt megjegyezzük, hogy a görbének egy perióduson belül esetleg mellékmaximumai és mellékminimumai is lehetnek (lásd 1., 2. és 10. ábra). A periódus hossza nem mindig állandó és a fényváltozás lefolyása sem ismétlődik meg mindig tökéletesen egyazon módon. Azokat a csillagokat, melyeknél a periódus hossza és a fényváltozás módja nem, vagy csak elenyészően kis mértékben változik, *szabályos változóknak* nevezzük.

A változók jellemzésére periódusuk mellett valamelyik maximumuk vagy minimumuk idejét is meg szokás adni, a kettő közül azt, amelyik biztosabban határozható meg. Így például a β Persei változónál (fénygörbéjét lásd az 1. ábrán) a minimumot, *ST Virginis*-nél a hosszú, lapos minimum helyett (lásd 5. ábra) a maximumot fogjuk erre a célra felhasználni. Egy ilyen időpontnak, ú. n. *epochának* és a periódusnak az ismeretével, ha az illető csillag szabályos változó, bármely előző és azután esedékes maximumnak vagy minimumnak az idejét meg tudjuk állapítani.

¹ A csillagok fényességének nagyságrendben vagy magnitúdóban való kifejezéséről már sokszor volt szó almanachunk lapjain. Ismétlések elkerülése végett e helyekre utalunk, pl. *Stella Almanach* 1925. évf. 216. old. ; 1928. évf. 143. old. ; 1930. évf. 268. old.

Két egymásután következő epocha között, vagyis egy perióduson belül a *fázis* megadásával tudunk tájékozódni, fázison értve azt az időtartamot, mely a kérdéses időpont és az előtte levő legközelebbi epocha között telt el. Szabályos változóknál ugyanahhoz a fázishoz az epochától függetlenül természetesen egyforma fényesség tartozik. A sok epocha közül egyet kiindulóul szokás választani s azt *főepochának* (E_0) nevezzük.

Hétköznapi életben az idő egységei: az év, a hónap, a nap, az óra, a perc és a másodperc. Ezek az egységek nagyon eltérő viszonyban vannak egymással. Ha valamely szabályos változónak ismerjük a periódusát napban, órában, percben, másodpercben s az utóbbinak törtrészeiben megadva s tudjuk például valamelyik minimumának az idejét is, elég körülményes kiszámítani, hogy tegyük fel tíz év múlva egy bizonyos időpontban milyen fázisban lesz a csillag. Épen ezért a változócsillagok tanulmányozásánál praktikus szempontból időegységül többnyire csak a napot használjuk s minden időt ennek többszörösével és törtrészeivel fejezünk ki. Mivel minden hónap elülről kezdi a napok számozását, így azok sorrendjét, mégpedig nem is egyenlő időközökben, folyton megszakítja, sok évre visszanyúló megfigyelések feldolgozását ez a körülmény szintén igen megnehezíti. Ha azonban a napokat — évvel, hónappal nem törődve — egy önkényesen választott időponttól számoljuk, úgy a folytonos megszakítást elkerülhetjük s számításainkat ezzel igen egyszerűsíthetjük. A csillagászok a polgári naptár mellett használnak is ilyen időszámítást. Kr. e. 4712. év január elsejét¹ választották kiindulópontul s az azóta eltelt napokat *juliánnapoknak* nevezik. Egy-egy juliánnap greenwichi déltől a következő nap deléig terjed. Például 1931 január 1^d 12^h juliánnapban: 2 426 343.

A változócsillagok osztályozása egyike a legnehezebb feladatoknak. A nehézség oka főképp abban rejlik, hogy a legtöbb változónál még most is ismeretlen a fényváltozás oka, már pedig az ilyen osztályozásnál a fizikai szempontoknak kellene a főszerepet juttatni. A fényváltozás külső jelei (a fénygörbe, a periódus, az amplitúdó) után indulva ki, könnyen hamis vágányra juthatunk, mert gyakran lehet két változónak például nagyon hasonló fénygörbéje, emellett a fényváltozás teljesen különböző eredete folytán semmi esetre sem lehet őket ugyanabba a csoportba sorozni.

Idők folyamán a változócsillagok számos beosztása látott napvilágot. Az első, szélesebb körben elterjedt és sokáig használt osztályozás *Rickering* nevéhez fűződik (1881). Ezt aztán számos más kísérlet követte (*Townley, Nijland, Graff, Guthnick, Ludendorff*), anélkül, hogy

¹ Miért épen ezt a napot, ennek magyarázásába itt nem bocsátkozunk. De ez nem is fontos. Épügy lehetett volna akármilyen más napot erre a célra választani.

bármelyik is meg tudna minden követelménynek felelni. Jelenleg talán *Ludendorff* osztályozása tekinthető a legtökéletesebbnek, de (amint azt a szerzője is elismeri) semmi esetre sem véglegesnek. A későbbi kutatások oly eredményeket szülhetnek, melyek a változók csoportosításánál követett szempontok némelyikét teljesen megváltoztathatják.

A változóknak mindössze két csoportja van, mely a többitől meglehetősen élesen elválasztható. Ezek az úgynevezett *födési változók* és a már említett *újcsillagok*. Az előbbiek fényváltozásának az oka már teljesen ismeretes, nevezetesen egymás körül keringő csillagok kölcsönös elfödésének a következménye. Az újcsillagok vagy nóvák, bár sajátos viselkedésüknek az eredetét nem is tudjuk teljes határozottsággal megmagyarázni, szintén jól elhatárolható külön csoportot képeznek. A változóknak másik két, igen fontos osztályát képezik az ú. n. *Mira-változók* és a δ *Cephei-csillagok*. Ezek fényváltozásának a magyarázásánál még többé-kevésbé bizonytalan feltevésekre vagyunk kénytelenek szorítkozni. Még inkább áll ez a megmaradó többi változóra, melyeket kevés szabályosságot mutató sajátásaik miatt *szabálytalan változók* címen egy osztályba is foglalhatunk, anélkül, hogy ez azt akarná jelenteni, hogy az ide eső csillagok mind rokonságban volnának egymással. Sőt e csillagok nagyon is nagy változatosságot mutatnak, nem egyszer az ebben a csoportban megkülönböztetett alosztályok némelyikén belül is.

Mi sem mutatja jobban azt a bizonytalanságot, mely a fényváltozás tüneményének a megmagyarázásában jelenleg még uralkodik, mint az, hogy a legtöbb osztály jellemzésére nincsen más szavunk, mint egy-egy változónak a neve (pl. δ *Cephei*, *Mira*). Ezeket a csillagokat a körük csoportosuló s velük rokon változókkal alkotott osztály főképviseelőinek tekintjük. Megjegyezzük még, hogy az egyes osztályok között mindig előfordulnak átmeneti típusok, ami az éles elválasztást s biztos körülhatárolást igen megnehezíti. Tárgyalásunk során a következő beosztást fogjuk követni:

- I. Födési változók.
- II. δ *Cephei*-csillagok.
- III. *Mira*-csillagok.
- IV. Szabálytalan változók:
 1. *RV Tauri*-csillagok,
 2. *R Coronae*-csillagok
 3. *U Geminorum*-csillagok,
 4. *Nóvaszerűek*,
 5. μ *Cephei*-csillagok.

Ennek az osztályozásnak az alapját a *Ludendorff-féle*¹ képezi.

¹ Festschrift für H. v. Seeliger. 1924.

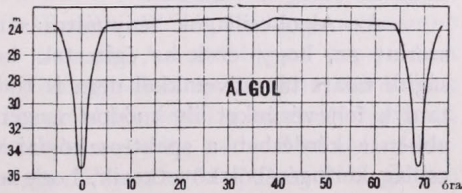
Ő ugyan 10 osztályt különböztet meg. A IV.-ben szereplő alosztályok nála mind önálló osztályok gyanánt szerepelnek, a δ Cephei-csillag meg hosszú és rövid periódusúakra osztva két külön osztályt alkotnak. Végül egy külön csoportot alkotnak a nóvák is, melyeknek a tárgyalását — mint az első fejezetben említettük — mi e tanulmányban mellőzzük. Az általunk adott osztályozásban és a sorrendben azok a szempontok voltak az irányadók, hogy azok, akik a változócsillagok bonyolult rendszerével most először ismerkednek meg, minél áttekinthetőbb s emlékezetben minél könnyebben megrögzíthető képet kapjanak.

I. Födési változócsillagok.

Az ebbe az osztályba tartozó csillagok fényváltozásának az okát ismerjük a legpontosabban. Nevezetesen, mint már említettük, a fényváltozás elsősorban onnan származik, hogy egy kettőscsillag komponensei keringés közben időnként elfödik egymást. Az osztálynak két főképviseelője az Algol (β Persei) és a β Lyrae csillag, úgyhogy ezek után a fődési változókat két osztályba is szokás osztani: ezek az *Algol-csillagok* és a *β Lyrae-csillagok*. Bár fénygörbéjük után ítélve (lásd 1. és 2. ábrát) e két típus nagyon különbözik egymástól, valójában csak fokozatbeli eltérés van a kettő között. Fénygörbéjük alapján legrövidebben a következőkben jellemezhetjük őket: az Algol-csillagok fényváltozása a periódusnak csak egy kis törtrészére esik, míg azonkívül a fényesség nagyjában állandó; ezzel szemben a β Lyrae-csillagok fényessége folyton változik.

Az Algol a legrégebben felfedezett változócsillagoknak egyike. Változó voltát a Mira Cetié után fedezték fel. (*Montanari, 1667.*)

Az Algol fényessége általában körülbelül 2,3 magnitúdó. Bizonyos időközökben a csillag hirtelen csak halványodni kezd s öt óra alatt fényessége 3,5 magnitúóra csökken le. De újabb öt óra leforgása után a csillag újra eredeti fényességében ragyog s így is marad körülbelül $2\frac{1}{2}$ napig, amikor a most vázolt tünemény megismétlődik. (Lásd 1. ábra.)



1. ábra. Az Algol fénygörbéje.

Sokáig a β Persei egyedül állt sajátos viselkedésével a változócsillagok között. Csak 1848-ban fedeztek fel két újabb változót (λ Tauri és S Cancri), melyek hasonló viselkedést mutattak. Ma már több mint 300 algol-típusú változót ismerünk.

E csillagok legtöbbjének periódusa 1 és 5 nap közé esik. 40 nap-

nál hosszabb periódusa mindössze ötnek van. Ez utóbbiak közül különösen hosszú, 27 éves periódusával kitűnik az ϵ Aurigae. Legrövidebb periódusú a TZ Lyrae ($P = 0.529$ nap).

Ami az Algol-csillagok fényességváltozásának a nagyságát illeti, az olykor felülmúlja a 4 magnitúdót is (AW Carinae), rendszeren azonban kisebb 2 magnitúdónál.

Az a nézet, hogy az Algol-csillagoknál a fényváltozást egy aránylag sötétebb kísérőcsillag okozza, már régi keletű. E felfogás szerint a látható csillag és sötétebb kísérője közös súlypontjuk körül keringenek a látóvonalba eső vagy azzal legfeljebb kis szöget bezáró síkban s a minimum akkor áll elő, ha a kísérő keringés közben a fényes csillag elé kerül s azt eltakarja. Megeshet, hogy a kísérőnek magának is van tekintetbejövő fénye s így akkor is fénycsökkenés (mellékminimum) áll elő, ha a kísérő kerül a fényesebb csillag mögé. A mellékminimum kisebb-nagyobb lehet, aszerint, mekkora a két komponens relatív fényessége s milyenek a fődési viszonyok. Mellékminimumban az Algol fénycsökkenése mindössze 0.1 magnitúdó s ez csak 1910 óta ismeretes, amikor *Stebbins* az ϵ csillagon szelénfotométerrel végzett észleléseit nyilvánosságra hozta. Olykor a pályasík hajlása a látóvonalhoz oly csekély, hogy az egyik minimumban a komponensek egyike egy időre teljesen eltakarja a másikat, a másik minimumban meg gyűrűsnapfogyatkozáshoz hasonló helyzet áll elő. Ilyen esetekben a fényesség a minimumok egy ideje alatt is állandó marad. A 27 évi periódusú ϵ Aurigae-csillagnál, melynél a komponensek nagyon lassan mozognak, a minimális fényesség majdnem egy évig tart. A mellékminimumnak nem kell épen középre esnie két egymásután következő főminimum közé, ami a pályának esetleges excentrumos voltából természetesen következik.

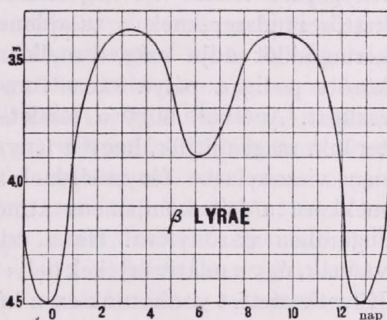
Az Algol-csillagok fényváltozásának oka az eddig elmondottak szerint az, hogy ezek az égitestek kettőscsillagok. Ha nagy távolságuk miatt távcsöveinkkel nem is tudjuk őket komponenseikre bontani s feltevéssük ily módon megerősíteni, teljes igazolást hoztak ebben a kérdésben a spektroszkópiai vizsgálatok. A két komponens-csillag keringéséből következik, hogy azok a keringés ideje alatt nem egyforma sebességgel közelednek felénk vagy távolodnak tőlünk, vagyis, szaknyelven szólva, radiális sebességük¹ állandóan változik. Ez a színeképvonalak állandó eltolódásában nyilvánul meg. Minimumok idején, mikor a két komponens a látóvonalra merőleges irányban mozog s radiális sebességük megegyezik, akkor színeképvonalaik egybeesnek. A legtöbb esetben a kísérőcsillag túl halvány ahhoz, hogy színeképe kivehető legyen, a főcsillag mozgása azonban ilyenkor is kimutatható

¹ A radiális sebességről l. *Dunst László*: A csillagok mozgása. Stella, 1930. évf. 82. oldal.

színképvonalainak a fénygörbének megfelelő ide-oda történő eltolódásából.

Az Algol-csillagok komponensei kölcsönösen megvilágítják egymást s ezért természetesen egymás felé néző részeik a legfényesebbek. Keringés közben a komponensek különböző fényességű részei fordulnak felénk s ez okozza, hogy az egész rendszernek a fényessége a tulajdonképeni fődéseken kívül is állandóan változik. *Stebbins* pontos mérései az Algolról azt is kimutatták, hogy annak maximális fényessége szintén nem állandó (lásd 1. ábra). Minél közelebb van a két komponens egymáshoz, annál nagyobb szerepe lesz a kölcsönös megvilágításnak s a megfelelő fénygörbék egyre nagyobb hasonlóságot fognak mutatni a β Lyrae fénygörbéjéhez (lásd 2. ábra). Ez nyilvánvalóvá teszi, hogy az Algol-változók és a β Lyrae-csillagok között csak fokozatbeli eltérés van. Ez azonban rendesen elég jelentékeny ahhoz, hogy e kétfajta típust megkülönböztethessük egymástól.

β Lyrae-csillagot mostanáig mindössze vagy nyolcvanhat ismerünk. Főképvisezőjük szintén egyike a legrégebben ismeretes változó csillagoknak. *Goodricke* fedezte fel 1784-ben a β Lyrae fényváltozását. Fény-



2. ábra. A β Lyrae fénygörbéje.

görbét 2. ábránk mutatja. Innen megállapíthatjuk, hogy a csillag fényességének szélső értékei 3,4 és 4,5 magnitúdó; a mellékminimumban meg 3,9 magnitúdóra csökken le a fényessége. Ezeket az értékeket folytonos változás közben éri el a csillag s az egész tünemény lefolyása kerekén 13 nap alatt megy végbe. Ezzel az idővel a β Lyrae a hosszabb periódusú ilyfajta csillagok közé tartozik. A legtöbbjének a periódusa aránylag mind rövid, mindössze tizenegynek hosszabb 5 napnál és csak négynek hosszabb 30 napnál. Ez utóbbiak közül a legutolsó helyen a *W Crucis* áll 198,5 napos periódusával, az pedig, melynél az egész tünemény a leggyorsabban megy végbe ($P = 0,237$ nap), az *RW Comae Berenices*. A β Lyrae-csillagok periódusa általában rövidebb, mint az Algol-változóké. A fényingadozás is kisebb, csak nagy ritkán közelíti meg a 2 magnitúdót s többnyire 1 mg alatt van.

Az Algol- és a β Lyrae-csillagok fénygörbéinek összehasonlításánál már tettünk célzást arra, hogy a folytonos fényváltozást a két komponens közelsége s a kölcsönös megvilágításnak ebből eredő nagyobb szerepe okozza. Már maga a rövidebb periódus vagy ami ezzel egy, a rövidebb keringési idő is amellettt szól, hogy a β Lyrae-csillagok komponensei általában közelebb vannak egymáshoz. Az esetleges nagy közel-

ség következtében a kölcsönös nagy vonzás erősen elnyúlt ellipszoid-alakot adhat a komponenseknek. Ennek következtében, ha a két komponens keringés közben olyan helyzetbe jut, hogy az őket összekötő egyenes merőleges a látóvonalra, akkor sokkal nagyobb sugárzó felületről kapunk fényt, mint máskor. Az egész periódus alatt általában mindig más-más nagyságú felületről kapunk fényt, az egész rendszer látszólagos fényessége ennek következtében állandóan változik. Ilyen módon — tekintetbe véve még a kölcsönös megvilágítástól eredő fentebb említett hatást is — a β Lyrae-csillagok folytonos fényváltozását kielégítő módon meg lehet magyarázni.

Amint az az eddig elmondottakból sejthető is, a fődési változók fénygörbéi fontos felvilágosításokat nyújthatnak nekünk ezeknek a kettős rendszereknek a tulajdonságairól. Elsősorban is a periódus a keringésidőt adja meg, a mellékminimum helyzete a két főminimum között pedig a pálya excentrumosságának a megállapításához nyújt eszközt. Anélkül, hogy a részletekbe bocsátkoznánk, amire itt nincs terünk, megemlítjük, hogy a fénygörbe lehetőséget nyújt a két komponens viszonylagos fényességének a meghatározásához, valamint ahhoz, mekkora a két komponens átmérője egymáshoz és a keringéspálya sugarához viszonyítva. Ha a csillagról radiális sebességméréseink is vannak, úgy e relatív értékek helyett a ténylegeseket is megállapíthatjuk. Következtetést vonhatunk ezen kívül a komponensek gömbalaktól való eltérésére és sűrűségükre is, valamint a pálya hajlására. A pályahajlás természetesen mindig kicsiny; bizonyos határon túl ugyanis fődés már nem áll elő, vagy pedig oly csekély, hogy az ebből eredő kis fényingadozás mellett az ilyen változó felfedezetlenül marad.

Néhány fődési változónál a periódusnak némi változását tapasztalták. Ez talán azokra a háborgásokra vezethető vissza, melyeket egy, az illető rendszerhez tartozó harmadik komponens okozhat, amint az egyes esetben beigazolódást is nyert.

Ami a fődési változók színképtípusát¹ illeti, a legtöbbje az A típus-hoz tartozik. Ezután a B és az F típussal találkozunk a leggyakrabban. A G típus sokkal ritkább, még inkább a K típus, melyből alig fordul elő egy-kettő.

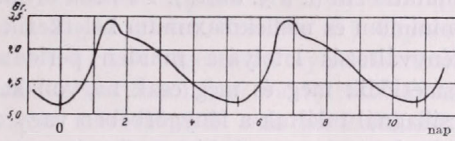
II. A δ Cephei-csillagok.

Ezek a változók nevüket főképviseleljüktől, a δ Cephei-csillagtól kapták. A 3. ábrában bemutatott *fénygörbére* tekintve tiszta képet kapunk a fényváltozásnak a lefolyásáról, mely a legtöbb ebbe az osztályba tartozó változót jellemez. Mint észrevesszük, a csillag fényessége nyugalom nélkül állandóan változik, de amíg a fénynövekedés meglehetősen

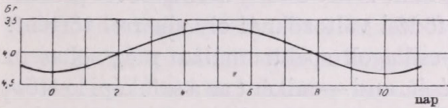
¹ A csillagok színképtípusairól lásd Stella Almanach, 1930. évf. 213. old.

hirtelen megy végbe, a fénycsökkenés sokkal több ideig tart. A tünemény most vázolt menete a fénygörbe asszimmetrikus alakjában jól megilyválnul.

Meg kell jegyeznünk, hogy a fénygörbékben nagy változatosság uralkodik s vannak esetek, mikor a félynövekedés és a csökkenés lefolyása szinte egyforma. Ilyenkor a fénygörbe nagy hasonlóságot mutat a sinusgörbéhez, amint azt a ζ Geminorum esetében is láthatjuk (4. ábra). Az ehhez hasonló fénygörbéjű változókat ζ Geminorum-csillagoknak is szokás nevezni. Ez az elnevezés azonban csak külsőségen aapszik. A sok s inkább lényegbevágó közös tulajdonság mellett a most bemutatott két fénygörbe különbözősége nem teszi indokolttá, hogy a ζ Geminorum-csillagokat elkülönítsük a δ Cephei-változóktól. Különböben is a két típus között számos átmeneti alak létezik, úgyhogy éles szétválasztásuk igen bajos.



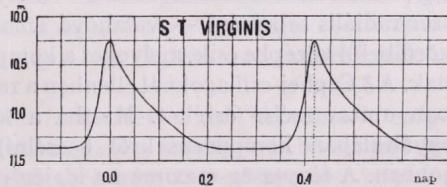
3. ábra. A δ Cephei fénygörbéje.



4. ábra. A ζ Geminorum fénygörbéje.

Sokkal megindokoltabbnak látszik a δ Cephei-csillagoknak periódusuk szerint történő kettéválasztása. Statisztikai vizsgálatok kimutatták, hogy e változók legtöbbszörének a periódusa $0^d.5$ és 5^d közelébe esik. E két sűrűsödési helytől távolodva, az előforduló periódusok száma egyre fogy. Így $0^d.7$ és $1^d.5$ periódusértékek között eddig mindössze két változót találtak. Az itt mutatkozó elválasztó hézag folytán rövid és hosszú periódusú δ Cephei-csillagokat szokás megkülönböztetni, aszerint, hogy periódusuk 1 napnál rövidebb vagy hosszabb. Mint később látni fogjuk, ez a beosztás e csillagok egyéb fizikai tulajdonságai folytán is igen megindokolt. A hosszú

periódusú változók periódusának felső határa 45^d . Fénygörbére nézve a rövid periódusúakat az jellemzi, hogy ezeknél a fénygörbe felszállása általában még meredekebb (lásd az 5. ábrát) és mintha a fényesség a minimumban egy ideig állandó volna. A görbe kissé az Algol-csillagok felfordított fénygörbéjére emlékeztet s innen ered e változóknak az irodalomban olykor használt *Antalgot-csillag* elnevezése. E változókból különösen a gömbcsillagalmazokban találtak



5. ábra. Az ST Virginis fénygörbéje.

sokat s innen *halmazváltozóknak* (cluster variables) is szokás őket nevezni.

Sajátságos tulajdonsága a δ Cephei-csillagok fénygörbéjének, hogy annak leginkább a lemenő ágában olykor kisebb-nagyobb hullám mutatkozik (l. a 3. ábrát). Ez néha olyan nagy, hogy szinte egy mellékminimum és mellékmaximum keletkezik azon a helyen. Máskülönben a fényváltozás lefolyása minden periódus után nagy szabályossággal ismétlődik meg és még csak nagyon kevés ebbe az osztályba tartozó csillagnál találtak a fénygörbében vagy a periódus hosszában változást s ha igen, épen csak kimutathatót.

A fényességgel együtt e csillagok *radiális sebessége* is változik s ennek periódusa tökéletesen megegyezik a fényváltozás periódusával, amint ezt a fődési változóknál is láttuk. Ez a körülmény régen felkeltette a csillagászokban azt a gondolatot, hogy a δ Cephei-változók szintén kettőscsillagok. E feltevés alapján a radiális sebesség változásából e csillagok teoretikus pályaelemeit is kiszámították. Közelfekvő, hogy ezzel kapcsolatban a fényváltozás okát is két csillag keringésével próbálták megmagyarázni, amint az a fődési változóknál oly sikerrel történt. Eltekintve attól, hogy δ Cephei-csillagok spektrumában még sohasem észlelték a színképvonalak kettőzését, ami — miként az a színképi kettőscsillagoknál gyakori eset — két komponens létezése mellett közvetlen bizonyítékot nyujtana, óriási nehézséget okoz a fénygörbe alakja is, hogy abból a fényváltozás okát hasonlóan fejtsük meg, amint azt a fődési változóknál tettük. Ezenkívül nagyon sajátosságos a radiális sebesség változása. A fődési változóknál abban az időben, mikor a két komponens a látóvonalra merőleges irányban elvonul egymás előtt, vagyis a minimumok idején a két komponens radiális sebessége megegyezik egymással. Ez a radiális sebesség — mely nem egyéb, mint az egész rendszer radiális sebessége — valahová ama szélső radiális sebességek közé, körülbelül középhe esik, melyeket a komponensek keringés közben mutatnak. A δ Cephei-csillagoknál ellenben a radiális sebesség épen a minimumban mutat szélső értéket. Mintha a fényes komponens (ha lehet itt egyáltalában komponensekről beszélni) ekkor távolodna tőlünk legjobban. A fényesség maximuma idején meg a színképvonalak eltolódása olyan, hogy az a legerősebb közeledésnek felel meg. Ma már szinte általános az a nézet, hogy a színképvonalak periódusos eltolódása a δ Cephei-változóknál nem a csillag tényleges mozgásának a következménye. Általában a kettőscsillag-feltevés nagyon valószínűtlennek látszik s vele a fényváltozást kielégítő módon megmagyarázni a számos kísérlet dacára sem sikerült. Teljes határozottsággal először *Shapley* foglalt állást a kettőscsillag-elmélet ellen (1914) s az általa első ízben részletesebben kifejtett s matematikailag *Eddington* által kidolgozott ú. n. *pulzációs elmélet* sok hívet szerzett. E szerint ezek a gázszerű óriás-

csillagok periódusosan kiterjeszkednek majd összehúzódnak s a sugárzó rétegeknek ebből származó mozgása és felületüknek a változása okozza a színkép vonalak periódusos eltolódását és a fényesség változását. *Jeans* rámutatott arra, hogy ez az elmélet sem képes a tünemény tökéletes magyarázatát adni s végül egy új elméletet dolgozott ki, mely mintegy egyesíti a pulzációs és a kettőscsillag-elméletet. Szerinte a δ Cephei-csillagok nem mozdulatlanok, hanem forgást végeznek s oly stádiumban vannak, mely egy ilyen rendszernek kettőscsillaggá való átalakulását épen megelőzi. Vagyis e csillagok már távolról sem gömbalakúak, hanem miután már hosszú, elnyúlt ellipszoidalakon is átmentek, jelenleg leginkább körtealakkal hasonlíthatók össze. A körtealakká való átalakulás meghatározott periódusú oszcilláció mellett megy végbe s a fényváltozást részint ez, részint a rendszer forgása okozza, miután ez utóbbi következtében különböző nagyságú sugárzó felületek fordulnak felénk. Ha a rendszer teljesen kettészakad, spektroszkópai kettőscsillaggá válik. Ha *Jeans* elmélete újabb fejlődést is jelent, a probléma korántsem tekinthető megoldottnak s végeredményben nem állíthatjuk, hogy a δ Cephei-csillagok fényváltozásának az okát ismerjük.

A δ Cephei-csillagok színképében nemcsak a vonalak mutatnak periódusos eltolódást, hanem ugyancsak *periódusos változás mutatkozik az illető csillag színképtípus-jellegében is*. Így például a ζ Geminorum színképtípusa maximumkor F8, minimumban pedig G5. Természetesen ez a változás nem ugrásszerűen történik, a színképátalakulás a fényváltozással kapcsolatban folytonosan megy végbe. Ismeretes a színképtípus és a hőmérséklet közötti összefüggés.¹ Ennek alapján a színképtípus változásából megállapítható, hogy a δ Cephei-csillagok hőmérséklete a fényesség növekedésével egyre nő, a fényesség csökkenésével egyre fogy s a maximális, illetve minimális fényességnek egyúttal maximális, illetve minimális hőmérséklet is felel meg. *A δ Cephei-csillagok hőmérséklet-változását a színképük folytonos alapjában végzett intenzitásmérések is igazolták.*

A hőmérséklettel együtt természetesen *a szín is változik*, mégpedig úgy, hogy a csillagok maximum idején mindig kékebb színeződésűek, minimumkor pedig a színkép vörös irányába eső rész lesz intenzívebb. Ez a körülmény figyelemreméltó következménnyel jár, ha a csillagokat fotográfiai úton figyeljük meg. Mivel a fényképlemez a kék sugarak iránt jobban, a vörösek iránt pedig kevésbé érzékeny, mint az emberi szem, azért a maximumkor és a minimumkor fotográfiai úton megállapított fényességek különbsége nagyobb lesz (átlagban vagy másfélszer), mint amekkorát vizuális észlelésekből nyerünk. Egyszóval *a fotográfiai fénygörbe amplitúdója nagyobb, mint a vizuálisé*. Maga az

¹ Lásd Stella Almanach 1930. évf. 230. old.

amplitúdó a δ Cephei-csillagoknál általában nem nagy. Többnyire 1 magnitúdón alul marad és csak ritkán éri el az 1.5 magnitúdót.

Tekintsünk el a fényingadozás közben mutatkozó kis színváltozástól s vegyük csak e csillagok átlagos színét tekintetbe. Azután csoportosítsuk e változókat periódusok szerint. Ilymódon kiderül, hogy a δ Cephei-csillagok színe és periódusa között figyelemreméltó összefüggés van. Nevezetesen minél hosszabb a periódus, a szín általában annál inkább a vörös irányába tolódik el. A szín és a színképtípus ismeretes összefüggése¹ folytán ilymódon minden periódusnak bizonyos átlagos színképtípus is felel meg. A rövid periódusú változók átlagos színképtípusa A2 ; azoké, melyek periódusa 1 és 3 nap közé esik, F1 ; a hosszabb periódusúaké G.

Még nagyobb horderejű az az összefüggés, mely a δ Cephei-csillagok periódusa és abszolút fényessége² között áll fenn. Miss Leavitt állapította meg 1912-ben a kis Magellán-felhőben felfedezett 25 δ Cephei-csillagról, hogy azok látszófényessége annál nagyobb, minél hosszabb a periódusuk. A kis Magellán-felhő óriási távolsága miatt e változókat úgy tekinthetjük, mintha tőlünk egyforma távolságban volnának, ebből azonban az következik, hogy nemcsak a látszó, hanem a csillagok tényleges, ú. n. abszolút fényessége is függ a periódustól. Hacsak egy ismert periódusú δ Cephei-csillagnak ismernők az abszolút fényességét, akkor a Miss Leavitt által megállapított összefüggés alapján bármely más ilyen csillagnak is meg tudnók állapítani periódusából az abszolút fényességét. Az abszolút fényesség közvetlen meghatározásához az illető csillag távolságának az ismeretére van szükségünk, a δ Cephei-csillagok azonban olyan messze vannak tőlünk, hogy mindezideig egynek sem sikerült a távolságát trigonometriai úton megállapítani. Ez jelenleg csak közvetett úton lehetséges, amint azt Hertzsprung (1913) és még nagyobb sikerrel Shapley (1918) tették e csillagok látszó szögmozgásának (másnéven sajátmozgásának) és radiális sebességének a felhasználásával. Bár az így levezetett értékek nem mentek a bizonytalanságtól, jobb híján így is nagyon értékesek. Eszerint a leghosszabb (45^d) periódusú csillagok abszolút fényessége körülbelül -5.0 mg, az 1 naposaké meg -0.6 mg. A közbeeső helyeken szinte tökéletesen lineárisnak tekinthető a periódus és az abszolút fényesség közötti összefüggés. Az 1 napnál rövidebb periódusú csillagoknál azonban a periódus fogyásával a fényesség többé nem csökken, hanem e rövid periódusú változók abszolút fényessége mind egyforma, nevezetesen -0.33 mg. A hosszú és a rövid periódusú δ Cephei-csillagok eme feltűnő sajátossága még jobban megerősíti annak az eljárásnak a helyességét, hogy ezeket a változókat periódusuk alapján két csoportba osztjuk.

¹ Lásd Stella Almanach 1930. évf. 233. old.

² Az abszolút fényességről lásd Stella Almanach 1930. évf. 231. old.

Az eddig kivonatosan elmondottakból is kiviláglik, hogy ismereteink a δ Cephei-változókról igen gazdagok. Számos érdekes tulajdonságukat sikerült megállapítani, valamint szoros összefüggéseket e tulajdonságok között, anélkül, hogy ezeknek minden esetben magyarázatát is tudnók adni. Bizonyára elérkezik az ideje, mikor a sok rejtély megoldódik s a most folyó adatgyűjtés anyagának értéke még nagyobb lesz. Az előbb tárgyalt periódus-fényesség összefüggésre visszatérve, kiemelendő ennek óriási jelentősége. Nemcsak a δ Cephei-csillagok szempontjából, hanem általános csillagászati szempontból is, sőt ebből még inkább. Azt mondhatjuk, hogy a szóbanforgó összefüggés teljesen átalakította a mindenségről alkotott nézeteinket, mert kezünkbe adott egy hatalmas eszközt, mellyel a fényévek milliónyi messzeségében levő világrendszerek távolságát is meg tudjuk állapítani. Ha ugyanis ilyen távoli rendszerben δ Cephei-csillagot találunk s annak periódusát ismerjük, akkor ebből a csillagnak s egyúttal annak a rendszernek is, amelyben benn van, a távolságát levezethetjük. Hiszen a fenti összefüggés alapján a periódusból az abszolút fényesség megállapítható, már pedig az abszolút fényesség és a könnyen meghatározható látszó fényesség elégséges, hogy ebből az illető csillag távolságát kiszámítsuk.¹

Még e fejezet elején megemlítettük, hogy a rövid periódusú δ Cephei-változók különösen a gömbcsillaghalmazokban fordulnak elő nagy számmal, innen is ered mások elnevezésük: halmazváltozók. De azokon kívül is előfordulnak s ha *látszólagos eloszlásukat* az égen tanulmányozzuk, arra a megállapításra juthatunk, hogy általában az ég minden részében találhatók, szemben a hosszú periódusúakkal, melyek főképp a Tejút síkjában helyezkednek el, mint mondani szokták, galaktikai koncentrációt mutatnak. *Shapley* 139 vizsgálat alá vett δ Cephei-változó közül 94 hosszú periódusúnak 500, a többi rövid periódusúnak meg 3000 fényévben állapította meg a középtávolságát a Tejút síkjától. Általában mind nagyon messze (többnyire 1000 fényévnél távolabb) van tőlünk. Legközelebb esik az α Ursae minoris (mintegy 200 fényévre) és a δ Cephei (körülbelül 600 fényévre).

Az előbb elmondottak után a rövid és a hosszú periódusú δ Cephei-csillagok különbsége eloszlásukban is megnyilvánul. Megnyilvánul azonban a *mozgásukban* is. A rövid periódusúaknak nagyobb a látszó szögmozgásuk (dacára a nagyobb távolságnak) s nagyobb a radiális sebességük s így mindenesetre nagyobb sebességgel száguldanak a térben, mint a hosszú periódusúak.

Lassovszky Károly.

(Folytatjuk.)

¹ Lásd *Tass Antal*: A csillagtávolság-meghatározások modern módszereiről. *Stella Almanach* 1926. évf. 307. old.

A CSILLAGOK MOZGÁSA.

(Második közlemény.)

Intersztelláris színképvonalak. *Hartmann* német csillagász 1904-ben δ Orionis spektroszkópiái kettőscsillag színképeének vizsgálatánál érdekes jelenségre bukkant.¹ Az egyszerűen ionizált kalcium *K* és *H* vonala a többi színképvonallal ellentétben nem mutatta a keringés következtében várható periódusos eltolódásokat. *Hartmann* e vonaloknak rendellenes viselkedését azzal a hipotézissel magyarázta, hogy a kalciumvonalak nem a csillag légkörében, hanem valahol a Föld és a csillag között fekvő kalciumfelhőben jönnek létre. Ez a magyarázat annál inkább jogosult volt, mivel a csillag színképében a *H* és *K* vonalak igen élesek és keskenyek, míg a többiek, minthogy a csillag a B színképosztályba tartozik, szélesek és elmosódtak.

Később találtak más B- és O-típusú kettőscsillag színképében is ilyen stacionárius kalciumvonalakat, sőt *Miss Heger* felfedezett stacionárius *D* nátriumvonalakat is.² Bár *Hartmann* hipotézise értelmében aligha lehetne okot találni arra, miért csak kettőscsillagok színképében lépnének fel ilyen vonalak, *Hartmann* felfedezése után közel húsz év telt el, míg végre *J. S. Plaskett* szisztematikus kutatásai révén kiderült,³ hogy majdnem minden O- és B 0—B 3-típusú csillag színképében jelen van az éles, keskeny *H* és *K* vonal. A vonalak intersztelláris eredetére vall, hogy a belőlük levezetett radiális sebességek lényegesen különböznek a többi vonalak alapján meghatározott sebességektől.

Az intersztelláris vonalak gyakori fellépése és fizikai megfontolások alapján *Eddington* arra a következtetésre jutott,⁴ hogy főleg kalcium és nátrium, de más egyéb atomok is, az intersztelláris térben mindenütt jelen vannak. Ennek következtében minél távolabbi csillagok színképét vizsgáljuk, annál erősebb intersztelláris vonalakat kell találnunk és az intersztelláris vonaloknak minden távolabb fekvő csillag színképében jelen kell lenniök. *O. Struvenek* az amerikai obszervatóriumok óriási spektrogramanyagán végzett kutatásai⁵ az első következtetést teljes

¹ Ap J 19, 268. 1924. Utalásoknál a következő rövidítéseket használjuk: Ap J = Astrophysical Journal, AJ = Astronomical Journal, MN = Monthly Notices, BAN = Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands, Pop Astr = Popular Astronomy, PublASP = Publications of the Astronomical Society of the Pacific, AN = Astronomische Nachrichten, Med. = Meddelanden, Circ. = Circular, Bull. = Bulletin, Gr. P. = Groningen Publications.

² Lick Bull. 10, 56. 1919.

³ MN 84, 80 és Victoria Publ. 2, 335. 1924.

⁴ Der innere Aufbau der Sterne. 1928. S. 480.

⁵ Pop Astr 33, 639, 1925; 34, 1. 1926. Itt részletes összefoglalás is található a megelőző vizsgálatokról. AN 227, 377, 1926; Publ ASP 38, 211, 1926; Ap J 65, 163, 1927; 67, 353, 1928; 69, 7, 1929; MN 89, 567, 1929.

mértékben igazolták, viszont intersztelláris vonalakat csak az O - és a B_0 — B_3 -típusú csillagok színeképében talált. Az utóbbi eredmény azonban nem végzetes *Eddington* hipotézisére. Mert a B_3 színképosztálytól kezdve a sztelláris kalciumvonalak is megjelennek és intenzitásuk gyorsan nő, ha a színképsorozatban a vörös csillagok felé haladunk. Így csak igen nagy radiális sebességű csillagoknál, vagy olyan kettőscsillagoknál, ahol a komponensek relatív mozgása nagy, lehet reményünk arra, hogy az intersztelláris és a sztelláris kalciumvonalakat egymástól elkülönítve figyelhetjük meg. Több eredménytelen kísérlet után ugyancsak *O. Struve*-nek sikerült legújabban ilyen esetet megfigyelni az *U Ophiuchi* nevű, B_5 -típusú fedési változónál.¹ A komponensek relatív sebessége ebben a rendszerben 384 km/sec!

Az intersztelláris vonalakból levezetett radiális sebességeket természetesen felhasználhatjuk az intersztelláris atómfelhők mozgásának vizsgálatára.

A tangenciális sebesség és a térsebesség. Mióta az eredetileg *Hertzsprungra* visszamenő, *Adams*, *Kohlschütter*, *Lindblad* stb. által kidolgozott spektroszkópiai módszerekkel² több ezer csillag távolságát sikerült kielégítő pontossággal meghatározni, azoknak a csillagoknak száma, amelyek tangenciális sebességét ki tudjuk számítani, nem kevesebb, mint azoké, amelyeknek radiális sebességét ismerjük. Mindjárt hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a tangenciális sebesség közel sem tekinthető egyenrangúnak a radiális sebességgel. A tangenciális sebességbe bekerül mind a látszómozgásban, mind a parallaxisban rejlő hiba, az előbbi annál nagyobb mértékben, minél távolabb van tőlünk a csillag. Ugyanez érvényes természetesen a tangenciális és radiális sebességből kiszámítható térsebességre is. Statisztikai vizsgálatoknál ennek dacára igen nagy jelentőségük van.

Az említett sebességek a definíciójuk szerint olyan koordináta-rendszerben értendők, amelynek origója a Nap, tengelyei pedig nem forognak el a fundamentális csillagászati rendszerhez képest. Jelöljük ezt a koordináta-rendszert a következőkben K_1 -gyel. Legjobb a térsebességet valamelyik ilyen, alkalmasan választott koordináta-rendszerben derékszögű komponenseivel megadni. Mivel eleve várható, hogy a csillagok mozgása a Tejútval valamiféle vonatkozásban áll, legcélszerűbb a galaktikai koordináta-rendszert használni.³ A galaktikai derékszögű sebességkomponensek kiszámítását lényegesen megkönnyítik a *Kohlschütter* által nemrég kiadott táblázatok.⁴ Amellett ugyanebben a

¹Ap J 72, 199, 1930.

²L. Stella Almanach, II. évf. 312. o.

³L. Stella Almanach, VII. évf. 361. o.

⁴A. Kohlschütter: Tafeln für galaktische rechtwinklige Bewegungskordinaten. Bonn. Veröff. No. 22. 1930.

munkában közel 4000 csillagra a számításokat már készen találjuk, mégpedig igen célszerűen külön feltüntetve a térsebességkomponenseknek a radiális sebességből és a sokkal kevésbé pontos tangenciális sebességből eredő részét.

A Nap mozgása. A csillagok mozgásának vizsgálatára jelenleg rendelkezésünkre álló anyag : körülbelül 5000 radiális sebesség, 6000 jól meghatározott, több tízezer túrhetően pontos látszómozgás, 4300 térsebesség és az a tempó, amellyel ez az anyag főleg az amerikai obszervatóriumok munkássága révén évről-évre növekszik, ha a ráfordított munkát vesszük tekintetbe, óriásinak mondható. Viszont ha arra a problémára gondolunk, amelynek megfejtésére a csillagászok ennek alapján törekednek, akkor ez az anyag kétségbeejtően kicsinek tűnik fel. Nem kisebb dologról van ugyanis szó, mint a csillagrendszerben uralkodó dinamikai törvényszerűségek kikutatása és megmagyarázása. Mindegyik csillag, amelynek a Naphoz viszonyított mozgását ismerjük, a mi szűkebb csillagrendszerünknek, a Tejútrendszernek a tagja. Csakhogy a Tejútrendszerhez legújabb becslések szerint mintegy harminc milliárd csillag tartozik¹ és van okunk hinni, hogy ez a szám is még lényegesen alatta van a ténylegesnek. És a Tejútrendszer térbeli kiterjedése több mint 200 000 fényévre tehető, míg megfigyelési anyagunk csillagainak túlnyomó része a Nap körül néhány száz fényéven belül fekszik és egyedül a nagy abszolút fényességgel bíró *B*- és *O*-típusú csillagokból van néhány 3000 fényévnél is messzebb. A Tejútrendszer távolabbi régióiból csak speciális objektumok : a bolygószerű ködfoltok és a gömbalakú csillaghalmazok radiális sebességét ismerjük. Mivel a legtöbb jól felszerelt obszervatórium az északi földgömbön fekszik, ehhez jön még az anyag aszimmetrikus eloszlása : sokkal több csillagot tartalmaz az északi éggömbről, mint a délről. Lényegesen megnehezíti dolgunkat, hogy eddig még egy csillagnál sem sikerült kimutatni eltérést az egyenesvonalú egyenletes mozgástól. Így összes következtetéseinknél pusztán a csillagok sebességére vagyunk utalva, annak változásáról, a gyorsulásról mit sem tudunk. Ezeket a körülményeket a sztellárdinamika minden eredményének megítélésénél tekintetbe kell vennünk.

Ami segítséget más oldalról, a csillagok térbeli eloszlására vonatkozó vizsgálatoktól kapunk, röviden így foglalhatjuk össze : a Tejútrendszer lapos korongalakú ; míg kiterjedése a korong síkjában több 200 000 fényévnél, arra merőlegesen csak néhány ezer fényév. Napunk helyzete a rendszerben erősen excentrumos ; a centrumtólünk 325° galaktikai hosszúság irányában 30—40 ezer fényévre fekszik. Viszont a Nap igen közel van a galaktika síkjához, csak néhány fényévre van attól északra. A csillagok a rendszeren belül nem oszlanak el egyenletes sűrűen. A Tejút

¹ L. A Tejútrendszer szerkezete című cikket. *Stella Almanach*, 1931. 359. o.

síkjára merőleges irányban a csillagsűrűség gyorsan csökken kifelé, a Tejút síkjában pedig számos kisebb-nagyobb csillagsűrűsödéssel találkozunk, amelyeket kevésbé sűrű részek választanak el egymástól. Lehet, hogy Napunk is ilyen sűrűsödés, az ú. n. lokális csillagrendszeren belül fekszik, közel annak centrumához. Sztellárdinamikai szempontból igen fontos dolog, hogy a csillagsűrűség a csillagok nagyságához és egymáshoz viszonyított sebességéhez képest rendkívül kicsi. Így két csillag összehúzóere csak felette ritkán fordulhat elő.

De ezek az eredmények pusztán a világító tömegekre vonatkoznak, márpedig a Tejútrendszerben sötét tömegek is vannak. Ezek mennyiségére, legalább is egyelőre, csak a csillagok mozgásából tudunk következtetni. Így végeredményben a csillagok mozgásából kell meghatározniuk a tömegeloszlást is a Tejútrendszeren belül.

Mint minden mechanikai probléma tárgyalásánál, úgy a csillagok mozgásának tárgyalásánál is olyan koordinátarendszert kell választanunk, amelyre vonatkoztatva a jelenségeket a lehető legegyszerűbben lehet leírni. A legmegfelelőbb bizonyára az a koordinátarendszer volna, amelynek origója a Tejútrendszer tömegközéppontja, tengelyei pedig úgy vannak irányítva a Tejútrendszeren kívül fekvő objektumokhoz viszonyítva, hogy azok összeségéhez képest ne forogjanak el. Nevezzük ezt a koordinátarendszert K_3 -nak.

A csillagok óriási számánál fogva nem terjedhet ki figyelmünk minden egyes csillagra külön-külön. Csak általános, a csillagok nagy számára érvényes, egyszóval statisztikai törvényszerűségek után kutatunk. Így a Tejútrendszer valamelyik részében levő csillagok mozgását a K_3 -ban jellemezhetjük átlagos mozgásukkal és az ettől való individuális eltérések, az ú. n. *pekuliáris mozgások* általános sajátágaival.

A jelenleg rendelkezésünkre álló megfigyelési anyag alapján megkísérrelhetjük a Nap környezetébe¹ eső csillagok mozgásának leírását. E célból bevezetjük a K_2 koordinátarendszert azzal a kikötéssel, hogy a Nap körül levő csillagok összesége hozzá viszonyítva nyugalomban legyen. A Nap körül levő csillagok K_3 -hoz viszonyított átlagos mozgása lenne akkor K_2 mozgása K_3 -hoz képest, a pekuliáris mozgások pedig e csillagoknak a K_2 -re vonatkoztatott mozgásai.

A megfigyelések a csillagok sebességét K_1 -re vonatkoztatva adják. Ebből a K_2 -re vonatkoztatott sebességeket kiszámíthatjuk, ha meghatározzuk K_2 mozgását K_1 -hez képest. A definíciók szerint sem a K_1 , sem a K_2 tengelyei nem forognak el a Napunk környezetében levő csillagokhoz képest, így pusztán a K_2 origójának, az ú. n. *centroid*nak K_1 -re vonatkoztatott sebességét kell megállapítanunk. Mivel K_1 ori-

¹ A Nap környezete alatt értjük a Tejútrendszernek azt a részét, amelyből megfigyelési anyagunk elég sok csillagot tartalmaz, tehát a Nap körül néhány száz fényévnnyi teret. Pontosabb körülhatárolása nem lényeges.

gója a Nap, a centroidnak K_1 -re vonatkoztatott sebessége ellenkező előjellel a Nap sebessége K_2 -höz képest. Ezt a csillagászatban röviden a Nap mozgásának nevezik. Abszolút értékét jelöljük V -vel, irányát, az ú. n. *apexet* az ekvatoriális koordinátarendszerben (A, D) -vel, ahol A az apex rektaszcenziója, D a deklinációja, a galaktikai koordinátarendszerben pedig (L, B) -vel, ahol L a galaktikai hosszúságot, B a szélességet jelenti. A centroidnak K_1 -re vonatkoztatott sebessége akkor $(V, A-180^\circ, -D)$, vagy $(V, L+180^\circ, -B)$ által van adva. Az apexszel ellentétes irányt *antapexnek* nevezzük.

Ha ismerjük a csillagok térsebességét, a Nap mozgásának meghatározása igen egyszerű. Képezzük a térsebesség derékszögű komponenseinek algebrai középértékeit; ezek a centroid sebességkomponensei K_1 -ben. Ezeket ellenkező előjellel véve, kapjuk a Nap mozgásának derékszögű komponenseit, amelyekből V, A és D az egyszerű

$$X = V \cos A \cos D, \quad Y = V \sin A \cos D, \quad Z = V \sin D \quad (1)$$

egyenletekből kiszámíthatók. Vagy ami egyre megy, képezzük a térsebesség-vektorok eredőjét és osszuk el az eredő vektort a csillagok számával. Az így kapott vektor ábrázolja irány és nagyság szerint a centroid sebességét, az ezzel ellentétes irányú, de ugyanakkora vektor pedig a Nap mozgását. X, Y, Z -t és V -t km/sec-ban szokás megadni.

Mínthogy a megfigyelési anyag még a Nap közvetlen környezetéből sem tartalmaz *minden* csillagot, a Nap ennek alapján levezetett mozgása tulajdonképpen a Napnak a megfigyelési anyag csillagjaihoz viszonyított sebessége, nem pedig a Nap mozgása K_2 -ben. Minél nagyobb a megfigyelési anyag, annál inkább remélhetjük, hogy a belőle levezetett érték egyezik az előbb definiált Napmozgással. Ilyen értelemben mondhatjuk, hogy a Nap mozgására kapott értékek annál pontosabbak, minél nagyobb a számítás alapját képező megfigyelési anyag.

Mivel a térsebesség tangenciális komponense igen bizonytalan, jobb csupán a radiális sebességeket felhasználni a Nap mozgásának kiszámítására. Ha feltesszük, hogy a Nap környezetének különböző részén levő csillagokból külön-külön is ugyanazt az értéket kapjuk a Nap mozgására, akkor az ég bizonyos részén levő nagyobb számú csillag radiális sebességének algebrai középértékének $(\overline{\Delta r})$ ellenkező előjellel egyenlőnek kell lenni a Nap mozgásának abba az irányba eső komponensével. Vagyis, ha α, δ a kérdéses égi terület geometriai súlypontjának koordinátái, X, Y, Z a Nap mozgásának derékszögű ekvatoriális komponensei, akkor

$$-\overline{\Delta r} = X \cos \alpha \cos \delta + Y \sin \alpha \cos \delta + Z \sin \delta \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Az X, Y, Z kiszámítására tehát elvileg elegendő volna az ég három, nem egy síkba eső részén levő csillagok radiális sebességeinek középértékét

ismerni. Mivel feltevésünk nem egészen áll, az egész rendelkezésünkre álló és lehetőleg az egész égre kiterjedő megfigyelési anyagot fel kell használnunk. Evégből az eget bizonyos számú egyenlő részre osztjuk; mindegyik részre kapunk egy egyenletet és ezekből a legkisebb négyzetek módszerével határozzuk meg X, Y, Z -t.

A Nap mozgásának a látszómozgásokból való meghatározásánál ugyanezt az elvet követjük. Az eget több egyenlő részre osztjuk és mindegyik részben az abba eső csillagok évi látszómozgásának deklináció- és rektaszkenzió-komponenseinek középértékét képezzük. Jelöljük ezeket μ_δ -, illetve $\mu_\alpha \cos \delta$ -val. Az előbbi feltevésünk értelmében, ha \bar{p} a szóbanforgó csillagok közepes parallaxisa:

$$4.74 \quad \overline{\mu_\delta} = \bar{p} \{X \cos \alpha \sin \delta + Y \sin \alpha \sin \delta - Z \cos \delta\} \quad . \quad . \quad (3)$$

$$4.74 \quad \overline{\mu_\alpha \cos \delta} = \bar{p} \{X \sin \alpha - Y \cos \alpha\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Mindegyik részre kapunk két ilyen egyenletet. Ha feltesszük, hogy \bar{p} minden részben ugyanakkora, a legkisebb négyzetek módszerével meghatározhatjuk $\bar{p}X$ -, $\bar{p}Y$ - és $\bar{p}Z$ -t, ezekből pedig az (1) alapján A -, D - és $\bar{p}V$ -t.¹ A látszómozgások révén tehát csak az apex koordinátáit határozhatjuk meg, de V -t nem. Viszont, ha V -t a radiális sebességekből már ismerjük, a látszómozgások alapján kiszámíthatjuk \bar{p} -t.

A \bar{p} -re vonatkozó feltevéstől eltekinthetünk, ha (3)- és (4)-ből elimináljuk \bar{p} -t. Az apex-koordináták meghatározására az így nyert egyenlet is elégséges.

Az első apex-meghatározás *W. Herscheltől* ered. 1783-ban mindössze tizenkét *T. Mayer* által levezetett látszómozgás alapján az apex koordinátáira a következő értékeket kapta:

$$A = 260.6^\circ \quad D = +26.3^\circ$$

Az 1. tabellában adjuk a fontosabb, modern látszómozgásokon alapuló apex-meghatározásokat. Az első rovatban találjuk a számító nevét, az utolsóban pedig a vizsgálat megjelenési heíye és ideje, valamint az alapul szolgáló megfigyelési anyag van feltüntetve.

A Nap mozgásának radiális sebességekből való megállapítására *Kövesligethytől* származik az első kísérlet 1883-ból.² Az alapul szolgáló anyag 70 Greenwichben vizuálisan meghatározott radiális sebesség volt.

A 2. tabellában a fotografiai úton meghatározott radiális sebességeken alapuló vizsgálatok eredményei vannak összegyűjtve. A tabella beosztása ugyanolyan, mint az előbbié.

¹ Erre természetesen a (3) egyenlet egyedül is elégséges és csak a nagyobb pontosság kedvéért használjuk egyszerre mind a kettőt. Egyedül a (4) alapján csak A és $\bar{p}V \cos D$ számítható ki.

² Lásd AN 114, 327, 1886.

1. Apexkoordináták látszómozgásokból.

Név	A °	D °	L °	B °	Jegyzet
Kapteyn	274·8	+29·8	24	+17	AN 156. I. 1901 Auwers-katalógus
Dyson és Thackeray }	275	+37	52	+26	MN 65. 428. 1905. Groombridge-kat.
Weersma	267·7	+31·4	26	+24	Gr. P. 21. 1908. 3616 látszómozgás
L. Boss... ..	270·5	+34·3	27	+23	AJ 26. 95 ; III. 1910. Boss-katalógus
Charlier	267·2	+34·6	27	+24	Lund Med. (2). 9. 1913. Boss-kat. 4. magni- túdónál fényesebb csillagai
Wicksell... ..	272·7	+31·6	25	+21	Lund Med. (2). 12. 1915. Boss-kat.
Eichelberger... ..	265·2	+20·5	12	+23	Astr. Papers of Amer. Ephem. X. I. 1925. 1198 látszómozgás.
Charlier	271·2	+32·2	26	+22	California Lectures. 1926. Boss-kat. 6. magnitúdónál fénye- sebb csillagai.
Wachmann	265·2	+29·8	21	+25	AN 227, 393, 1926. Pra- ger-kat. 8800 l. m.
Merrill	285·9	+62·1	60	+22	AJ 39, 11, 1929, 8359 l. m. Yale-kat. 50°—55°
Jantzen	276·6	+63·6	60	+26	Vilno Bull 10, 1929 Yale-kat. 50°—55°.

2. Napmozgás radiális sebességekből.

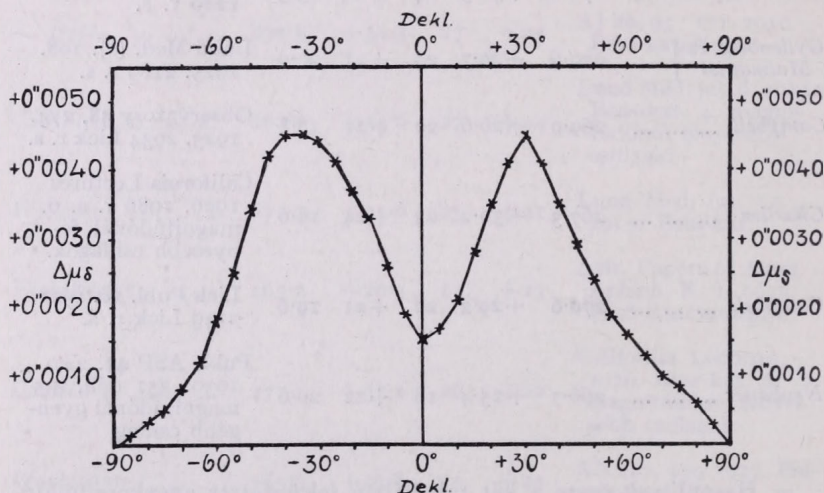
Név	A °	D °	L °	B °	V km/sec	Jegyzet
Kempf... ..	206	+46	59	+68	18·6	AN 132, 81. 1893. 51 potsdami rad. seb.
Campbell	277·5	+20·0	17	+12	19·9	Ap J 13, 80. 1901. 280 Lick r. s.
Hough és } Halm }	257·2	+28·7	18	+32	22·5	MN 70, 85. 1909. 166 Cape r. s.
Campbell	272·0	+27·4	21	+19	17·8	Lick Bull. 196. 125. 1911. 1042 Lick r. s.

Név	A °	D °	L °	B °	V km/sec	Jegyzet
Campbell	268.5	+25.1	18	+21	19.5	Lick Bull. 196. 127. 1911. 1193 Lick r. s.
Gyllenberg	270.5	+28.6	23	+21	19.8	Lund Med. (2). 13. 1915. 1596 r. s.
Forbes	270	+27	21	+20	22.0	MN 82. 174. 1922. 1922 r. s. (Voûte I. kat.)
Paraskevopoulos ...	271.6	+30.3	24	+20	23.3	AJ 34. 181. 1922. 1280 r. s.
Gyllenberg és } Malmquist }	270.6	+29.7	23	+21	20.0	Lund Med. (1). 108. 1925. 2189 r. s.
Campbell	269.0	+26.6	20	+21	18.8	Observatory 48, 274. 1925. 2034 Lick r. s.
Charlier	267.3	+30.2	23	+24	19.0	California Lectures 1926. 1986 r. s. 6. magnitúdónál fé- nyesebb csillagok.
Campbell	270.6	+29.2	22	+21	19.6	Lick Publ. 16. 1928. 2149 Lick r. s.
Neubauer	266.7	+25.4	18	+22	20.6	Publ. ASP 42. 247. 1930. 351 déli, 5.5 magnitúdónál gyen- gébb csillag

Hasonlítsuk össze a két táblában feltüntetett apexkoordinátákat. Az elsőből vegyük a legmegbízhatóbb anyagon alapuló Boss-féle értékeket, a másodikból pedig *Campbell*nek legutolsó, a nagyterjedelmű és teljesen homogén Lick-csillagdai radiális sebességekből levezetett értékeit. Ezek a táblákban vastagon vannak szedve. Rektaszcenzióban teljes az egyezés, az apex deklinációja azonban Bossnál több mint 5°-kal magasabb, mint *Campbell*nél. *Campbell* régebbi értékeinél az eltérés még nagyobb volt. *Kapteyn* még 1922-ben rámutatott az eltérés valószínű okára:¹ a Boss-katalógus látszómozgásaiban, mégpedig főleg a deklináció-komponensekben, szisztematikus hibák vannak. Ha a katalógus látszómozgásai a valóságostól szisztematikusan dél felé térnek el, akkor a belőlük levezetett apexnek a valóságostól északra kell esni. Tekintettel a dolog fontosságára, a dán akadémia pályadíjat tűzött ki a kérdés tisztázására. A pályadíjat *Raymond* és *R. E. Wilson* amerikai csillagászok nyerték. *Raymond* a Boss-katalógus látszómozgásainak levezetésénél használt 27 régebbi és 34 újabb katalógus alapján

¹ BAN I, 69, 1922.

állapította meg a Boss-féle látszómozgásokon alkalmazandó korrekciókat.¹ A rektaszcenzió-komponensnél ezek elenyésző kicsinyek, viszont a deklináció-komponensnél (μ_δ) már nem hanyagolhatók el. A 4. ábra tünteti fel *Raymond* eredményeit. A korrekció, mint látjuk, mindenütt pozitív és erősen változik a deklinációval. *Wilson* bebizonyította,² hogy a *Raymond* által adott korrekciók elégségesek a radiális sebességeken és a látszómozgásokon alapuló apex-meghatározások közti különbségek eltüntetésére. Mivel a megfigyelési anyag különbözősége is okozhat eltérést, *Wilson* ugyanazon csillagok látszómozgásából és



4. ábra. Korrekciók a Boss-katalógus látszómozgásaihoz deklinációban.

radiális sebességéből határozta meg külön-külön az apex koordinátáit. Eredménye

$$\begin{aligned} \text{a radiális sebességekből:} & \quad A = 270.9, \quad D = +27.2 \\ \text{a korrigált látszómozgásokból:} & \quad A = 270.8, \quad D = +27.0. \end{aligned}$$

Szóval, most teljes az egyezés.

A szisztematikus hibáknak annál nagyobb a befolyásuk, minél kisebbek a látszómozgások. Így szisztematikus hibáknak kell tulajdonítanunk, hogy az apex deklinációjára annál északibb értéket kapunk, minél kisebb látszómozgással bíró csillagokból határozzuk meg. Ez az oka annak is, hogy a gyengébbfényű csillagokból északabbra fekvő apextet kapunk, mint a fényesebbekből, mivel az előbbieket átlagos látszómozgása kisebb az utóbbiakénél.

¹ AJ 36, 129, 1926.

² AJ 36, 138, 1926.

Térsebességeket először *Kobold* használt a Nap mozgásának meghatározására,¹ de az akkor rendelkezésre álló anyag mindössze 29 csillagból állt. *Wilson* 1929-ben már több mint 4200 térsebességet tudott felhasználni.² A belőlük levezetett Nap-mozgás:

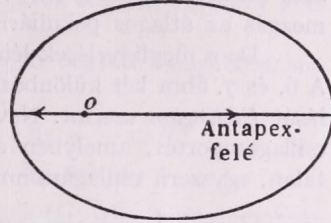
$$A = 275^{\circ}.5, \quad D = + 31^{\circ}.8,$$

$$V = 18^{\circ}.8 \text{ km/sec.}$$

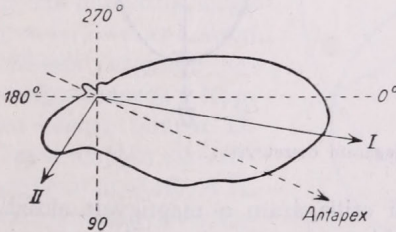
A Kobold—Kapteyn-féle csillagáramok. A Nap mozgásának meghatározásával ismerjük a centroid mozgását is és így a K_1 -re viszonyított mozgásokból kiszámíthatjuk a K_2 -re vonatkoztatott, ún. pekuliáris mozgásokat.

Egész a mult század utolsó évtizedéig azt hitték, hogy a pekuliáris mozgásokban semmiféle szabályosság sem mutatkozik. *Kobold*^{1,3} mutatott rá először ennek a nézetnek tarthatatlanságára, majd *Kapteyn*⁴ az Auwers-katalógus alapján végzett ebben az irányban beható vizsgálatokat.

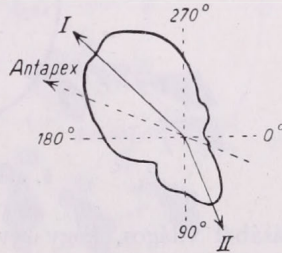
Válasszuk ki az ég valamelyik részét és számoljuk meg, hány



5. ábra. A látszómozgások eloszlása szabálytalan pekuliáris mozgások esetén.



6. ábra. A látszómozgások eloszlása $\alpha = 0^{\circ}$, $\delta = + 50^{\circ}$ körül.



7. ábra. Ugyanaz $\alpha = 16^{\circ}$, $\delta = + 50^{\circ}$ körül.

csillag látszómozgása esik sorjában a 0° — 10° , 10° — 20° ,... pozíciószögek közé. A számlálás eredményéről diagrammot is készíthetünk: egy közös pontból (O) minden irányban az illető irányban mozgó csillagok számával arányos távolságot mérünk le és a távolságok végpontjait összekötjük. Ha a csillagok pekuliáris mozgása teljesen szabálytalan és a Nap a csillagokhoz képest nyugalomban volna, az így nyert görbe kör lenne. A Nap mozgása következtében azonban a pekuliáris

¹ Halle Nova Acta 64, 269. 1895.

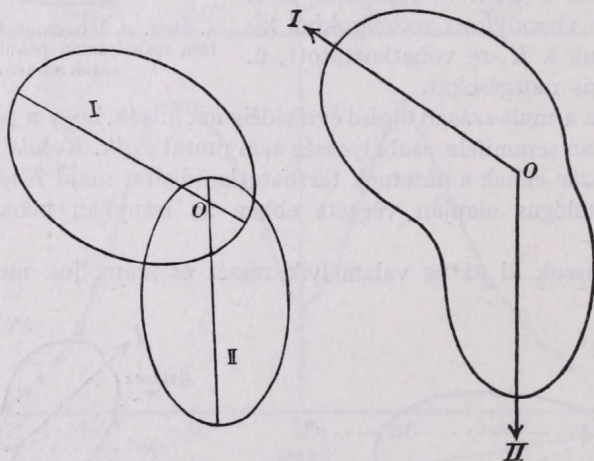
² Annual Report of Meridian Astr. Washington 1929.

³ AN 125, 65. 1890; 153, 282. 1900.

⁴ British Astr. Association Report 1905. 257.

látszómozgásokhoz hozzáadódik az antapex felé irányuló ú. n. parallaxikus mozgás; ezért a legtöbb látszómozgást az antapex irányában kapnók, a legkevesebbet az apex irányában. A görbe tehát ekkor ellipszisalakú lenne, mégpedig annál elnyúltabb, minél nagyobb a parallaxikus mozgás az átlagos pekuliáris mozgáshoz képest. (L. 5. ábra.)

De a megfigyelések lényegesen komplikáltabb görbékre vezetnek. A 6. és 7. ábra két különböző tájon tünteti fel a látszómozgások eloszlását *Eddington* szerint. Nevezük az olyan, a Naphoz képest mozgó csillagcsoportot, amelyben a pekuliáris sebességek eloszlása szabálytalan, egyszerű csillagáramnak.¹ Az 5. és a 6—7. ábrák összehasonlí-



8. ábra. Két csillagáram összetevése.

tásából világos, hogy egy egyszerű csillagáram a megfigyelt eloszlás megmagyarázására nem elegendő, hiszen egy maximum helyett mindenütt kettő lép fel. Sokkal jobb az egyezés, ha egy áram helyett kettőt veszünk. (8. ábra.) A *Kapteyn*től származó 9. ábrán az ég tíz különböző helyéről van a látszómozgás-eloszlás berajzolva. Mindenhol két kitüntetett irányt találunk, amelyeket a nyilak jeleznek. Ezek meghosszabbításai majdnem pontosan, a két kitüntetett iránynak megfelelőleg, két külön pontban metszik egymást, amelyeket *Kapteyn látszólagos vertexeknek* nevezett. Az egyik α Orionis-tól 7° -kal délre, a másik η Sagittarii-tól 2° -kal délre fekszik.

Kapteyn szerint tehát a Nap körül levő csillagok két egymáson keresztülhatoló egyszerű csillagáramhoz tartoznak. A két áramhoz tartozó csillagok a térben teljesen össze vannak vegyülve. A látszólagos

¹ Általában még ezt jobban szokták specializálni, amennyiben a sebességeloszlásra a kinetikai gázelméletből jól ismert *Maxwell*-féle eloszlást veszik.

vertexek jelzik azt az irányt, amelyben az áramok a Naphoz képest mozognak. Az Orion felé mozgó áramot jelöljük I-gyel, a másikat II-vel. A K_3 koordinátarendszerhez képest a két áram természetesen pontosan ellentétes irányban mozog; a relatív mozgásuk irányát *Kapteyn* után *valódi vertex*nek nevezzük.

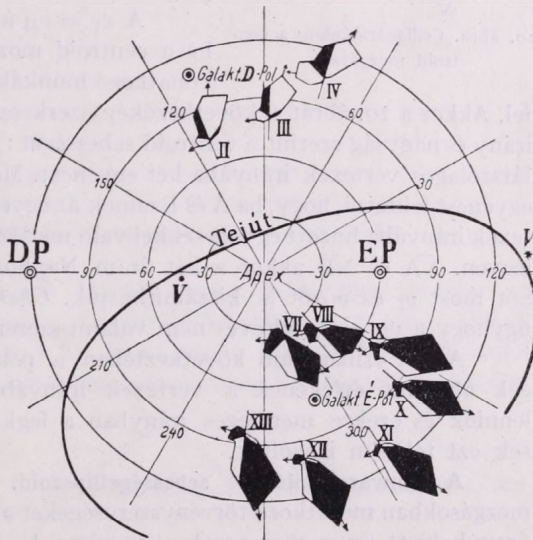
*Eddington*nak a Boss-katalógus alapján végzett vizsgálatai szerint¹ a látszólagos vertexek koordinátái:

I. csillagáram	$\alpha_I = 90^{\circ}8'$	$\delta_I = -14^{\circ}6'$
II. „	$\alpha_{II} = 287^{\circ}8'$	$\delta_{II} = -64^{\circ}1'$

A csillagok 59,6%-a az I., 40,4% a II.áramhoz tartozik. A látszómozgás-

eloszlást ábrázoló görbék alapján kiszámíthatjuk az áramoknak Naphoz viszonyított sebességének és az átlagos peculiáris sebességek (\bar{v}) hányadosát. *Eddington* szerint az I. áram Naphoz viszonyított sebessége $1,36 \bar{v}_I$, a II.-é $0,76 \bar{v}_{II}$. Ha feltesszük, hogy $v_I = v_{II} = \bar{v}$, az I. áram 1,78-szor nagyobb sebességgel mozog a Naphoz képest, mint a II. Ennek alapján elkészíthetjük a 10. ábrát. A II. áram látszólagos vertexének irányába a Napból (N) kiindulva felmérünk tetszőleges nagyságú távolságot (\overline{NB}), az I. áram látszólagos vertexének irányába pedig ennek 1,78-szeresét (\overline{NA}). Az \overline{AB} ábrázolja akkor a két áram relatív sebességét és így az \overline{AB} a valódi vertex irányába esik. *Eddington* előbbi adatai alapján a valódi vertex ekvatoriális koordinátái $\alpha = 94^{\circ}2'$, $\delta = +11^{\circ}9'$, vagy ha tetszik, $\alpha = 274^{\circ}2'$, $\delta = -11^{\circ}9'$. A következőkben csak az utóbbi, 270° rektaszenczió körüli adatot fogjuk feltüntetni. Az áramok relatív sebességére $1,67 \bar{v}$ adódik.

Mint említettük, az I. áram kb. 3 : 2 arányban több csillagot tartalmaz, mint a II. Osszuk \overline{AB} -t a C ponttal úgy két részre, hogy



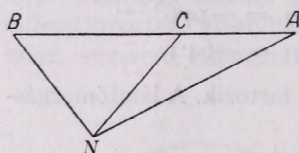
9. ábra. A Kapteyn-féle csillagáramok.

¹ MN 71, 4. 1910.

$AC : BC = 2 : 3$ legyen. Az \overline{NC} vektor ábrázolja ekkor a centroid mozgását N-hez képest. Ismét *Eddington* eredményeit használva, ennek iránya és nagysága az

$$\alpha = 87^{\circ}3', \quad \delta = -36^{\circ}4'; \quad v = 0.81\bar{v}_1$$

mennyiségek által van adva. Csakhogy v -t ismerjük km/sec-ban kifejezve is a Nap mozgására vonatkozó vizsgálatokból. Vegyünk kerekén $v = 19$ km/sec-ot, akkor $\bar{v} = 23.5$ km/sec. Eszerint az I. áram a Naphoz képest 32 km/sec, a II. közel 18 km/sec sebességgel mozog, a két áram relatív sebessége pedig 39.3 km/sec.



10. ábra. Csillagáramok és a centroid mozgása.

A $v_I = v_{II}$ feltevést el is kerülhetjük, ha a centroid mozgására a Nap mozgására vonatkozó munkák eredményeit használjuk fel. Akkor a 10. ábrát a következőképp szerkesztjük: N-ből felrajzoljuk irány és nagyság szerint a centroid sebességét: \overline{NC} -t, valamint húzunk a látszólagos vertexek irányába két egyenest. Most úgy kell a C-n át egy egyenest fektetni, hogy, ha A és B ennek az egyenesnek a látszólagos vertexek irányába húzott egyenesekkel való metszéspontjai, $AC : BC = 2 : 3$ legyen. \overline{NA} és \overline{NB} akkor a két áram Naphoz viszonyított sebessége. Sőt most \bar{v}_I és \bar{v}_{II} -öt is kiszámíthatjuk. *Charlier* szerint $\bar{v}_{II} = 2 \bar{v}_I$,¹ úgyhogy a $v_{II} = v_I$ feltevés nem valami szerencsés.

A két csillagáram következtében a pekuliáris radiális sebességek abszolút értékének a vertexek irányában kell legnagyobbak lenniök és ezekre merőleges irányban a legkisebbnek. A megfigyelések ezt teljesen igazolták.

A Schwarzschild-féle sebességellipszoid. *Schwarzschild* a látszómozgásokban mutatkozó törvényszerűségeket a Kapteyn-féle két csillagáram helyett egyszerűen azzal magyarázta, hogy a pekuliáris sebességek átlagos komponensei különböző irányokban különböző nagyok.² Mérjük fel a K_2 origójából minden irányban a pekuliáris sebességek abba az irányba eső komponenseinek közepes értékét. Az így kapott pontok egy felületen, az ú. n. *sebesség-felületen* fekszenek, amelynek maximális tengelye a Kapteyn-féle vertexek felé mutat. *Schwarzschild* szerint a látszómozgások megfigyelt eloszlásának megmagyarázására elegendő feltenni, hogy a sebesség-felület ellipszoid.³ Az ellipszoid tengelyeinek iránya és nagysága a megfigyelésekből kiszámítható. Így *Schwarzschild* az ellipszoid nagytengelyének, vagyis a vertex irányára

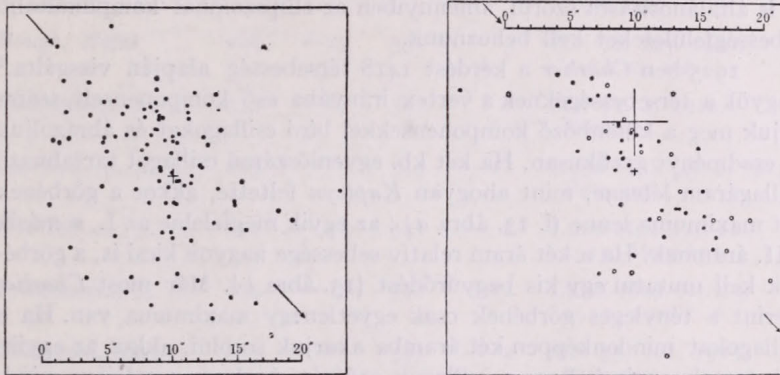
¹ Lund Med. (1), 78, 1917.

² Göttinger Nachrichten 1907. 614 és 1908. 191.

³ A sebesség-felület itt adott definíciója ugyan eltér *Schwarzschild*tétől, de az eltérés nem lényegbevágó.

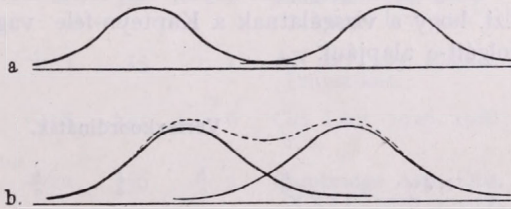
$\alpha = 273^\circ$, $\delta = -6^\circ$ értéket kapott, amely elég jól egyezik a Kapteyn-féle hipotézis alapján levezetettel. Az ellipszoid másik két főtengelye körülbelül egyenlő, úgyhogy az ellipszoid szféroidnak tekinthető. A nagytengely kb. kétszerese a kistengelynek.

Míg Schwarzschild és Kapteyn analízisüknél pusztán a különböző



11. és 12. ábra. Látszómozgás-diagrammok. (B. Boss.)

irányokban mozgó csillagok számát vették tekintetbe, Charlier¹ a látszómozgások nagyságára is kiterjeszkedett. A 6. és 7. ábrán látható diagrammok helyébe nála a 11. és 12. ábrán feltüntetett diagrammok lépnek. A kereszttel jelölt pontba hozzuk az ég kiválasztott részén levő minden egyes ismert látszómozgású csillag látszómozgását, mint vektort. A vektor másik végpontját jelöljük egy ponttal. Így nemcsak a különböző irányokban mozgó csillagok számát vizsgálhatjuk,



13. ábra. Sebesség-eloszlás két csillagáram esetén.

hanem a különböző látszómozgással bíró csillagok mozgásai között fellépő esetleges különbségeket is. Charlier az ilyen diagrammok alapján próbálta analitikai úton a pekuiliaris térsebességek eloszlását meghatározni. Az eljárás indirekt, amennyiben a térsebességekre vonatkozólag teszünk bizonyos, analitikailag egyszerűen kifejezhető feltevéseket és megvizsgáljuk, hogy az ebből következő látszómozgás-eloszlás megegyezik-e a

¹ Lund Med. (2) 9. 1913.

megfigyelttel, vagy nem. Ha nem, úgy feltevésünket megfelelőleg addig változtatjuk, míg egyezést elő nem sikerült állítanunk. A radiális sebességekre Gyllenberg dolgozta ki *Charlier* módszerét.¹

Charlier módszerét a lundi iskola számos tagja alkalmazta. E vizsgálatok főeredménye, hogy *Kapteyn* hipotézise nem alkalmas a megfigyelt mozgások leírására. *Schwarzschildé* már sokkal megfelelőbb, de ez is általánosításra szorul, amennyiben az ellipszoidnál komplikáltabb sebességfelületeket kell behoznunk.

1925-ben *Charlier* a kérdést 1418 térsebesség alapján vizsgálta.² Vegyük a térsebességeknek a vertex irányába eső komponenseit, számoljuk meg a különböző komponensekkel bíró csillagokat és ábrázoljuk az eredményt grafikusán. Ha két kb. egyenlőszámú csillagot tartalmazó csillagáram létezne, mint ahogyan *Kapteyn* feltette, akkor a görbének két maximuma lenne (l. 13. ábra *a*); az egyik megfelelne az I., a másik a II. áramnak. Ha a két áram relatív sebessége nagyon kicsi is, a görbének kell mutatni egy kis begyűrődést (13. ábra *b*). Már most *Charlier* szerint a tényleges görbének csak egyetlenegy maximuma van. Ha a csillagokat mindenképpen két áramba akarjuk sorolni, akkor az egyiknek tartalmaznia kellene a csillagok 91%-át, úgyhogy a másikra mindössze 9% jutna. A valóságos viszonyok tehát egészen mások, mint ahogyan *Kapteyn* hitte.

Az alábbi tabellában adjuk különböző kutatóktól a vertex koordinátáira levezetett értékeket. Az első oszlop a kutató nevét, a második és harmadik az ekvatoriális, a két következő a galaktikai koordinátákat adja. A jegyzetben az értekezés megjelenési helye és ideje és az alapul szolgáló megfigyelési anyag van feltüntetve, majd K vagy E betű jelzi, hogy a vizsgálatnak a *Kapteyn*-féle vagy az ellipszoid-hipotézis szolgált-e alapjául.

Vertexkoordináták.

Név	α °	δ °	l °	b °	Jegyzet
<i>Kapteyn</i>	271	-13	345	+ 2	Brit. Astr. Ass. Rep. 257. 1905., Auwers-kat. K.
<i>Eddington</i>	275	- 3	355	+ 3	MN 67. 34. 1906 Groombridge-kat. K.
<i>Dyson</i>	268	-24	334	- 1	Edinb. Proc. 28. 231. 1908. 1100 látszóm. K.
<i>Eddington</i>	289	- 6	358	- 9	MN 68. 588. 1908. Zodiacal-kat. K.

¹ Lund Med. (1) 59. 1913.

² Lund Med. (1) 109. 1925.

Név	α o	δ o	l o	b o	Jegyzet	
Schwarzschild ...	273	— 6	351	+ 4	Gött. Nachr. 1907. Groombridge-kat.	E
Beljowsky... ..	266	—24	333	o	AN 179, 293. 1908. Porter-kat. 1340 lm.	E
Rudolph	276	— 7	352	o	AN 183. I. 1909. Au- wers-kat.	E
Hough, Halm ...	268	—27	332	— 3	MN 70, 103. 1909. 446 rad. seb.	
Eddington	274	—12	347	o	MN 71. 4. 1910. Boss-kat.	K
Charlier	283	—19	345	—11	Lund Med. (2). 9. 1913. Boss-kat.	E
Wicksell	274	—18	341	— 2	Lund Med. (2). 12. 1915. Boss-kat.	E
Gyllenberg	264	— 5	348	+12	Lund. Med. (2). 13. 1915. 1526 r. s.	E
Eddington, Hartley	275	—13	347	— 2	MN 75, 521. 1915. 1086 r. s.	E
Raymond	273	— 4	354	+ 4	AJ 30. 191. 1917. Boss-kat.	E
Wirtz, Hügelev ...	277	—15	346	— 5	Heidelb. Ber. 1918. Wolf I. m.	E
Wirtz	260	—14	338	+10	AN 211, 373. 1920. Groningen I. m.	E
Luyten	285	—12	348	— 1	Lick Bul. 344. 1923. 749 nagy I. m. (>0"5)	K
Wachmann	287	+15	15	+ 1	AN 227, 393, 1926. Prager-kat.	E
Charlier	276	—18	341	— 6	Cal. Lect. 1926. 1986 r. s.	E
Smart	272	—20	339	— 2	Cambridge Astr. Obs. XXVI. 1928 9.—12. rendű csillagok	K
Jantzen	248	—82	277	—23	Vilno Bull. 10. 1929. Yale-kat.	E
Wilson... ..	274	—13	345	+ 1	Ann. Rep. Mer. Astr. 1929. 4200 térseb.	K

Fontos külön is megjegyezni, hogy a valódi vertex a Tejút síkjába esik, és pedig körülbelül a Tejútrendszernek *Shapley* által kijelölt centruma felé. A 9. ábrán *V* jelöli a helyét. Dunst László.

(Folytatjuk.)

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

A belgrádi csillagvizsgáló. A «Stella» 1930. évfolyamában¹ beszámoltunk a krónikás hűségével, hogy Belgrád mellett nagyobbszabású csillagvizsgáló fog a közeljövőben létesülni. A grandiózus terv már a megvalósulás stádiumába lépett. A belgrádi csillagvizsgáló idei évkönyvében² *Mišković* igazgató közzétette az új intézet elhelyezési tervét annak bejelentésével, hogy tizenhat objektumból állónak tervezett új obszervatórium építési munkálatai még 1929-ben kezdődtek meg.

Az építési program első fázisában a következő hat objektum épült: 1. A nappali dolgozószobákat, a laboratóriumokat, az irattárt, a könyvtárt, az óraszobákat, egy egyenáramfejlesztő telepet és az igazgatói lakást magában foglaló főépület, amelyet egy üstököskereső távcső kupolája koronáz. — 2. Egy 14,5 m átmérőjű nagy kupola a 65 cm nyílású, 10,40 m fókusztávolsággal bíró nagy refraktor elhelyezésére. — 3. Egy kisebb, 6,4 m átmérőjű kupola egy 20 cm nyílású refraktor elhelyezésére. — 4. Portás- és szolgálakásból álló főbejárati épület. — 5. Kettős obszervatóri lakóház. — 6. Műhelyépület (mechanikai, asztalos és villany-szerelési munkák részére).

Ennek a hat épületnek a létesítésével és berendezésével a belgrádi új obszervatórium külső keret, de a felszerelés mérete tekintetében is már felülmúlja a svábhegyi csillagvizsgálót. Az új obszervatórium nagy refraktora hasonmása a neubabelsbergi csillagvizsgáló 65 cm nyílású refraktorának,³ Európa egyik legnagyobb vizuális refraktorának; a 20 cm nyílású refraktor fókusztávolsága 3,00 m és fel van szerelve egy 16 cm nyílású, 130 cm fókusztávolsággal bíró asztrográf csövel. A főépület tetején álló üstököskereső nyílása 20 cm, 130 cm-es fókusztávolság mellett. Mindhárom műszer, szintúgy a három kupola is a jeni Zeiss-művektől való; a nagy kupola mozgópaddal is be van rendezve.

A program további része egy passageház, egy meridiánház, egy geodéziai obszervatórium, két asztrográf kupola, egy asztrófizikai laboratórium s egy víztorony létesítéséből, továbbá egy második tisztviselői lakóház építéséből áll; az elhelyezési terven még két objektum is szerepel, melyeknek rendeltetése közelebbről nincsen megjelölve. Az objektumok tudományos felszerelésére szolgáló műszerek közül úgy a passageműszer, mint a meridánkör 19—19 cm nyílású; a nagyobb asztrográf 35 cm, a kisebb 12 cm nyílású. Ezeket a műszereket a berlini Askania-Werke (ezelőtt Bambergwerk) szállította. A geodéziai osztály egy, a meridiánban és a reája merőlegesen lévő, úgynevezett első vertikálisban felállított műszerrel, továbbá egy zenitteleszkóppal is fel lesz szerelve. A 253 m magas Laudanov Sanač csúcsán elhelyezett obszervatórium vízszükségletének a biztosítására egy 18 m magas víztorony épül.

A jugoszláv csillagászat c., a «Stella» 1930. évfolyamában megjelent

¹ A jugoszláv csillagászat. Stella, V. 46—47.

² Annuaire de l'Observatoire astronomique de Belgrade. III. (1931) 133—144. l.

³ L. A. babelsbergi csillagvizsgáló. Stella, V. 11. l.

közleményben már említettük, hogy az obszervatóriumot eredetileg a Fruška Gorában tervezték létesíteni. Utóbb Belgrád mellett döntöttek, ahol 1891-ben létesült egy meteorológiai obszervatórium *Nedelković* igazgató alatt, amely később csillagászatival is bővült. 1924-ben két részre oszlott az obszervatórium, meteorológiaira és csillagászatira. Utóbbi a délmagyarországi származású *Misković*, aki a háború előtt éveken át a budapesti egyetemnek hallgatója volt, igazgatása alá került. Nagyszabású koncepciójának egyik részét a jugoszláv kormány már megvalósította és ezzel Jugoszlávia új, a szó európai értelmében vett kutatóintézet birtokába jutott.

Tass Antal.

Petzval József és a Petzval-objektív. 1931 szeptember 17-én lesz 40 éve, hogy a magyar *Petzval József* Bécsben elhunyt s ugyancsak az idén van 90 éve annak, hogy a róla elnevezett objektív forgalomba került.

Petzval József 1807 január 6-án született Szepesbélán. Elemi iskolába Késmárkon járt, középiskoláit Podolinban, Lőcsén és Kassán végezte. Jó latinista volt, a középiskola első osztályaiban azonban matematikában semmiféle előmenetelt nem tanúsított, úgyhogy tanárai javaslatára atyja cipésznek szánta. Egy nyári vakáció alatt egy felsőbb matematikai könyv került a kezébe, melyet nagy érdeklődéssel olvasott. A szünidő után a középiskolai anyagot messze felülmúló matematikai tudással tért vissza a gimnáziumba s már a középiskola hátralévő éveiben is sokat foglalkozott matematikával. 19 éves korában Pestre került, ahol az itteni egyetem mérnöki tanfolyamán oklevelet szerzett, majd Pesten városi mérnök lett. 1832-ben a pesti tudományegyetem magántanára, 1835-ben nyilvános rendes tanára. 1837-ben kinevezik a bécsi egyetem professzorának, s ebben az állásban működött 1877-ig.

1839-ben *Arago* a francia tudományos akadémián ismerteti *Daguerre*-nek fényképek előállítására szolgáló találmányát. A *Daguerre* által használt tárgylencse fényerőssége azonban oly kicsi volt, hogy az exponálás körülbelül 20—30 percig tartott. Az arcképfelvétel így szinte lehetetlen volt. *Petzval* barátai biztatására egy lencserendszert szerkesztett, mellyel az expositio idejét 40 másodpercre sikerült lecsökkentenie. E Petzval-objektív két achromatikus lencserendszerből állott, melyek mindegyike egy gyűjtő- és egy szórólencséből tevődött össze. A két achromatikus lencserendszer távolsága egymástól 63 mm volt. Ugyanekkor szerkesztett egy másik lencserendszert, mely 17 évvel később mint Petzval-orthoskop került forgalomba. Az első Petzval-objektívet *Voigtländer* Frigyes bécsi optikus gyártotta 1841-ben. *Voigtländer* a Petzval-objektívért a Société d'encouragement-tól ezüstérmét kapott, *I. Ferenc József* pedig az 1867. évi párisi világiállítás alkalmából *Voigtländer*t lovaggá emelte és a vaskoronarenddel tüntette ki. Az üzleti ügyekben teljesen járatlan *Petzval*nak azonban rövidesen nézeteltérései támadtak *Voigtländer*rel, s lencséi előállításával *Dietzler* optikust bízta meg. A *Dietzler*nél készült lencsék nem voltak mindig teljesen kifogástalanok, a gyár később anyagi nehézségek miatt megszűnt s a feltaláló, akinek lencséje évtizedeken át mint felülmulhatatlan volt használatban, sohasem élvezhette munkájának gyümölcseit. *Petzval*

számításokat végzett a hollandi távcsőre is, s számításai alapján hozta forgalomba *Voigtländer* a javított tábori látcsövet. Hagyatékában találtak egy úgynevezett ragasztott dialyt-ot, mely az első, ha nem is tökéletes, anasztigmát.

A lencsékre vonatkozó számításait részletesen sohasem publikálta. Optikai kutatásainak (camera obscura, távcső, mikroszkóp) elméleti és gyakorlati eredményeiről szóló első jelentése 1843-ban Pesten jelent meg. 1857-ben a bécsi Tudományos Akadémiának számol be vizsgálatairól; ez alkalommal közölte három kötetre tervezett nagy optikai munkájának beosztását is, melynek kiadását a bécsi Tudományos Akadémia vállalta. Munkája egy tragikus véletlen folytán sohasem jelent meg. Bécs közelében levő lakásába betörték, munkájának kéziratát szétszórták s egy részét megsemmisítették. Megmaradt kéziratait később már nem rendezte.

Petzval kutatásainak eredményeit elsősorban tanítványaival közölte. Találmányait sohasem szabadalmaztatta. Dialyt-ját sajátkezüleg csiszolta s mikor 30 évvel később a Zeiss-művek forgalomba hozták az anasztigmatikus lencserendszert, *Petzval* még csak prioritási vitát sem indított.

Bár a *Petzval*-objektív horderejét ennek megjelenésekor nem ismerték fel teljesen, a találmány mégis óriási feltűnést keltett. *Lajos* főherceg, az osztrák tüzérség tábornoka 10, a számolásban jártas tüzért vezényelt ki *Petzval* szolgálatára, akik több éven át végezték a fázasztó számításokat.

Petzval mint tudós és ember bámulatosan sokoldalú. Mint Pest városi mérnökét egy hajózható csatorna tervének kidolgozásával bízták meg, mely terv azonban nem valósult meg. Bécsben a Wien folyó szabályozására s a Wien egyik partján egy kettős vágányú vasúti vonal építésére dolgozott ki terveket. A vasúti vonalat később *Petzval* elgondolásával majdnem megegyezően meg is építették. Mindezen tervekhez szükséges geodéziai méréseket maga végezte. Az egyetemen a matematika legkülönbözőbb ágain kívül előad analtikus mechanikát, égi mechanikát, rugalmasság-elméletet, hangtant, fénytant, behatóan foglalkozik a boltozatok elméletével. Kiváló zenei tehetség, egy új hangszer szerkeszt, melynek alakja hasonlít a gitárhoz, hangja pedig a hárfához, s melyet githárfának nevez el. Több ifjú tudós társaságához csatlakozik; e társaságból a 40-es évek végén *I. Ferdinánd* király a bécsi császári Tudományos Akadémiát alapítja, melynek *Petzval* is tagja. Rendkívül szellemes társalgó, kitünő lovas, aki egyetemi előadásaira arabs lován jár; Bécs első törvívója, mestere a kardvívásnak és birkózásnak. Vívni és lovagolni már Kassán tanult, valószínűleg *Almássy* gróf házában, ahol nevelő volt.

Bár *Petzval* a maga korában jelentékeny állami támogatásban részesült s bár a bécsi Tudományos Akadémia munkáinak kiadását biztosította, a hiányosan felszerelt laboratórium mellett e támogatás kevésnek bizonyult. *Petzval* elkeseredetten hagyja abba optikai vizsgálatait s életének utolsó éveit teljes visszavonultságban töltve megtagad minden felvilágosítást korábbi tudományos munkásságára és terveire vonatkozólag.

A Magyar Tudományos Akadémiának kültagja, Bécs egyik utcáját róla nevezik el. A bécsi egyetem árkádjai alatt szobrot emeltek e rendkívüli embernek s sírját a bécsi Zentralfriedhof-ban emlékművel jelölték meg.

A fotográfia tudománya és művészete *Petzvált* mindenkor legnagyobbjai közé fogja számítani.

Morawetz Károly.

Ujabb kutatások a fény intersztelláris abszorpciójáról. A «Stella» mult száma ismertette *Trumpler*nek a nyílthalmazokra vonatkozó vizsgálatait, amelyek során kiderült, hogy a Tejútrendszeren belül a fény tetemes abszorpciójával kell számolnunk. Mivel *Shapley*-nek a gömbthalmazokon és extragalaktikai objektumokon végzett vizsgálatai ezzel ellenmondásban látszanak lenni, *Trumpler* feltette, hogy az abszorbeáló közeg a Galaktika síkja mentén nyúlik el, erre merőlegesen kiterjedése csak 200—300 parszek és ezért az általában magasabb galaktikai szélességben fekvő gömbthalmazok és extragalaktikai objektumok már nincsenek hatásának alávetve. Az abszorpció nagysága a fotográfiailag ható sugarakra, vagyis a spektrum $\lambda = 4800$ körüli részére *Trumpler* szerint 1000 parszekenként 0.67 magnitúdó, de az abszorpció gyorsan csökken a hosszabb hullámhosszak felé (szelektív abszorpció). Ezért van az, hogy távolabbi csillagok színindexére nagyobb értékeket kapunk, mint a Nap környezetében levő, az abszorpciótól mérhető módon nem befolyásolt csillagokra. *Trumpler* felhasználva a néhány nyílthalmaznál rendelkezésre álló színindex- és spektrum-adatokat, a színindex 1000 parszekenkénti növekedésére $+0.32$ magnitúdót kapott (*Lick Bull* 420, 1930. és *Publ. ASP* 42, 214. 1930.).

*Trumpler*nek ezt az eredményét sikerült egyéb megfigyelési anyag alapján is megerősíteni. *Van de Kamp* a B- és A-típusú csillagokról rendelkezésre álló színindexeket használta fel.¹ A szelektív abszorpció vizsgálatára elsősorban ezek a csillagok alkalmasak, mert abszolút fényességük olyan nagy, hogy egy bizonyos látszólagos magnitúdóig terjedő adatok alapján velük juthatunk a térben legmesszebbre. *Slocum* a Tejútban fekvő hat Kapteyn-féle áréában, amelyekben *Maxwell* már régebben egész a 14-edrendig megállapította a csillagok spektráltípusát (*Lick Bull* 390; 1927), végzett színindexmeghatározásokat,² míg *Schalén* az NGC 663 nyílthalmaz körül *Wallenquist* által mért (Upsala Med. 42. 1929) színindexeket használta fel.³ E kutatóknak a szelektív abszorpció nagyságára kapott eredményei:

<i>Van de Kamp</i>	+0.355	magnitúdó	1000	parszekenként
<i>Slocum</i>	+0.34	“	“	“
<i>Schalén</i>	+0.26	“	“	“

egymással és *Trumpler* eredményével igen jól vágnak. *Van de Kamp* különböző galaktikai szélességben fekvő objektumok vizsgálatával, egyenletesen eloszló abszorbeáló közeg feltételezése mellett, megállapította az abszorbeáló közeg vastagságát is. Eredménye: 175 parszek.

A Mount Wilson-csillagdán *Hubble* extragalaktikai ködfoltok színindexéről végez szisztematikus vizsgálatokat.⁴ A Tejúthoz közel fekvőkre, mint az *Trumpler* eredményeiből várható volt, nagyobb színindexeket kapott, mint a magasabb galaktikai szélességben levőkre. A vizsgálat jelenlegi állásánál azonban még nem lehet kvantitatív következtetéseket tenni.

¹ A J 40. No 15. 1930.

² *Lick Bull* 434, 1931.

³ *Arkiv for Mat.*, ...22, 2, 1930.

⁴ *Annual Report* 1929—30. p. 162.

A szelektív abszorpcióra kapott érték csak a fotografiai ($\lambda = 4800$) és a vizuális ($\lambda = 5500$) sugarakra érvényes abszorpció különbsége. Az abszorbeáló közeg szerkezetének megállapításához szükségünk van az abszorpciónak a hullámhossztól való függésének pontosabb ismeretére. Így például ha a fénygyengülés pusztán a fény hullámhosszával megegyező nagyságrendű részecskék okozta fényszóródás következtében áll elő, az abszorpciónak fordítva arányosnak kellene lennie a hullámhossz negyedik hatványával. (Rayleigh-féle törvény.)

Trumpler összehasonlította távolfekvő B-típusú csillagok színképét ugyanilyen típusú, de közelfekvő csillagok színképével.¹ Már az első tekintetre feltűnik, hogy az előbbi színképének ibolya felé eső része tetemesen gyengébb, mint az utóbbié. Pontosabb spektrálfotometriai mérések alapján pedig megállapította Trumpler, hogy az abszorpció és a hullámhossz közötti összefüggés nem követi Rayleigh törvényét.

Trumpler spektrálfotometriai mérései az egyes hullámhosszakra relatív értékeket adnak. Ezeknek abszolút értékre való átszámításához ismernünk kellene az abszorpciót egy bizonyos hullámhosszra. Trumplernek a fotografiai sugarakra levezetett értékét, úgy látszik, nem használhatjuk fel minden további nélkül erre a célra. Bottlinger és Schneller ugyanis valószínűvé tették, hogy ez az abszorpció sokkal tetemesebb, körülbelül 2 magnitúdó 1000 parszekenként.² Ezt a következtetést a nagy galaktikai koncentrációt mutató hosszúperiódusú δ Cephei-változók térbeli eloszlásából vonták le. A Leavitt-féle periódusfényesség-összefüggés alapján először abszorpció elhanyagolásával határozták meg 171 változó galaktikai térkoordinátáit. A változóknak a Galaktika síkjától való átlagos távolsága ekkor szisztematikus növekedést mutatott a változók tőlünk való távolságával. Az ilyen eloszlás igen valószínűtlen és egyszerű magyarázatát találja az intersztelláris abszorpcióban. Csakhogy ennek a szisztematikus menetnek eltüntetésére 2 magn./1000 ps. abszorpciót kell feltételeznünk. Szerzők nem említik meg Russel- és Shapleynek 17 évvel ezelőtt megjelent értekezését. (Ap J 40, 417, 1914), akik ugyanilyen módon, de természetesen kisebb megfigyelési anyag alapján ugyanezre az eredményre jutottak.

A Tejútban levő számos sötét folt valószínűleg az abszorbeáló közeg helyi sűrűsödései következtében jön létre. A távolságuk levezetése a csillagok számának a sötét és a környező helyeken való összehasonlításából állapítható meg Wolf ismert módszere szerint. Asklöf³ svéd csillagász az Orion-köd körüli sötét foltokat okozó abszorbeáló felhő távolságára ilyen módon 980 fényévet kapott. Ez annyira egyezik az Orion-ködre kapott távolsággal, hogy minden valószínűség szerint a sötét tömegek összefüggésben állanak a köddel. H. Müller a Taurus és Ophiuchusban fekvő sötét felhő távolságára 660 fényévet kapott.⁴ A felhők okozta átlagos abszorpció körülbelül 1 magnitúdó. Az Ophiuchusban levő sötét felhő a centruma felé erősen kiterjed, benyúlik egészen a Nap közelébe, a másik oldalon pedig egész 3300 fényévig terjed. Az abszorpció itt több mint 3 magnitúdó!

¹ Publ ASP 42. 267. 1930.

² Astrophys. Zeitschrift 1, 339, 1930.

³ Arkiv for. Mat, ... 22, 2, 1930.

⁴ Astrophys. Zeitschrift 2, 254. 1931.

Mivel a Taurus-felhő éppen az ég ellenkező oldalán fekszik, erős a gyanu, hogy a két felhő összefügg egymással. E szerint a Nap maga is bent volna a felhőben. Müller a Tejút két ága között levő helyekben is vizsgálta a csillagok számának a magnitúdóval való menetét. Itt arra a meglepő eredményre jutott, hogyha a Tejút kettéágazását sötét tömegek okozzák, azok igen messze, még a 18-adrendű csillagok átlagos távolságánál is messzebb fekszenek. Ebben az esetben a Tejút fénye főleg még a 18-adrendnél is sokkal gyengébb csillagoktól származnék. Van okunk azonban rá, hogy ezt az eredményt egyelőre fenntartással fogadjuk.

Eddig meglehetősen eltérők a vélemények arról, hogy az ilyen sötét foltokat okozó abszorbeáló anyagok szelektív hatnak-e, vagy nem. Ha ezek tényleg az általános abszorbeáló közeg helyi sűrűsödései, akkor inkább az előbbi várható. Legújabban Seares, Humason és Miss Joyner is erre az eredményre jutottak egy a Cygnusban, pontosabban a 40. Kapteyn-féle áréában levő sötét felhőnél.¹ A csillagszámok világosan mutatják egy, valahol 2000—4000 fényév között fekvő sötét felhő létezését. A Humason által megállapított spektráltípusok és a Seares és Miss Joyner által meghatározott színindexek összehasonlítása arra az eredményre vezetett, hogy a gyengébb, tehát már valószínűleg a sötét felhő mögött fekvő csillagok színindexe a normálisnál sokkal magasabb. Ezzel a kérdéssel kapcsolatban érdemes volna a Wolf által régebben átvizsgált néhány sötét felhőben a csillagok színindexeit újra meghatározni. Wolf ugyanis azt találta, hogy ezek a felhők nem teszik vörösebbé a mögötte levő csillagokat, de Wolf színindexei nem valami túl pontosak és így nem szabad ezt az eredményt további kritika nélkül elfogadni. Általában az ily irányú vizsgálatok szisztematikus kiterjesztése igen kívánatos volna.

D. L.

Külföldi tudósok a svábhegyi csillagvizsgálóról. A nemzetközi jellegű Astronomische Gesellschaft mult évi budapesti kongresszusáról külföldi folyóiratokban megjelent referátumok a svábhegyi csillagvizsgálóról is megemlékeznek.

C. Hoffmeister tanár, a sonnebergi csillagvizsgáló vezetője a «Die Sterne» 1930. évfolyamának 265. lapján a következőképpen ír a svábhegyi obszervatóriumról. «Az új intézet a várostól nyugatra, közel 500 m tengerszín feletti magasságban fekszik. Egy nagyvonalú terv szerint eddig elkészültek: a központi épület, a lakóház, kupolák, két kisebb refraktor és a 60 cm nyílású tükör részére és egy kisebb meridiánház. A refraktorok és a tükör használatban vannak, két régebbi refraktor a mechanikai műhelyben áll. Az egész telep az igazgató és munkatársai céltudatos munkájáról tesz tanúságot, de az állam és a főváros ideális és tetterős anyagi támogatása nélkül nem létesülhetett volna.»

O. Heckmann göttingai egyetemi magántanár a «Himmelswelt» c. folyóirat idei évfolyamának 45—46. lapjain a következő sorokkal emlékezik meg az új intézetről.

¹ Publ. ASP 43, 53, 1931.

«A háború következtében Magyarország nemcsak súlyos anyagi, hanem oly tetemes kulturális veszteségeket is szenvedett, amelyek csak lassú és céltudatos munkával pótolhatók. A magyar nemzetnek régi kultúrjavi újracsúszására és újának teremtésére irányuló akarásáról ismételt nyílt alkalom a kongresszus résztvevőinek meggyőződést szerezni. Ezen élni akarás exponense a jelenlegi kultuszminiszter, gróf Klebelsberg Kuno, aki új kutatóintézeteket hívott életbe, aki nagyvonalúan megszervezte a tudományos utánpótlás kiképzését és kinek törekvései a magyar állam és Budapest székesfőváros áldozatkészségével egy modern nagy csillagvizsgáló létesítésére párosultak. Az intézetet, amely egy szép parkban, néhány száz méternyire a város felett van, augusztus 8-án tekintették meg behatóan a kongresszus résztvevői. Különösen jelentős a Heyde által épített 60 cm-es tükrök, egy nagyon stabil felállítású, hajlított oszloppal és Zeiss-féle regulatorral bíró műszer. Noha minden modern technikai vívmány alkalmazást nyert rajta, az mégis igen egyszerű és szolid benyomást kelt. A modern csillagászat sok ágában ilyen közép nagyságú tükröké a jövő. Könnyen kezelhetők s nem igényelnek olyan kiválóan jó levegőviszonyokat, mint a wilsonhegyi óriási tükrök és emellett ezekkel könnyen kelhetnek versenyre — eltekintve az egészen fénygyenge, távoli objektumok vizsgálatától — a mindinkább nagyobb jelentőségre emelkedő és nagyobb területeket behálózó modern fotometriai megfigyelések terén. Régibb műszereken kívül a svábhegyi csillagvizsgáló már fel van szerelve egészen modern mérőkészülékkel és lemezfotometerekkel, amelyek a reflektor kihasználásának tulajdonképeni feltételei. Természetesen mechanikai műhely sem hiányozhatott. A szép svábhegyi csillagvizsgáló céltudatos felszerelése arra a reményre jogosít, hogy az a mai csillagászatban méltó helyet fog elfoglalni.»

Sirius vörös színéről. A régiek ezt a csillagot tudvalevőleg vörös színűnek észlelték, holott az objektum oly sárgásfehéres csillag, melyben a fehér szín a túlnyomó. Miután az időközi színváltozás igen valószínűtlen feltevésekkel volt csak magyarázható, mindezideig rejtély maradt Sirius színváltozásának az oka.¹ Ez a rejtély *Graff* bécsi tanárnak a Mallorca szigetén végzett megfigyeléseivel is megoldást nyert, ahol az a légköri extinkciókoéfficiens meghatározásával foglalkozott. E megfigyeléseinek feltevése előtt a felkelő Sirius intenzív vörös színe, amely a csillag emelkedő magasságai mellett fokozatosan csökkent.

Hogy e színváltozás számszerű törvényszerűségét megállapítsa, *Graff* különböző magasságok mellett úgy színbecsléssel, mint színméréssel határozta meg Sirius színtónusát és a következő eredményeket kapta. Sirius színe

1°	magasságnál az N	spektráltípusú	(mélyvörös színtónusú)
2°	«	az M	« (sárgásvörös «)
3°	«	a K	« (intenzív sárga «)
4—5°	«	a G	« (sárga «)
6—8°	«	az F	« (sárgás «)
9—12°	«	az A	« (fehér «)

¹ L. Harkányi B. «Sirius színéről az ókorban». *Stella-Almanach* 1928-ra. 107—113. l.

csillagok színével egyenlő ; míg tehát Sirius 7° -nál magasabbra nem emelkedett, színe vörös és vörösesnek mutatkozott. A régiak színadata tehát a felkelő Sirius színére vonatkozhatott s észleléseik bírtak reális alappal. A *Graff*-féle megfigyelések azt is mutatják, hogy a csillagok, amíg magasságuk 12° -nál kisebb, kolorimetrikus megfigyelésekre nem igen alkalmasak.

T. A.

Foszfor a csillagok légkörében. *O. Struvének*¹ újabban sikerült egy Bz spektraltípusú csillag színképében a foszfor vonalaira akadni, ami annál figyelemreméltóbb eredmény, minthogy ez az első ilyirányú pozitív sikerrel járt kísérlet. A nehézséget az a körülmény okozta, hogy a foszfor neutrális atomja színképének a közönséges fotografikus részében nincsenek vonalai. Azonban ebben az intervallumban a kettősen ionizált atom színképének 5 vonala is van s ezért elméleti úton arra kellett következtetni, hogy a magasabb hőmérsékletű B-típusú csillagok légkörében foszfornak elő kell fordulnia. Az elméleti következtetés helyességét a siker igazolta. T. A.

A Nap ultraviolettsugárzása. A napsugárzás változásának kérdése a változócsillagok elméletének szempontjából elsődrendű fontosságú. Ha sikerül a napsugárzás változását bebizonyítani, akkor Napunkat változó törpecsillagnak kell tekintenünk. A sugárzás intenzitásával egyidejűleg megfigyelhetjük a felületén lejátszódó tűneményeket s a köztük esetleg fennálló összefüggésekből következtetéseket vonhatunk a többi változócsillag fényingadozásának a mechanizmusára is.

A napsugárzás szisztematikus vizsgálatával Amerikában *Abbot* és társai, Európában főleg *Granquist* foglalkoztak. A napsugárzás mutatott bizonyos ingadozásokat, ezek a változások azonban a mérések pontosságával csökkentek. *Guthnick* és *Stebbins* fotoelektromos úton vizsgálták meg a bolygókról visszavert napsugárzást. Kimutatták, hogy ha a napsugárzás egyáltalán ingadozik is, ingadozása nem lehet 1%-nál nagyobb.

A napsugárzás ingadozására vonatkozó kutatások új lendületet vettek, amidőn *Abbot* kimutatta, hogy a Nap ultraviolettsugárzása percentagealisan sokkal nagyobb változásokat mutat, mint az összsugárzás. *Pettit* thermocouple-k segítségével mérte az ultraviolettsugárzásnak viszonyát a zöld-sugárzáshoz. Ez az arányszám tényleg nagy ingadozásokat mutatott. Ha feltételezzük, hogy a zöld-sugárzás állandó, úgy az észlelt ingadozásokat az ultraviolettsugárzás ingadozásainak kell tulajdonítanunk.

De vajjon az észlelt ingadozások félszke tényleg a Napban keresendő-e, amint azt *Pettit* és mások feltételezik? *Pettit* úgy gondolta, hogy nagyszámú napfolt idején a napsugárzás is erősebb. Az eddigi méréseiről beszámoló dolgozatában,² bár elismeri, hogy 1928 júniusától 1929 júniusáig az ultraviolettsugárzás és a napfoltok száma éppen ellenkező lefolyást mutat, megállapítja, hogy ezen rendellenes időszak kivételével az ultraviolettsugárzás

¹ Phosphorus in Stellar Spectra. Astrophysical Journal 71—150.

² Pop. Astr. 39, 19. 1931.

sugárzás és a napfoltok száma között határozott összefüggés mutatkozik. *Bernheimer* elveti *Pettit* eme megállapítását.¹ *Bernheimer* kimutatja, hogy az ultraviolettsugárzás az egyes éveken belül szabályszerű ingadozásokat mutat, január és február közé eső maximummal és az ezt pontosan hathónapos fáziskülönbséggel követő, július és augusztus közé eső minimummal. Mivel pedig már régóta ismeretes, hogy a Föld légkörének átlátszósága nagyobb télen, mint nyáron, ezt az ingadozást egyszerűen a légkör átlátszóságában fellépő változásoknak kell tulajdonítanunk. *Bernheimer* meghatározta az ultraviolettsugárzás és a napfolt-szám havi közepének a menetét, előbbinél kiküszöbölve az évi ingadozást. Világosan látható, hogy a két jelenség különböző lefolyású s hogy a kettő egymással semmiféle vonatkozásba sem hozható, sőt *Pettit* elgondolásával ellentétben, az ultraviolettsugárzás minimuma — a két görbe eltérő menete miatt minden bizonnyal csak véletlenül — a napfoltok számának maximumával esik össze.

Bernheimer szerint tehát az eddigi megfigyelési anyag alapján semmi jogunk sincs a Napot változó csillagnak tekinteni. A sugárzás észlelt ingadozása nem a Napban, hanem a Föld légkörében jön létre. *Horváth Antal*.

Hírek üstökösökről. Az 1925 II (*Schwassmann-Wachmann*) üstökös még mindig követhető, sőt újabb meglepetéssel is szolgált. Február 10-én fényessége hirtelen közel százszorosára emelkedett, egyúttal magja erősen kiterjedt, anélkül azonban, hogy az üstök nagysága változott volna. Tíz nappal később megint minden a régi volt. Ugyanaz a jelenség ismétlődött tehát, amilyent 1929 végén észleltek.² Kielégítő magyarázatát jelenleg aligha lehet adni, amiben nem kis része van annak is, hogy az üstökösök fotometriája nagyon elhanyagolt ága a csillagászatnak.

Mivel az üstökös pályájának excentrumossága mindössze 0.14 — üstökösöknél az eddig talált legkisebb érték — remélhetőleg az üstökös pályájának a Naptól legtávolabb eső részében is megfigyelhetjük majd. Az üstökösök történetében erre még nem volt példa.

Az 1927 IV (*Stearns*) üstökös most már a negyedik éve követik. Távolsága jelenleg több mint 11 csillagászati egység, tehát az üstökös messze túl van a Saturnus pályáján. Fényessége nagyon kicsi, körülbelül 17 magnitúdó.

Az 1930 b = 1930 IV (*Beyer*) üstökös sem sokkal fényesebb, 14—15 magnitúdójú kis ködszerű folt. A *Smiley* által végzett legújabb számítások szerint keringési ideje 1612 év.

Az 1930 d = 1930 VI (*Schwassmann-Wachmann*) üstökös múlt év júniusában aránylag elég közel jutott a Földhöz. A Föld az üstökös pályasíkján június 9-én haladt át és ezen a napon *Nakamura* japán csillagász tekintélyes számú meteorhullást észlelt. A meteorok kisugárzó pontjának, az úgynevezett radiánsnak helyzete kétségkívül igazolja a meteoroknak az üstökösrel való összefüggését. Legközelebb ez év június 8-án, közép-

¹ Lund Circ. No. 2. 1931.

² Stella, V. évf. 54., 1930.

európai időben 15 órakor halad át a Föld az üstökös pályasíkján. Az esetleg ekkor megismétlődő meteorhullás így megint csak Japánban és a Csendes Óceánon lesz észlelhető.

1930 g (*Nakamura*) üstökös (?) Mult év november 13-án találták Kyotóban fotográfiai lemezen. Fényessége 13,5 magnitúdó volt. November 14-én és 15-én lefotografálták újra és 16-án *Nakamura* vizuálisan is megfigyelte. A 13., 14. és 15-iki pozíciókból *Sibata* számította a parabolikus pályát. Az ennek alapján készült efemeris által adott helyeken azonban hiába keresték később. Így nem dönthető el biztonsággal, hogy a *Nakamura* által talált objektum tényleg üstökös-e, vagy pedig kisbolygó.

Az 1930-ban esedékes periódusos üstökösök közül hiába keresték a *Daniel 1909 IV* és a *d'Arrest üstökös*t. 1931-ben kell az *Encke-üstökös*nek visszatérni. *Van Biesbroeck* már készített több felvételt az efemerisekben adott helyek környékéről, ezideig eredmény nélkül. Az üstökös valószínűleg még nagyon gyengefényű. D. L.

H. van Gent holland csillagász *Johannisburgban* a *Puppis* csillagképben egy nagyon gyenge, 14—15 magnitúdójú változó csillagot fedezett fel, amelynek periódusa mindössze $1^h 40^m$.¹ Változó csillagoknál az eddig ismert legrövidebb periódus $3^h 20^m$ volt az *XX Cygni* δ *Cephei*-típusú változó csillagnál.

A *Royal Astronomical Society* aranyérmét ez évben *W. de Sitter* holland csillagász, a *leideni* obszervatórium igazgatója kapta a *Jupiter*-holdak pályáiról és a relativitás elmélet csillagászati problémáiról végzett értékes munkásságáért. A *Jackson-Gwilt* érmet *W. Tombaugh*nak, az *amerikai Lowell* obszervatórium asszisztensének ítelték a *Pluto* felfedezéséért.

KÖNYVSZEMLE.

Fr. Nölke, *Der Entwicklungsgang unseres Planetensystems*. Dümmlers Verlag, Berlin-Bonn, 1930.

A kozmogóniai elméletek azóta bírnak tudományos színezettel, a valószínűség némi látszatával, amióta kiváló teoretikusok, mint *Poincaré*, *Moulton*, *Jeans* az ismertebb elméleteket mechanikai-matematikailag tudományos mezbe öltöztetni sikerrel megkísérelték. Általában azonban az exakt tudományok művelői nagy rezerváltsággal viselkednek ezekkel a kérdésekkel és elméletekkel szemben, mert a legtöbb nélküli az exakt alapot. Viszont igaz az is, hogy csak negatív kritikával nem lehet célhoz jutni, hanem csak kritikailag megalapozott pozitív munkával. Ilyen pozitív eredményre törekszik *Nölke* a szakkörök előtt jól ismert, de nem mindenben helyeselt azon módszerével, hogy a *Naprendszer* jelenlegi állapotából annak őállapotára akar következtetni. Ezen indukció közben adódik,

¹ Bull. Astr. Inst. Netherlands. VI., 93., 1931.

hogy a megfigyelési eredmények és elméleti segédeszközök közül mi tartható meg és mi rostálendő ki. Szerző felfogása szerint ily úton kristályosodik ki a bolygók és holdjaik kialakulásának hipotézismentes, kritikailag meg-alapozott képe.

Szigorú kritika és nagy pedanteria lépten-nyomon kiütözik szerző fejtegetéséből. E tulajdonságok művét, és a naprendszerrel szóló kozmogóniáját jelentős munkává avatják, amelynek fejtegetéseit azonban csak mélyebben járó elméleti ismeretek birtokában lehet folyamatosan követni. Az ily ismeretekkel rendelkező olvasó, bár a munka gyengéire figyelmessé válik, kénytelen beismerni, hogy a kozmogóniai kérdésekben alaposabb és tárgyilagosabb munka ezidőszert nincsen. Aki a szükséges ismeretkörrel bír az elméleti csillagászatból, a könyv áttanulmányozásával párját ritkító összefoglaló képet kap minden jelentősebb kozmogóniai elméletről, ezeknek tudományos értékéről s végül azokról a nehézségekről, amelyekkel kozmogóniai elméletek kitervelésénél találkozunk s melyekről e kérdéseket tárgyaló legtöbb szerző nem látszik tudomással bírni.

T. A.

Barlow's Tables of squares, cubes etc., 3. kiadás, sajtó alá rendezte L. J. Comrie. London, 1930. A londoni Royal Naval College kiváló superintendense, Comrie a numerikus számolással foglalkozókat nagy hállára kötelezte, amikor Barlow 1814-ben első ízben megjelent számtábláinak harmadik, tartalmilag javított kiadására vállalkozott. A számtáblázatok adják az $n = 1$ -től $n = 10.000$ -ig terjedő egész számoknak második és harmadik hatványait (tehát az n^2 és n^3 értékeket), ezeknek négyzet és köbgyökeit (\sqrt{n} , $\sqrt[3]{n}$), továbbá reciprok ($1/n$) értékeit; az $n = 1$ -től $n = 1000$ -ig terjedő számoknak negyedik hatványait (n^4) és $1/\sqrt[4]{n}$ értékeit; végül az $n = 1$ -től $n = 100$ -ig terjedő számkörben az egész számok 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10-ik hatványait, továbbá az 1-től 10-ig terjedő egész számoknak 11., 12., 13., ... 20-ik hatványait.

T. A.

Sir J. Jeans, *The Universe Around Us*, Cambridge 1930. II. kiadás.

A népszerű csillagászati irodalom terén alig van könyv, amely oly méltó feltűnést keltett volna, mint Jeansnak 1929-ben megjelent szóban-forgó könyve, amely egy éven belül második kiadást ért. Ugy tartalom, mint az anyag beosztása tekintetében a könyv egészen eredeti. Szerző teljesen szakított a csillagászatot népszerűsítő könyveknek szélesre és laposra taposott szokásos beosztásával és nagyképű tárgyalási módszerével. Szerzőnek — aki a modern kozmogóniának egyik legkiválóbb képviselője — célja az volt, hogy könyvében bemutassa a csillagászat legaktuálisabb és legizgatóbb kérdéseit új világításban.

Könyve egy tizenöt oldalas bevezetésen kívül hat fejezetből áll. A csillagászat tanulmányozásáról szóló bevezetés tulajdonképpen szellemes gondolatoktól szikrázó áttekintés a csillagászat haladásáról a távcső felfedezése óta. Az *ég kutatásáról* szóló I. fejezet a Naprendszerrel, a csillagcsoportokról, a csillagok súlyáról, a csillagvilág terjedelméről tájékoztat és

a mindenségről szerkesztett modell bemutatásával végződik. — A II. fejezet az *atomvizsgálat* keretében a radioaktivitással, a sugárzással s a kvantumelmélettel foglalkozik. — *Idővizsgálat* a címe a III. fejezetnek, amelyben a Föld és a csillagok korának, a napsugárzásnak és forrásainak a megállapítására vonatkozó vizsgálatokkal találkozunk. — A IV. fejezetben vázlatot ad szerző a *világegyetem szerkezetéről*, kozmogóniai elméletek ismertetése mellett. — A *csillagok* című V. fejezetben egyes csillagokról, a csillagok különbségeiről, belső állapotukról és fejlődésük menetéről kapunk képet. Végül a *Kezdet és vég-ről* szóló V. fejezet thermodynamikai fogalmak előrebocsátása után a világegyetem életéről tárgyal és azzal a megnyugtató megállapítással végződik, hogy Földünk, ha kozmikus katasztrófa nem éri, legalább egy billió évig lesz még lakóhelye a szerves életnek. Ez ötszázszor annyi idő, amennyi a Föld keletkezése óta telt el és három milliószer annyi, amennyi óta az ember uralkodik a Földön. Kerekszámokban kifejezett becslések szerint ugyanis

a Föld kora	2 000 000 000 év
a Földön a szerves élet kora .	300 000 000 «
a Földön az ember kora	300 000 «

Mathematikai formulával csak igen elvétve találkozunk a könyvben, mert szerző arra törekedett, hogy gondolatait az olvasó nehézségek nélkül követhesse. Stílusa egyszerű, de megkapó és előadása a népszerű tárgyalás magasiskolája. Adatai megbízhatók és ha minden megállapítása és hypothézise későbbi kutatások világításánál nem is fog megállhatni, az mivel sem kisebbíti a könyv értékét, mert még a szigorú tudományos könyveknek sok megállapítása, sok tétele is elavul az idők folyamán, hiszen ez a fejlődés.

Jeans fölöttébb érdekes könyve «*Sterne, Welten und Atome*» címen már német fordításban is megjelent és könyvét a Természettudományi Társulat Könyvkiadóvállalata magyar nyelven is ki fogja adni. T. A.

H. Shapley: *Star Clusters*. Harvard Observatory Monographs. No 2. Mc Graw Hill Book Company, Newyork 1930. 8°, 276 oldal. Kötve 27.30 P.

Shapley könyvében kitűnő áttekintést nyújt nemcsak a gömbhalmazokra vonatkozó jelenleg rendelkezésünkre álló, nagyrészt magától *Shapley*-től származó megfigyelési anyagról és a belőle vonható következtetésekről, hanem az ezen vizsgálatokkal kapcsolatban felvetődő egyéb problémák mai állásáról is. A nyílthalmazokra vonatkozó rész azonban nem mondható sikerültnek. *Trumpler* idevágó eredményei nincsenek kellőképpen figyelembe véve és ez a hiány különösen e halmazok távolságairól szóló paragrafusokban érezhető. A nyílthalmazokra egyébként *Shapley* a sokkal jellemzőbb *galaktikai halmazok* elnevezést hozta be.

Ama számos teoretikus kutatásról, amelyekben a kinetikai gázelmélet módszereit próbálták alkalmazni a csillaghalmazokra, a könyv nem emlékezik meg. Ezt azonban nem kell sajnálnunk, egyrészt, mert azok úgysem vezettek semmiféle pozitív eredményre, másrészt pedig azért, mert *Bruggencate* 1927-ben megjelent könyvében már részletesen tárgyalta őket.

Az I. fejezet bevezető megjegyzései után a II. a halmazok számával, osztályozásával és látszólagos eloszlásával foglalkozik. Ma 93 izoláltan álló gömbhalmazt ismerünk, amelyek a könyv végén található függelékben vannak felsorolva. Ugyancsak a függelékben 249 galaktikai halmazról is van katalógus, de ezt nem tarthatjuk teljesnek mai ismereteink alapján sem, hiszen *Trumpler* katalógusában (Lick Bull. 420) 334 van, sőt egy, a közeljövőben megjelenő, a lundi csillagdán *Lundmark* és *Collinder* által összeállított katalógusban 470 galaktikai halmaz lesz felvéve. A III. fejezetben a halmazok spektrális összetételéről van szó. Csak három gömbhalmaznál, (M 3-, 13- és 22-nél van elégséges megfigyelési anyagunk ahhoz, hogy színindex-magnitúdó diagrammokat készíthessünk róluk. Emellett ismerjük 41 gömbhalmaz integrált spektrumát. A galaktikai halmazokról most már elég bő az anyag, úgyhogy az ilyen «Russell-diagram»-mok alapján osztályozhatjuk is őket. A IV. fejezet a halmazokban található változócsillagokkal foglalkozik. Eddig 45 gömbhalmazt kutattak át változók után. Közülük csak háromban nem találtak egyet sem; 41%-ukban csak néhány van, de vannak olyanok is, ahol az ismeretes változók száma felülmúlja a százat (ω Centauri: 132, M 3: 166 változó). A gömbhalmazokban eddig felfedezett változók száma 886. A legnagyobb részük a rövidperiódusú δ Cephei-típushoz tartozik és ezek sajátosságait részletesen ismerteti *Shapley*. A galaktikai halmazokban a változók igen-igen ritkák. A következő három fejezet a halmazok szerkezetét tárgyalja. Azt a gyakran hangoztatott nézetet, hogy a halmazokban spirális struktúra nyomai lehettek fel, *Shapley* kellő kritika után visszautasítja. A halmazoknak a gömbalaktól való eltérését és a nagytengelynek a Galaktika síkjához való viszonyát új megfigyelési anyag alapján tárgyalja. Az a megállapítása, hogy a galaktikai halmazok nagytengelyei minden szabály nélkül vannak irányítva, ma már nem áll. *Collinder* sokkal nagyobb anyag alapján legújabbban kimutatta, hogy a nagytengelyek tendenciát mutatnak a Galaktika síkjával való párhuzamosságra (Lund Circ. 2. 25. 1931). A VIII. fejezetben a különböző hullámhosszú fénysugarak sebességének azonosságáról van a jól ismert *Shapley*-féle bizonyítás. Az intersztelláris tér átlátszóságáról szóló IX. fejezet az újabb kutatások szerint valószínűleg nagyobb revízióra szorul. A X.-ben a Leavitt-féle periódusfényesség-görbe diszkusszióját találjuk. Az újabb revízió után a halmazváltozók fotografiai abszolút fényességére 0.00 magnitúdó adódott. Ezt az értéket használja fel *Shapley* a XI. fejezetben a gömbhalmazok távolságának újabb meghatározására. Azon halmazok távolságára, amelyekben változókat nem ismerünk, a látszó átmérőből és az integrált magnitúdóból következtet. A kép, amelyet a revideált megfigyelési anyag alapján a Tejútrendszer dimenzióiról kapunk, nem különbözik lényegesen a régitől. A Tejútrendszer nagyatméről 70 000 parsek, a centrumtólünk 16 000 parsek távolságban fekszik $\alpha = 17^h 30^m$, $\delta = -30^\circ$ irányban. A XIII. fejezet címe: Csillaghalmazok a Magellan-felhőkben. Mivel a Harvard-obszervatórium új 60 hüvelykes reflektora lesz majd hivatva a Magellan-felhők tüzetes vizsgálatára, az itt közölt eredmények csak provizóriumok. A XIV. fejezet kozmogóniai fejtegetések mellett hozza *Shapley*-nek a Tejútrendszer szerkezetéről szóló legújabb elméletét: a Szupergalaktika-

hipotézist. Sajnos, az ellenmondások, amelyekbe a lokális csillagrendszer különböző definíciójánál szoktak kerülni, itt sem megemlítve, sem eltüntetve nincsenek. A XV. fejezet rövid összefoglalás.

A stílus egyszerű és világos és a sok ábra még jobban megkönnyíti a megértést. A könyv végén az utolsó 50 év egész irodalma: 812 értekezés van felsorolva. Kuriózumkép érdemes megemlíteni, hogy *Shapley* maga 151 értekezéssel szerepel a listában.

Dunst László.

LEVÉLSZEKRÉNY.

Kérdések.

1. Ismerjük-e már az új nagy bolygó tömegét?

Dr. T. J., Budapest.

2. Az 1931. évi almanachból nem tudjuk meg a kisbolygók számát. Hány planetoidát ismerünk?

K. N., Budapest.

3. A Kant—Laplace-féle elmélet szerint az ősköd, amelyből a naprendszer keletkezett, forgásban volt. Lehetséges és ha igen, mily módon lehetséges a csillagok forgását kimutatni?

F. R., Budapest.

4. Folyó évi szeptember 26-án újra egy nálunk is látható teljes holdfogyatkozás lesz. Kérem tudatni, hogy a Hold egyes ismertebb objektumai mikor lépnek be az árnyékmagba, illetve mikor lépnek ki abból.

Dr. W. K. Budapest.

5. A hold- és napfogyatkozások periódusos visszatérésének illusztrálására kérném közölni a jelen század eddigi hold- és napfogyatkozásainak időpontját.

K. S.

Feleletek.

1. **Plutó tömege.** Hogy az új nagy bolygó tömegének az értéke megfigyelésekből pontosan levezethető legyen, ahhoz pályájának pontos ismerete szükséges. Ettől azonban még távol vagyunk, mit igazol az a körülmény, hogy felfedezése után utólag 1921 és 1927 közötti időtartamban készült fotografiai felvételeken kikutatott helyei néhány másodpercnyi eltérést mutatnak eddigi megállapított pályaelemeivel szemben. Egyedül csak *Wolf*-nak egy 1914 január 23-áról való felvételéről levezetett pozícióadatok maradnak egy ívmásodpercnyi határon belül. Fényessége tizenhat évvel ezelőtt *Wolf*-nak kérdéses felvétele szerint 16-odrendű volt, jelenleg 15-ödrendűnél valamivel fényesebb.

Jackson terjedelmesebb vizsgálatot végzett Plutó tömegének a meghatározására. Szerinte az új bolygó tömege nem igen különbözik Neptunus tömegének huszadrésztétől, vagyis kisebb lenne egy földtömegnél. *Nicholson* és *Mayal* alapul véve *Jackson* vizsgálati anyagát, más módszerrel 1.08 földtömegértéket vezettek le 23%-nyi bizonytalansággal. Ez annyit jelent, hogy az új bolygó tömege nagyobb fél és kisebb másfél földtömegnél

T. A.

2. **Újabb kis bolygók.** Az 1930. évi almanach 57—58. lapja az 1928 végéig megszámozott kis bolygók jegyzékét hozza és e jegyzék az 1091 [1928 D T] számmal ellátott kis bolygóval végződik. Az addig felfedezett kis bolygóknak száma azonban jóval több, de végleges számmal csak azokat látják el, amelyekről a felfedezési adatokon kívül még későbbi megfigyelések is vannak. Így 1928-ban 175 újnak tekinthető kis bolygó kapott ideiglenes megjelölést. Ezek közül azonban csak 154 felfedezés esik 1928-ra, a többi pedig korábbi. Végleges számot a 175 közül mindössze 19 kapott és ezekből csak három, az 1083, az 1090 és 1901-el megjelölt 1928. évi.

1929-ben 165-el szaporodott az újnak tekinthető planetoidáknak a száma. E számból 164 felfedezés 1929. évi. Mivel 11-ről kiderült, hogy azonosak régebben felfedezettekkel, tulajdonképpen 154 új felfedezés esik 1929-re. Ebben az évben 25 kapott végleges sorszámot és pedig hat 1929. évi, egy-egy az 1924—1927. évekből és 15 az 1928. évek közül. A megszámozott planetoidák száma így 1929-ről 1116-ra emelkedett 1929 folyamán.

Az 1930-ban felfedezett 223 új kis bolygó közül 52 találatot azonosnak megelőző éveikkel, erre az évre tehát 171 új felfedezés jut. Ebben az évben 36 kapván új sorszámot, a sorszámozottaknak száma 1152-re emelkedett a múlt év végével. A 36 közül 5 való 1930-ból, a többi a megelőző három évből.

Az eddig felfedezett többinek sorsa még bizonytalan.

T. A.

3. **A csillagok forgása.** A jelen század elejéig *Laplace* kozmogóniai elmélete állott előtérben, mert aránylag egyszerű módon látszott a naprendszer kozmogóniai viszonyairól elfogadható megfejtést nyújtani és e mellett oly matematikai megalapozottsággal van kidolgozva, amely *Kant*-ből teljesen hiányzik. A két elméletet a népszerű irodalom egyszerűen összevonta és *Kant*—*Laplace*-féle elméletnek vette, holott a kettőnek kiindulása lényegesen eltér egymástól. *Kant* elkülönítetten álló, tehát diszkrét tömegekből, *Laplace* pedig összefüggő forgó ösködből indult ki. Előbbinek elméletében a diszkrét östömegek minden lehetséges irányú mozgással bírnak s az egymással szemben mozgóknak összeütközéséből származnak az izolált nagyobb forgó vonzási tömegcentrumok. Ezek közül a legnagyobb a Napnak, a kisebbek a bolygóknak őanyag. *Laplace* elméletében a forgónak feltételezett őanyag a rendszer legkülsőbb tagján is túl terjed, amely kondenzálódás folytán összehúzódván, időközönként egyenlítői részéből leváltak nagyobb tömegek. Ezekből származtatja ez az elmélet a bolygók keletkezését; a belőlük levált anyagokból pedig a holdakét. Mindkét elmélet két különböző folyamat kisebb-nagyobb arányú ismétlődéséből származtatja tehát a Naprendszert. Ezért nem is lehet *Kant*—*Laplace*-féle elméletéről beszélni. Az újabb kozmogónia az első a meteorithipotézisek, a másodikat a nebulahipotézisek csoportjába sorolja.

Az újabb kutatások eredményei *Laplace* elméletét alapjaiban rendítették meg. Belőle nem is lehet az égi testek forgását bizonyítani, hiszen a bebizonyítandó a hipotetikus kiindulás. Ugyanebben a hibában szenved a modern kozmogóniai elméletek közül is a legtöbb. Ezzel a hipotetikus

kiindulással szemben a valóság az, hogy az égi testek forgásáról még nagyon keveset tudunk.

A Naprendszer tagjainak forgását aránylag könnyű kimutatni, egyeseknél a forgás néhány órán belül szemmel láthatólag állapítható meg. A csillagok forgása ily rövid úton nem mutatható ki, hanem csak a megfigyelési eredmények helyes értelmezése vezet erre a következtetésre.

Az úgynevezett fődési változó csillagoknál a fényváltozás törvényszerűsége és ennek periódusos ismétlődése csak úgy magyarázható, hogyha felvesszük, hogy két csillag úgy kering egymás körül, hogy a keringés időtartama egyenlő a két csillag tengelykörüli forgásának időtartamával. Ezen csillagoknál ugyanerre az eredményre a komponensek radiális sebességei közötti csekély különbségek is vezetnek, mert ezek a komponensek rotációjának a felvétele nélkül meg sem magyarázhatók.

Más színképi vizsgálatok eredményei is a csillagok rotációjára utalnak. Ezt a Wega (α Lyrae) és Atair (α Aquilae) színképeinek az összehasonlítása teszi érthetővé. A két csillag spektráltípusa alig különbözik egymástól. Abszolút fényességük között sincsen nagy különbség. Az elsőnek színképében van számos vonal, a másodikéból ezek hiányoznak; csak a λ 4481 helyén mutat utóbbi egy széles diffúz-szalagot. A két csillag színképe alig hasonlít egymáshoz, holott két ugyanazon színképtípushoz tartozó, ugyanazzal a hőmérséklettel és közel ugyanazzal az abszolút fényességgel bíró csillag színképe általánosságban hasonló egymással. Kutatták tehát a színképek eltéréseinek okát. A laboratóriumokban tapasztalt okokkal az eltérés nem volt magyarázható, hanem csak annak felvételéből, hogy a két csillagban az atomok mozgási sebessége eltérő értékű, azaz hogy két különböző, de rendszeres mozgásról lehet csak szó. A kettős csillagokon nyert színképi vizsgálatok eredményei alapján azután beigazolást nyert, hogy a színképi eltérések a csillagok különböző sebességű forgásának tulajdonítandók. A színképek eltérő kinézése tehát tisztán mechanikai okra is visszavezethető és nem függ össze mindig a fizikai állapottal. Egyébként l. a mult évi Stella 126. lapján, a 3. kérdésre adott feleletet.

T. A.

4. Az 1931. szeptember 26-iki teljes holdfogyatkozás. A következő táblázat adja a Hold egyes ismertebb objektumainak az árnyékmagba való belépésének, illetve abból kilépésének időpontját középeurópai időben kifejezve. Az objektumok jelzése a Schurig—Götz-féle «Tabulae caelestes» szerint történt.

Belépések:

Kilépések:

Félgárnyékba	17 ^h 40 ^m .7 ^m	Teljesség vége	21 ^h 30 ^m .5 ^m
Árnyékmagba	18 54.2	(35° déli szélesség)	
23° északi szélesség		142A Byrgius	34 ^o
107a Olbers	55.1	149 Riccioli	34 ^o 5
149 Riccioli	19 00.0	145 Cruiger	34 ^o 5
103 Herodotos	0.5	137 Schickard	35 ^o 0
102 Aristarchos	1.5	148 Grimaldi	35 ^o 2

<i>Belépések :</i>		<i>Kilépések :</i>			
148	Grimaldi	19 ^h 2·8 ^m	137	Schickard	21 ^h 36·7 ^m
—	Sinus Iridum	5·9	107a	Olbers	36·9
108	Kepler	7·3	137	Schickard	37·9
145	Crueger	8·1	146	Billy	39·8
—	Sinus Iridum	9·9	144	Gassendi	43·4
146	Billy	10·8	103	Herodotos	46·9
142A	Byrgius	12·9	102	Aristarchos	47·7
79	Plato	14·2	108	Kepler	48·1
90	Copernicus	14·3	117	Tycho	51·8
79	Plato	15·1	—	Sinus Iridum	56·0
90	Copernicus	15·1	90	Copernicus	56·9
144	Gassendi	15·9	—	Sinus Iridum	22 00·7
90	Copernicus	16·0	88	Eratosthenes	2·9
79	Plato	16·1	132a	Moesting	3·2
88	Eratosthenes	18·0	128	Ptolemaeus	4·9
83	Archimedes	19 19·0	79	Plato	6·0
137	Schickard	24·8	83	Archimedes	8·0
132a	Moesting	25·7	54	Hyginus	12·1
137	Schickard	27·8	48	Manilius	14·8
48	Manilius	29·0	51	Dionysos	18·0
54	Hyginus	29·3	46	Menelaus	18·2
128	Ptolemaeus	30·0	47	Plinius	22·7
137	Schickard	31·0	42	Hercules	24·3
46	Menelaus	32·0	60	Eudymion	25·2
62	Hercules	33·0	24	Humboldt	22 30·8
60	Eudymion	33·4	31	Messier	31·7
47	Plinius	36·1	72	Proclus	32·1
51	Dionysos	36·3	63	Strune	32·2
117	Tycho	37·8	—	Mare Crisium	33·6
63	Struve	40·9	24	Humboldt	34·0
72	Proclus	45·2	76	Appolonius	37·0
—	Mare Crisium	45·5	—	Mare Crisium	38·9
31	Messier	51·1	Teljesség vége		22 41·8
—	Mare Crisium	51·6	(12° északi szélesség)		
76	Appolonnis	19 53·0	Kilépés a félárnyékból		23 55·3
24	Humboldt	20 3·2			
Teljesség kezdete		5·5			
(45° déli szélesség)					
Fogyatkozás közepe		20 48·0			
Hold-föld-árnyékkép távolság = 14'30.5"					

P.E.

5. Nap- és holdfogyatkozások a jelen században. Alább közöljük a huszadik század fogyatkozásainak időpontjait 1933-ig bezárólag. A csil-

laggal jelöltek nálunk is láthatók voltak, vagy lesznek. (A gyűrűs és teljes fogyatkozások csak mint részlegések.)

Év	Napfogyatkozások		Részleges	Holdfogyatkozások	
	Teljes	Gyűrűs		Teljes	Részleges
1901.....	V. 17.	XI. 10.*	—	—	X. 27.
1902.....	—	—	IV. 8.	IV. 22.*	—
	—	—	V. 7.	X. 16.	—
	—	—	X. 30.*	—	—
1903.....	IX. 20.	III. 28.	—	—	IV. 11.*
	—	—	—	—	X. 6.*
1904.....	IX. 9.	III. 16.	—	—	—
1905.....	VIII. 29.*	III. 5.	—	—	II. 19.*
	—	—	—	—	VIII. 14.
1906.....	—	—	II. 22.	II. 8.	—
	—	—	VII. 21.	VIII. 4.	—
	—	—	VIII. 19.	—	—
1907.....	I. 13.	VII. 10.	—	—	I. 29.
	—	—	—	—	VII. 24.
1908.....	I. 3.	VI. 28.	—	—	—
	—	XII. 22.	—	—	—
1909.....	VI. 17.	—	XII. 12.	VI. 3.*	—
	—	—	—	XI. 26.	—
1910.....	V. 8.	—	XI. 1.	V. 23.	—
	—	—	—	XI. 16.*	—
1911.....	IV. 28.	X. 21.	—	—	—
1912.....	X. 9.	IV. 16.*	—	IV. 1.*	IX. 25.
1913.....	—	II. 24.	IV. 6.	III. 21.	—
	—	—	VIII. 31.	IX. 14.	—
	—	—	IX. 29.	—	—
1914.....	VIII. 20.	II. 24.	—	—	III. 11.*
	—	—	—	—	IX. 4.*
1915.....	—	II. 13.	—	—	—
	—	VIII. 15.	—	—	—
1916.....	II. 13.	—	—	—	I. 19.
	—	VII. 29.	—	—	VII. 14.
1917.....	—	XII. 13.	I. 22.	I. 7.*	—
	—	—	VI. 18.	VII. 4.*	—
	—	—	VII. 18.	XII. 27.	—
1918.....	VI. 8.	XII. 3.	—	—	VI. 23.
	—	—	—	—	—
1919.....	V. 28.	XI. 22.	—	—	XI. 7.*
	—	—	—	—	—
1920.....	—	—	V. 17.	V. 2.	—
	—	—	XI. 10.	X. 27.	—
1921.....	IX. 30.	IV. 7.	—	IV. 21.	X. 16.
1922.....	IX. 20.	III. 27.	—	—	—

Év	Napfogyatkozások			Holdfogyatkozások	
	Teljes	Gyűrűs	Részleges	Teljes	Részleges
1923.....	IX. 10.	III. 16.	—	—	III. 2.*
	—	—	—	—	VIII. 25.
1924.....	—	—	III. 5.	II. 20.*	—
	—	—	VII. 31.	VIII. 14.	—
	—	—	VIII. 29.	—	—
1925.....	I. 24.*	VII. 20.	—	—	II. 8.*
	—	—	—	—	VIII. 4.
1926.....	I. 14.	VI. 9.	—	—	—
1927.....	VI. 29.	I. 3.	XII. 24.	VI. 15.	—
	—	—	—	XII. 8.	—
1928.....	V. 19.	—	VI. 17.*	VI. 3.	—
	—	—	XI. 12.*	XI. 27.	—
1929.....	V. 9.	XI. 1.*	—	—	—
1930.....	X. 21.	IV. 28.	—	—	IV. 3.
	—	—	—	—	X. 7.
1931.....	—	—	IV. 18.	IV. 2.*	—
	—	—	IX. 12.	IX. 26.*	—
	—	—	X. 11.	—	—
1932.....	VIII. 31.	III. 7.	—	—	III. 22.
	—	—	—	—	IX. 14.
1933.....	—	II. 24.	—	—	—
	—	VIII. 21.*	—	—	—

SZERKESZTŐI ÜZENETEK.

Kérelem. 1. Az év első negyede elmulván, kérjük tagsági vagy előfizetői díjjal hátralékos tagtársainkat és előfizetőinket, hogy az esedékes díjakat átutalni szíveskedjenek, hogy az Almanach és a folyóirat kiadásával járó tetemes költségeinket fedezhessük.

2. Arra is kérjük tagjainkat, hogy új tagok szerzésével és adományaikkal a «Stella» célját előmozdítani szíveskedjenek.

A tagajánlás levelezőlapon is történhetik.

3. Az újonnan belépő tagok az előző évi almanachokat a következő kedvezményes áron rendelhetik meg: Az 1925. és 1926. éveket 3—3, az 1927. és 1928. éveket 6—6, az 1929. évit 4.50 és az 1930. évit 5 pengőért.

A «Stella»-folyóirat eddig megjelent évfolyamainak ára kötetenként tagoknak 8, nem tagoknak 10 pengő.

B. E. Budapest. Véleménynyilvánításra beküldött «Kraft aus Luft» c. újságcikk egészen komolytalan, «aus der Luft gegriffen».

Sch. F-né. Budapest. Lundmark könyvében a kérdésre vonatkozó ismereteinket kimerítően tárgyalja. Azóta a dologról semmi újat nem írtak. Lundmark könyvéből lehet arra is következtetni, miért nem foglalkoznak a kérdéssel a nagyobb obszervatóriumok.

STELLA

NEGYEDÉVENKÉNT MEGJELENŐ FOLYÓIRAT
CSILLAGÁSZATI ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE

KIADJA A STELLA CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET MINT A
SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓINTÉZET BARÁTAINAK TÁRSULATA

VI. évfolyam.

1931.

3—4. szám

VÁLTOZÓCSILLAGOK.

(Befejező közlemény.)

III. A Mira-csillagok.

Ezek a változók nevüket az α Ceti csillagtól nyerték. Mint a bevezetésben már említettük, ez a Mira Ceti-nek elnevezett csillag volt az első, melynek változó voltát felismerték. Ma már nagyon jelentékeny azoknak a csillagoknak a száma, melyek fényváltozásuk s egyéb fizikai tulajdonságuk révén szoros rokonságot mutatnak a Mira Ceti-vel.

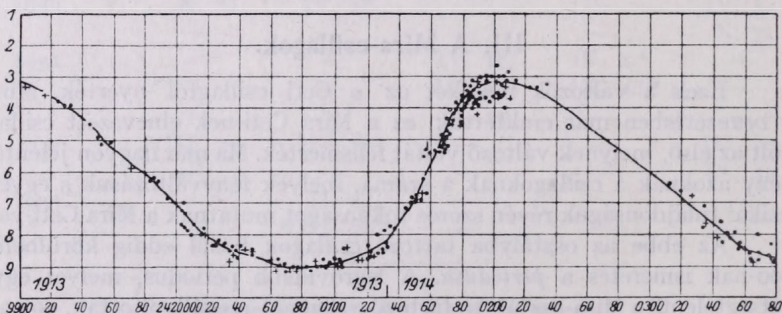
Az ebbe az osztályba tartozó csillagok közül eddig körülbelül 700-nak ismeretes a *periódusa*. A legrövidebb periódus, melyet egy, kétségtelenül a Mira-osztályba tartozó csillagnál megállapítottak, 90 nap (T Centauri). A leghosszabb meg 610 nap (S Cassiopeiae). E két adat e változók periódusának alsó és felső határául tekinthető. Ez azonban nem jelenti még azt, hogy e határok idővel nem fognak esetleg kitolódni. Így vannak változócsillagok a 45—90 napos periódusúak között, melyekről eddig nem sikerült eldönteni, nem tartoznak-e szintén ide vagy pedig nem képeznek-e átmenetet a δ Cephei- és a Mira-csillagok között.

Ami a *periódus gyakoriságát* illeti, legtöbbször a periódusa 300 nap körül van s e csillagok mintegy 70 százalékának a periódusa 200^d és 400^d közé esik. 150 napon alul és 450 napon felül már csak nagyon kevés periódus fordul elő.

A Mira-változók periódusa korántsem olyan állandó, amint az az eddig ismertett változóknál tapasztalható. Gyakran a *periódus erős változást szenved* s ez a körülmény a fényesség maximumának vagy minimumának a megjóslását igen megnehezíti és bizonytalanná teszi. A periódus hosszának többnyire szabálytalan ingadozása mellett egyes esetekben mintha a periódus állandó csökkenést vagy növekedést mutatna. Így az R Hydrae periódusa 1784 óta napjainkig 497 napról fokozatosan 403 napra csökkent. Ugyanígy az R Aquilae 1856 és 1924 között 347 napról 310 napra. Olykor azonban ugrásszerű változá-

sok is mutatkoznak. Így típusunk főképviseelője, az α Ceti 332 napos átlagos periódusában 1596—1923 között kilenc esetben mutatkozott ugrásszerű változás 320^d és 370^d határok között.

Magának a fényváltozásnak a menetéről természetesen a *fénygörbe* ad nekünk legszemléltetőbb képet. E görbékben azonban oly nagy változatosság uralkodik, hogy a Mira-csillagok jellemzésénél a fénygörbének korántsem juttathatunk döntő szerepet. A görbék alakja után ugyan számosan alosztályokba próbálták e típus csillagjait sorozni, de e kísérletek egyike sem járt kielégítő eredménnyel. Ez annál kevésbé kecsegtet sikerrel, mert egy és ugyanannak a csillagnak a fénygörbéje is állandó változást mutat. Mellékelt ábráink (6. és 7. ábra) az α Ceti és az R Aurigae fénygörbéjét adják az 1913—14., illetve az 1916—17. időközre az ugyanakkor végzett megfigyelések alapján. Az első két-



6. ábra. Az α Ceti fénygörbéje. 1913—1914.

ségtelenül a δ Cephei-csillagok fénygörbéjére emlékeztet. A félynövekedés itt is rohamosabban megy végbe, mint a csökkenés és a minimum laposabb, mint a maximum. Néha e tulajdonságok még szembeötlőbben nyilvánulnak meg s a tünemény lefolyása szinte az Antalgol-csillagokra emlékeztet. Olykor a Mira-változók is mutatnak hullámot, de csaknem kizárólag a görbe felszálló ágában. Erre az R Aurigae nyújt példát (7. ábra). Néha a hullám akkora, hogy szinte két maximum lép fel, miáltal a fénygörbe nagy hasonlóságot mutat a β Lyrae-csillagokéhoz. Az α Ceti és az R Aurigae között mintegy átmenetet képeznek azok a változók, melyeknél a félynövekedés és a féyncsökkenés lefolyása egyforma. Ilyenkor a fénygörbe meglehetősen szimmetrikus alakú, a sinus-görbére emlékeztet, akár a δ Cephei-típushoz tartozó ζ Geminorum-csillagoknál (4. ábra).

Ha meg is engedjük magunknak, hogy a Mira-csillagok fénygörbéinek a leírásánál a δ Cephei-csillagokra hivatkoztunk, ezt csak a fényváltozás lefolyásának könnyebb elképzelése végett tettük s nem mintha ebben valami rokonságot látnánk e két különböző típus között.

Ez egyúttal bizonyosága annak is, hogy a fénygörbe alakja nagy karakterizáló volta mellett is nem a döntő szempont, melyet e fajta vizsgálatoknál követünk. A hosszú periódus magában véve is jól megkülönbözteti a Mira-csillagokat az eddig ismertetett változóktól s ugyancsak jó karakterizáló tulajdonságnak tekinthető e csillagok fényességének feltűnően nagy ingadozása és sajátos színképe. A *fényingadozás* általában mindig tekintélyes s a maximális meg a minimális fényesség között az eltérés olykor eléri a 9 magnitúdót is. Ez pedig 4000-szeres fényességkülönbségnek felel meg! Az egyes változók fényessége a minimumban — kisebb ingadozástól eltekintve — általában ugyanarra az értékre száll le. A maximális fényességben ellenben olykor nagy változás tapasztalható. Így az α Ceti minimális fényessége 8—9 mg között ingadozik; maximumban ellenben ez a változó olykor majdnem elsőrendű csillag fényességében ragyog, máskor meg alig éri el az 5 magnitúdót.

Tekintsünk el az egyes Mira-csillagok periódusában és fényességük amplitúdójában mutatkozó ingadozásoktól és most hosszú megfigyelésekből levezetett középperiódusuk és középamplitúdójuk szerint vegyük őket szemügyre. Ilymódon végzett statisztikai vizsgálattal megállapítható, hogy e két adat között határozott összefüggés van. Nevezetesen az egyes Mira-csillagok fényingadozása annál nagyobb, minél hosszabb a periódus.

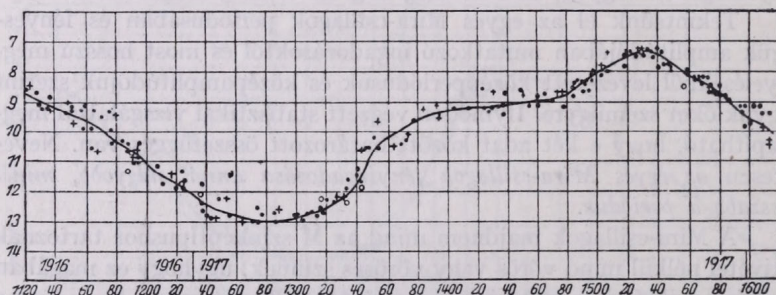
A Mira-csillagok majdnem mind az M színképtípushoz tartoznak s kivétel nélkül mind vörös vagy vöröses színűek, úgyhogy ez magában véve is egyik fő ismertető jelük. A *színkép* jellegzetessége, hogy benne az abszorpciós vonalak mellett fényes, főképp hidrogéntől eredő emissziós vonalak is lépnek fel. A Mira-csillagok túlnyomó része tehát az Me színképtípushoz tartozik, emellett kisebb számmal előfordulnak az N, R, S és a K típusok is.¹ Külön említést érdemel az R Aquarii, melynek spektruma az Me típushoz tartozik ugyan, de emellett a ködfoltok karakterisztikus vonalai is fellelhetők benne.

A Mira-csillagok színképtípusa kapcsolatba hozható periódusukkal. Az egyes periódusértékeknek megfelelő színképtípusok a periódus növekedésének megfelelően a következő sorrendbe írhatók: K, M, Me, S, N, R. A periódus és az amplitúdó fentebb említett összefüggése következtében természetesen ez a sorrend azt is kifejezi, hogy az egymásután következő típusok fényváltozásának a nagysága ugyanilyen sorrendben növekszik.

Az α Ceti színképe annyira magán viseli a Mira-csillagok jellegzetességét, hogy ismertetésével az egész osztály majdnem valamennyi tagjának a spektrumáról nyerünk általános képet. Az α Ceti színképe az ezeknél a változásoknál leggyakrabban előforduló Me típushoz tar-

¹ E színképtípusokról lásd Stella Almanach 1930. évf. 228—9. old.

tozik. A fellépő emissziós vonalak főképp hidrogéntől erednek, láthatóságuk azonban nagyon változó. A H_{α} , H_{β} és H_{ϵ} többnyire hiányzanak, a H_{γ} és H_{δ} ellenben mindig láthatók s maximum közelében gyakran kettősek, sőt hármaskak is. Minimumban élesebbek. Általában a csillag fényváltozásával változtatják intenzitásukat s ugyanez tapasztalható a vas, a magnézium s néhány egyéb elem szintén világos vonalain, valamint a színkép abszorpciós sávjain is. Mind e változások jellegéből spektroszkópiai ismereteink alapján arra kell következtetnünk, hogy a *Mira-csillagok hőmérséklete minimumkor alacsonyabb, mint maximumkor*. Ez a színképtípus jellegében is megnyilvánul. Ez például α Ceti-nél maximumkor M5, minimumkor M9. Egyszóval a Mira-csillagok színképtípusában a fényváltozással kapcsolatban ugyanolyan változás mutatkozik, amint azt a δ Cephei-csillagoknál láttuk, csakhogy ez a változás



7. ábra. Az R Aurigae fénygörbéje. 1916—1917.

a Mira-csillagoknál sokkal jelentéktelenebb. Ezért e csillagok színében sem mutatkozik akkora változás egy periódus leforgása alatt s ez okozza, hogy ezeknek a változóknak a vizuális és fotografiai fénygörbéi nagyjában megegyeznek. S jellemző még, hogy a nagy fényességváltozás dacára is az össz sugárzás ingadozása — miként azt a bolometriai mérések kiderítették — csak igen csekély.

A színképről szólva megemlékezhetünk a Mira-csillagok *radiális sebességéről* is. Ennek mértékéül tudvalevőleg a színképvonalak eltolódása szolgál. Itt az a figyelemreméltó jelenség ragadja meg figyelmünket, hogy a színkép emissziós vonalaiból adódó radiális sebesség (V_e) nem egyezik meg az abszorpciós vonalakkól levezetettel (V_a), amennyiben az emissziós vonalak az abszorpciós vonalakkal szemben általában a spektrum vörös része felé tolódnak el. Ennek az eltolódásnak a nagysága ($V_a - V_e$) például az α Ceti-nél $+16$ km/mp. Hosszabb periódusú csillagoknál ez az eltolódás rendszeren nagyobb, rövidebb periódusúaknál kisebb. (Negatív értéket eddig mindössze két csillagnál észleltek.) De a $V_a - V_e$ különbségnek a nagysága egy és ugyanannál a csillagnál sem

állandó. Az emissziós vonalak elhelyezkedése ugyanis a csillag fényességének különböző fázisaiban nem egyforma, ezzel szemben az abszorpciós vonalak a fényváltozás egész ideje alatt általában mozdulatlanok. Ha az abszorpciós vonalakból levezetett radiális sebességet tekintjük ténylegesnek, úgy azt mondhatjuk, hogy a Mira-csillagok radiális sebessége (egy-két kivétellel)¹ állandó, vagyis a változók semmiképp sem tekinthetők spektroszkópiai kettőscsillagoknak. A Mira-csillagok radiális sebessége meglehetősen nagy, mintegy 33 km/mp. A hosszabb periódusúaknál a sebesség átlagban kisebb, mint a rövid periódusúaknál.

A Mira-csillagok oly távol vannak tőlünk, hogy eddig trigonometriai úton csak néhánynak sikerült mindenestre csak bizonytalannak tekinthető távolságát meghatározni. Az évi elmozdulásra az égen (más néven sajátmozgásra) és a radiális sebességre vagyunk utalva, hogy ezekből a távolságra következtethessünk. A távolságnak és a látszó fényességnek az ismeretével az *abszolút fényességet* is kiszámíthatjuk. Így adódott, hogy a Mira-csillagok abszolút fényessége maximumkor kerekén 0^o mg. Ezek a csillagok tehát legnagyobb fényességük idején kétségtelenül óriások.² A fényesség átlagos amplitúdójául 5·5 magnitúdót véve, e csillagok absz. fényessége minimumkor +5·5 mg. volna. Ilyen M típusú csillagokat azonban nem ismerünk.³ Az M típusú törpecsillagok abszolút fényessége csak +8·5 mg. Minimumkor tehát a Mira-változók az óriás és a törpe csillagok közé esnek. Ne felejtjük azonban el, hogy a változók összszugárzása minimumkor is alig csökken, úgyhogy a Mira-csillagok mindig óriásoknak tekinthetők. Az abszolút fényesség és a spektrumból következtetett felületi fényesség alapján lehetőség nyílik, hogy e csillagok tényleges nagyságáról is fogalmat alkossunk magunknak. Azt mondhatjuk, hogy a Mira-változók átmérője átlagban száz-kétszázszorosa a Nap átmérőjének.

A δ Cephei-csillagok tárgyalásánál (20. oldalon) bőven szóltunk arról a nagyfontosságú összefüggésről, mely e csillagok abszolút fényessége és periódusa között áll fenn. Láttuk, hogy az abszolút fényesség növekedésével a periódus is fokozatosan nő. Ilyen kapcsolat van a Mira-csillagok absz. fényessége és periódusa között is, csakhogy éppen ellenkező irányú, amennyiben a *Mira-változóknál az abszolút fényesség növekedésével a periódus csökken.*

Végül szóljunk még valamit a most ismertett csillagok *fényváltozásának az okáról*. A legrégebb felfogások közé tartozik az, mely a fényváltozás okát a tengelye körül forgó csillag felületének különböző

¹ Az abszorpciós vonalaknál is észleltek periódusos változást, például az η Geminorum és az α Ceti változóknál. Az α Ceti-ről be is igazolódott, hogy kettőscsillag; a kísérőt 1923-ban sikerült *Aitken*-nek felfedezni.

² Az óriás és a törpe csillagokról lásd Stella Almanach 1930. évf. 231. old.

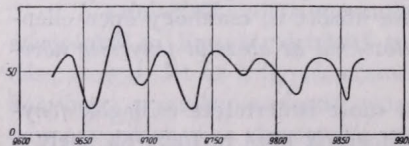
³ Lásd a Stella Almanach 1930. évfolyamának 237. oldalán közölt ábrát.

fényességében látja. Mások szerint a periódusos fényingadozást a felületen periódusosan megismétlődő foltképződés okozná, hasonlóan, amint a Napon is megfigyelhető egy körülbelül 11 éves periódusos foltképződés. Mivel a Mira-változók óriás csillagok, melyeknek atmoszférájában egészen más viszonyok uralkodnak, mint a Napon, mindezek a felfogások mai asztrofizikai nézeteink szerint nem fogadhatók el. Egy más elmélet szerint a fényváltozás a csillag felületén végbemenő árapálytűneménytől eredne; az árapályt meg az okozná, hogy e csillagok kettősek. De a Mira-változók, mint láttuk, általában nem kettőscsillagok s így ez a felfogás is tarthatatlan. Legelterjedtebb jelenleg az a nézet, mely szerint a fényváltozás oka a Mira-csillagoknál is ugyanolyan vagy ahhoz hasonló, amilyen a δ Cephei-csillagok fényváltozását is okozza. Ez a már ismertetett pulzációs elmélet, illetve ennek kombinálása a kettőscsillag-elmélettel (lásd a 19. oldalon). Végeredményben a Mira-csillagok fényváltozásának az okáról sem mondhatunk még jelenleg semmi biztosat.

IV. Szabálytalan változócsillagok.

1. **RV Tauri-csillagok.** A változóknak most tárgyalt három osztálya után most olyan változók ismertetéséhez fogunk, melyeknek éles definíciója sokkal nehezebb, mint az eddigieké. Ilyen az eset azoknál a változóknál is, melyeket főképvisezőjükéről RV Tauri-csillagoknak nevezünk. Fénygörbéjük után indulva ki, e csillagok fősajátságára, hogy fő- és mellékminimumok felváltva követik egymást, miként azt a β Lyrae fődési változóknál is láttuk. A fényváltozás azonban korántsem történik olyan szabályossággal. A periódus hossza nagy ingadozásnak van kitéve s egy-egy mellékminimum meg olykor teljesen kimarad s néha fel is cserélődik a főminimummal.

RV Tauri-csillagot mindössze vagy húszat ismerünk s ezekről sem tudjuk határozottan, vajjon mind egy csoportba vonhatók-e. Az előforduló periódusok 61^d (TT Ophiuchi) és 333^d (R Pictoris) között váltakoznak.



8. ábra. Az RV Tauri fénygörbéje.

Az egyesek által ugyan-csak ebbe az osztályba sorozott RZ Cygni 556 napos periódusával, valamint sajátos színképével (Pec) nagyon elüt a többitől, úgyhogy idetartozása legalább is kétséges. A többi színképe után az F, G, K, M típusok valamelyikéhez tartozik.

Fényingadozásuk amplitúdója 1.0 és 4.5 magnitúdó között váltakozik.

Az osztály főképviseelőjének fényváltozását *van der Bilt* tanulmányozta behatóan s az ő vizsgálatai alapján készült a 8. ábrában visszaadott fénygörbe. Az RV Tauri periódusa középben 78 nap, a fény-

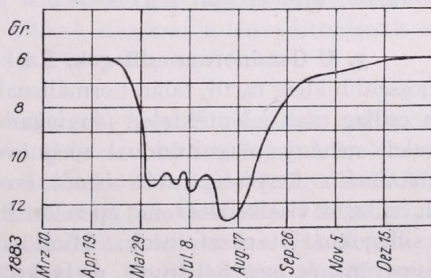
változás amplitúdója kerekén 2·5 mg. Megesik, hogy egy-egy mellékminimum mélyebbre nyúlik le más főminimumnál s ezen az alapon a mellékminimumtól eltekintve akár 39 naposnak vehetjük a periódust.

A rövid periódusú RV Tauri-csillagok némelyike a δ Cephei-csillagokra emlékeztet. Ez a fénygörbe bizonyos hasonlóságában és a radiális sebesség változásában nyilvánul meg. Azt azonban nem tudjuk, hogy a fényesség és a radiális sebesség változása között olyan összefüggés volna, amilyen a δ Cephei-csillagoknál jólismert (lásd a 18. oldalakon mondottakat). — A hosszú periódusú RV Tauri-csillagok pedig mintha a Mira-csillagokkal mutatnának valami rokonságot. Látuk, hogy egyes Mira-csillagok fénygörbéi szintén mutatnak mellékminimumot, a rájuk annyira jellemző Me színképtípus meg az RV Tauri-csillagok némelyikénél is előfordul. Az ilyen RV Tauri-csillagok színképének emissziós vonalai szintén más eltolódást mutatnak, mint az abszorpciós vonalak, bár ez az eltolódás ($V_a - V_c$) nem akkora, mint a Mira-csillagoknál. Emellett az RV Tauri-csillagok fényváltozása általában kisebb, a fényváltozás menete sokkal szabálytalanabb, a fénygörbe alakja sokkal változóbb. Végeredményben az olykor mutatkozó hasonlóságok dacára is az RV Tauri-változókat külön osztályba kell sorozni.

Színképük után ítélve ezek a csillagok óriások. Fényváltozásuk okára kielégítő magyarázatot eddig még nem sikerült adni.

2. R Coronae-csillagok. Ezeknek a csillagoknak a fényváltozása nagyon sajátos. Hosszabb ideig tartó s talán normálisnak nevezhető állapot után, mialatt a csillag csak jelentéktelen fényingadozást szenved, a fényesség lecsökken és csak bizonyos idő eltelte után éri el újra eredeti értékét. A fénycsökkenés rendszeren teljesen váratlanul áll be és gyors lefolyású, a fénynövekedés többnyire sokkal lassabban megy végbe. A minimumkor — ha ugyan szabad azt így nevezni — a fényesség a lehető legváltozatosabb módon folyton ingadozik s ez az állapot olykor évekig is eltart.

Mindössze 20 ebbe az osztályba tartozó csillagot ismerünk, ezek közül is többről kétséges, vajjon idesorozásuk eléggé megindokolt-e. Az osztály főképviseelője, az R Coronae borealis fénygörbéjének egyik minimumára eső szakaszát 9. ábránk szemlélteti. E csillag normális fényessége, jelentéktelen kis fényingadozásoktól eltekintve, kerekén



9. ábra. Az R Coronae borealis fénygörbéje.

6 mg. Előre teljesen kiszámíthatatlan időben egyszer csak hirtelen fénycsökkenés áll be, mégpedig nagyságra és lefolyásra nézve különböző időkből más és más, úgyhogy a fénygörbéknek ezekre az időkre eső részei a legváltozatosabb alakokat mutatják. A visszatérés a normális állapotba rendszeresen sokkal lassabban megy végbe. Az eddig észlelt leghosszabb minimum 11 évig tartott s egy ízben meg egy ilyen alatt a csillag fényessége 15 magnitúdóra szállt le. Színképének típusa GOp. Radiális sebességét *Ludendorff* állandónak (+ 25 km/mp) találta. A minimumkor fellépő világos színképvonalak olyan eltolódást mutatnak az abszorpciós vonalakhoz képest, amilyent a Mira-csillagoknál is tapasztaltunk.

Az R Coronae-csillagok határozott galaktikai koncentrációt mutatnak s színképük egyes sajátágaival az újszillagokra emlékeztetnek, melyek szintén a Tejútban szoktak fellépni.

A hirtelen beálló minimumok, valamint a hosszú állandó maximumok az Algol-típusú fődési változók fénygörbéjét juttatják eszünkbe. És csakugyan a fényváltozás okának egyik s talán legelfogadhatóbb magyarázata szerint ezek a csillagok fődési változóknak is tekinthetők, ha a fogyatkozást nem is egy másik csillag, hanem valami más fényabszorbeáló közeg okozza. Ez elmélet szerint ezek a csillagok mozgásuk közben kozmikus köd- vagy porfelhőkön haladnak át. Ilyen felhők létezéséhez ma már nem fér kétség. A csillag vagy a felhő mögött, vagy magán a felhőn keresztül haladt át. Az utóbbinak lehetősége mellett szól e változóknak az újszillagokéra emlékeztető spektruma, az újszillagok fényváltozásának a magyarázatánál pedig tudvalevőleg szintén szerepe van ilyen kozmikus felhők feltevésének. A felhők szabálytalan összetétele okozná az R Coronae-csillagok fénygörbéjének a változatos alakját a minimumban, mikor pedig a csillag kikerül a felhőből, újra eredeti fényességében ragyog.

3. U Geminorum-csillagok. Ezeket a változókat az jellemzi, hogy hosszabb ideig tartó, talán normálisnak nevezhető állapot után, mialatt a csillag csak jelentéktelen fényingadozásokat mutat, a fényesség hirtelen néhány magnitúdóval megnövekszik, majd hosszabb-rövidebb maximális fényesség után ismét eredeti minimális értékre száll le. E csillagok viselkedése tehát éppen fordítottja annak, melyet az R Coronae-csillagoknál tapasztaltunk. Mindössze 11 U Geminorum-csillagot ismerünk és még néhányat, melyekről nem tudjuk biztosan, hogy ide sorozhatók-e.

A fénynövekedés rendszeresen egész váratlanul áll be, máskor meg sokáig késik. Szóval az egyes maximumok közt az időkülönbség egy és ugyanannál a csillagnál is igen különböző lehet. Legnagyobb eltéréseket a maximum beálltában az U Geminorum-csillagnál tapasztaltak (62^d—152^d), legkisebbet pedig a BI Orionis-nál (19^d—26^d).

A maximális fényesség elérése a normális állapotból mindig gyorsabban megy végbe, mint a visszatérés a minimális értékre. A csillag abnormális állapota különböző ideig tarthat s eszerint ugyanannál a csillagnál is *hosszú és rövid maximumokat* szoktunk megkülönböztetni (lásd a 10. ábrát). Jel-

lemző, hogy ezek a hosszú és rövid maximumok egyes változóknál, például az osztály főképviselejénél, az U Geminorumnál is, szabályosan váltakoznak. Ez azonban nincs így minden ebbe az osztályba tartozó változónál. Így például az SS

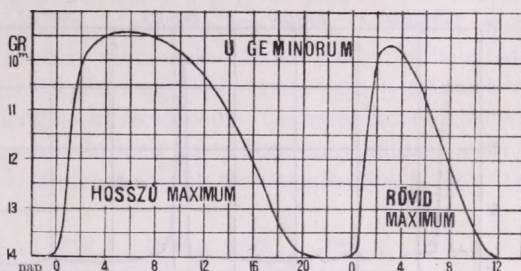
Cygni-nél úgy a hosszú, mint a rövid maximumok egyszer csak elmaradnak s olykor egész elűtő maximumok lépnek fel.

A legkisebb fényváltozást az RU Pegasi mutatja, 1,5 magnitúdót. A legnagyobbat az U Geminorum. Ennek a csillagnak a normális fényessége 13,5 mg; mikor a féynövekedés megindul, két nap alatt a csillag eléri a 10,25 magnitúdót, további négy nap múlva meg már 9,5 mg fényességben ragyog. A fénycsökkenés lassabban megy végbe. A hosszú maximum tartama mintegy 20 nap, a rövidé 12 nap.

Az U Geminorum-változók spektrumáról még nagyon hézagosak az ismereteink. E csillagok mind sokkal halványabbak, semhogy mai műszereinkkel színképük beható vizsgálata lehetséges volna. Egyesek spektruma bizonyos rokonságra utal a nóvákkel és a következő fejezetben ismerttetendő nóvaszerű változókkal. Magának a fényváltozásnak a lefolyása is sokban emlékeztet ez utóbbi csillagokra.

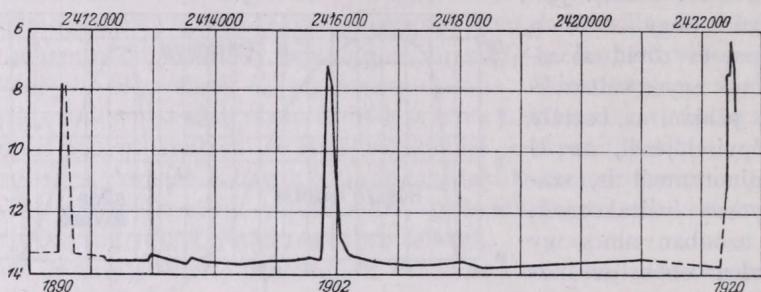
4. Nóvaszerű változók. E csillagok fényváltozásának szabatos leírását adni igen bajos. Részben az U Geminorum-csillagokra emlékeztetnek, még inkább a nóvákkel mutatnak sok hasonlatosságot anélkül, hogy ez utóbbiaknak volnának tekinthetők, bár éles határ köztük nem vonható. A nóvákhoz hasonlóan erős galaktikai koncentrációt is mutatnak. *Shapley* hívta fel rájuk először a figyelmet. Eddig mindössze is öt ilyen csillagot ismerünk. Ezek: T Pyxidis, η Carinae, RS Ophiuchi, P Cygni, R Andromedae.

A legjellegzetesebbnek, a T Pyxidis-nek a fénygörbéjét 11. ábránkban adjuk. Ennek a csillagnak normális fényessége 13–14 mg (fotografiai). 1890 óta háromszor (1890, 1902, 1920) figyelték meg újcillaghoz hasonló fellángolását. Ilyen kitöréseknél a fényesség amilyen rohamosan



10. ábra. Az U Geminorum hosszú és rövid maximuma.

felszökött, ép olyan gyorsan vissza is esett a normálisra. A maximum 1920-ban volt a legnagyobb, közel 7 mg. Ekkor a csillag színképét is megfigyelték a Mount Wilson-obszervatórium 100 hüvelykes távcsövével s úgy találták, hogy az nagy hasonlóságot mutat az újszillagok színképével.



11. ábra. A T Pyxidis fénygörbéje.

Ennek dacára még sem tekinthető nóvának, hiszen az utolsó négy év-tizedben háromszor is fellángolt s a fénycsökkenés lefolyása is teljesen eltér attól, ami a nóvákat annyira jellemzi.

Egy másik érdekes nóvaszerű változó a P Cygni. Ezt még 1600-ban fedezték fel s akkor újszillagnak tekintették. A csillag 1606-ban még 3. rendű fényességben ragyogott, néhány év múlva azonban szabadszemmel láthatatlanná vált. Azóta több ízben hol újra felbukkant, hol ismét láthatatlan lett. Jelenleg körülbelül 5 mg a fényessége.

A nóvaszerű csillagok fényváltozásának oka valószínűleg hasonló lesz az újszillagokéhoz. Mellesleg szólva ezek fényváltozásának sem tudjuk teljesen tökéletes magyarázatát adni.¹

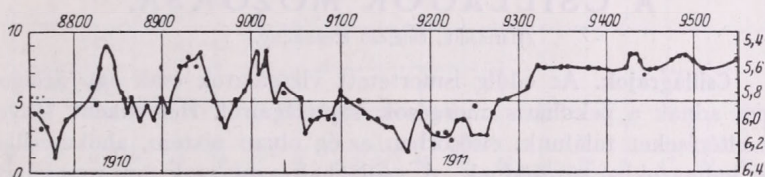
5. μ Cephei-csillagok. Ezzel elérkeztünk a változócsillagok legszabálytalanabb osztályához. Alig lehet e változók általános leírását adni, mindegyiket külön kellene ismertetni. Számuk igen nagy ; általában ide sorozunk minden vörös vagy vöröses színeződésű s nem túl nagy fényingadozású változót. Az amplitúdó ritkán haladja meg a 2 magnitúdót. Az előforduló színképtípusok K, M, R, N. Az egyetlen Me színképtípusú szabálytalan változó, az S Persei nagy amplitúdója (3,5 mg) miatt is alig sorozható ebbe az osztályba. Mutatóul az X Herculis fénygörbéjét közöljük (lásd a 12. ábrát).

Az osztály főképviseelője, a μ Cephei mellett a leggyakrabban idézettek a következők : α Orionis, α Herculis, ρ Persei és R Lyrae. Ezek mind az M színképtípushoz tartoznak.

¹ Lásd Harkányi Béla br.: Az új csillagokról. Stella Almanach 1926. évf.

A μ Cephei amplitúdója nagyon csekély, alig több fél magnitúdónál. Periódusa a legutóbbi száz év alatt mintegy 500 napról körülbelül ennek a kétszeresére növekedett. *Plassmann* szerint van még ugyan egy rövidebb, 40 napos periódusa is. Radiális sebessége *Campbell* szerint változó. Vajjon ez összefüggésben van-e a fényváltozással, nem tudjuk.

Egy másik sokat észlelt μ Cephei-csillag az α Orionis. A megfigyelések eredményei azonban nincsenek valami nagy összhangban. Ez a csillag nagy, elsőrendű fényességéből ered, ami a fotometriai észlelést igen megnehezíti. *Stebbins* szelencellás, *Guthnick* fotoelektromos mérései arra utalnak, hogy hosszú ideig tartó lassú fényváltozás mellett ennél a csillagnál gyorsabb lefolyású kisebb fényingadozások is léteznek.



12. ábra. Az X Herculis fénygörbéje.

Osthoff észlelései alapján 6 évi periódust vél levezetni. Ez összhangzásban látszik lenni e csillag radiális sebességének a változásával, amelyet még előzőleg *Bottlinger* állapított meg, ha ugyan a radiális sebesség változására nyert 5 km/mp kis érték reálisnak tekinthető. Az α Orionisnak a tényleges nagysága is ismeretes a Mount Wilson-observatóriumban végzett interferométeres mérések alapján. Ezek szerint az α Orionis óriás csillag, melynek átmérője körülbelül a Mars-pálya átmérőjének felel meg. *Pease* legújabb vizsgálatai szerint az átmérő változik, mintha a csillag pulzálna. Vajjon ez összefüggésben van-e a fényváltozással, még nem tudjuk.

A μ Cephei-változók vörös színűzödése s rendszeren csak kis mértékben megnyilvánuló fényességingadozása igen megnehezíti a csillagok észlelését. Sokszor vita tárgyát képezheti az is, vajjon az észlelt kis fényváltozás egyáltalában reális-e. Így nem csoda, hogy ismereteink e csillagokról nagy számuk dacára is még igen hézagosak.

Lassovszky Károly.

Irodalom.

C. E. Furness: An introduction to the study of variable stars. Boston and New-York, 1915. 327 old.

Tass Antal: Változócsillagok megfigyelésének módja és célja. A Konkoly-alapítványú Csillagvizsgáló Intézet Nagyobb Kiadványai, 2. kötet, 11—41 old. Ógyalla, 1918.

K. Schiller: Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne. 383 Seiten. Leipzig, 1923.

J. G. Hagen und *J. Stein*: Die veränderlichen Sterne, 2 Bände, 811 + 383 Seiten. Pubblicazioni della Specola Vaticana, Vol. V, VI. 1913—1924.

Harkányi Béla br.: Az új csillagokról. Stella Almanach, 1926. évf. 277—285. old.

H. Ludendorff: Die veränderlichen Sterne. Handbuch der Astrophysik, Bd. VI, 2. Teil. 49—250 Seite. Berlin, 1928.

P. ten Bruggencate, Die veränderlichen Sterne. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd X. 1—83 Seite. Berlin, 1931.

A CSILLAGOK MOZGÁSA.

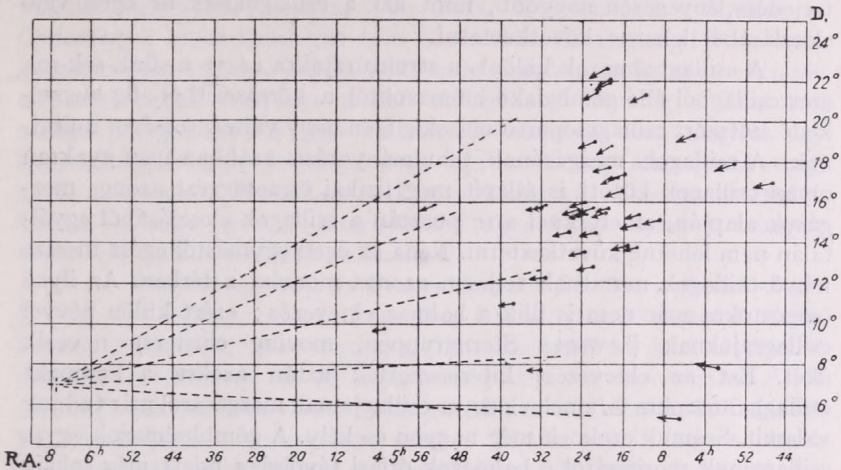
(Harmadik, befejező közlemény.)

Csillagrajak. Az eddig ismertett vizsgálatok csak egy átlagos képet adnak a pekuláriis mozgások sajátságairól. Helyenként lényeges eltéréseket találunk, elsősorban az ég olyan részein, ahol a csillagok halmazokba sűrűsödnek. A csillaghalmazok csak úgy maradhatnak meg hosszabb ideig, ha az őket alkotó csillagok a térben — legalább is nagy közelítésben — azonos sebességgel (irány és nagyság szerint) haladnak. A térben párhuzamosan mozgó csillagok a perspektíva egyszerű törvényei szerint az éggömbön mind egy pont felé látszanak konvergálni és pedig az éggömb ama pontja felé, amely tőlünk a csillagok közös térsebességének irányába esik.

A 14. ábránk a Hyades halmaz csillagainak látszómozgását tünteti fel. A látszómozgások szemelláthatólag konvergálnak a kereszttel jelölt pont felé. Természetesen a konvergenciapont csak akkor határozható meg pontosan, ha a halmaz az égnek elég nagy részére terjed ki. Egész kis kiterjedésű halmazoknál, amilyen pl. a mindenki előtt ismeretes Fiastyúk is, a mainál sokkal pontosabb látszómozgásokra volna szükség, hogy ilyen konvergálást ki tudjunk mutatni.

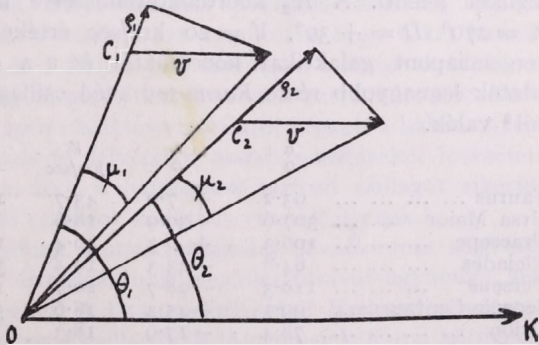
A 15. ábránkon O a megfigyelő, C_1 és C_2 valamely halmaz két csillaga, a V vektor közös térsebességük, ρ_1 , ill. ρ_2 radiális sebességük, μ_1 és μ_2 pedig látszómozgásuk. A konvergenciapont K irányban van, Θ_1 és Θ_2 szögek a csillagok szögtávolsága ettől az iránytól. Az ábrából láthatjuk, hogy amíg ez a szögtávolság kisebb 90° -nál, a konvergenciaponthoz az égen közelebb eső csillag látszómozgása (O -tól azonos távolságok mellett) kisebb, radiális sebessége pedig (függetlenül az O -tól való távolságtól) nagyobb, mint a távolabb esőé. A 14. ábránkon is erősen észrevehető a látszómozgások perspektivikus rövidülése a konvergenciapont felé. Ha valamely halmazból több csillag radiális sebességét ismerjük, a radiális sebesség perspektivikus változásából a látszómozgásoktól függetlenül is meghatározhatjuk a konvergenciapont irányát, sőt ezen-

felül a V nagyságát is. Abban az esetben, amikor a látszómozgások mérhetetlen kicsinyek, ez az egyedüli mód a V vektor meghatározására.



14. ábra. A Hyades csillagainak látszómozgása. (L. Boss.)

Viszont ha a konvergenciapont iránya a látszómozgásokból is meghatározható, a V kiszámítására elegendő egyetlenegy csillag radiális sebességét ismernünk. De ha V -t ismerjük, akkor kiszámíthatjuk a halmaz minden egyes csillagának tangenciális sebességét, ezt meg az ismeretes látszómozgással kombinálva, a csillag távolságát. Az így kapott távolságértékek a legpontosabban jelenleg; a csillagok abszolút magnitúdójáról való ismereteinket nagyrészt ezeknek köszönhetjük.



15. ábra.

Az égnek valamelyik csillaghalmaz által elfoglalt részén belül természetesen más, a halmazzal semmiféle összefüggésben nem levő csillagok is lehetnek. Ezeknek a halmaz csillagaitól való elkülönítése a legtöbbször csak a mozgásuk vizsgálata útján lehetséges. Így is előfordulhat, hogy néhány nem a halmazhoz tartozó csillag is véletlenül éppen olyan mozgást mutat, mint a halmaz csillagai, bár ennek valószínűsége

igen kicsi. A mozgások vizsgálatának kiterjesztése a halmazok környékére mindig azzal az eredménnyel végződött, hogy a halmaz kiterjedése lényegesen nagyobb, mint azt a csillagoknak az égen való eloszlásából lehetne következtetni.

A csillaghalmazok különben struktúrájukra nézve a sűrű, sok-sok ezer csillagból álló gömbalakú halmazoktól a környezetből alig kiemelkedő szétszórt csillagcsoportosulásokig igen nagy változatosságot mutatnak. A csillagok mozgásának tanulmányozása azonban igen gyakran olyan csillagok között is állapít meg fizikai összefüggést azonos mozgásuk alapján, amelyeknél arra pusztán a csillagok eloszlásából egyáltalán nem lehetne következtetni. Néha az égen egymástól egész messze fekvő csillagok mutatnak teljesen azonos mozgást a térben. Az ilyen csoportokra már nem is illik a halmaz elnevezés; ezért külön névvel csillagrajoknak (bewegte Sterngruppen, moving clusters) nevezik őket. Ezt az elnevezést kiterjesztették aztán azokra a kompakt csillaghalmazokra is, amelyek egyes csillagjainak mozgásáról már tudunk valamit. Számuk ezeknek még nagyon csekély. A gömbhalmazok egyes csillagainak mozgásáról e halmazok óriási távolsága miatt még sokáig nem fogunk semmit sem tudni,¹ de a nyílthalmazok közül is csak kevés van olyan közel hozzánk, hogy csillagjaik mozgását tüzetesebben tanulmányozhattuk volna eddig.

Az alábbi tabellában hozzuk az eddig ismeretes csillagrajokat. α , δ a konvergenciapontjuk equatoriális koordinátáit, V a térsebeségüket jelenti. A K_2 koordinátarendszerre nézve (a napmozgásra $A = 270^\circ$ $D = +30^\circ$, $V = 20$ km/sec értékeket véve) l , b a konvergenciapont galaktikai koordinátái és v a csoport sebessége. Az adatok legnagyobb része *Rasmuson* svéd csillagász egy monográfiájából² valók.

	α °	δ °	V km/sec	l °	b °	v km/sec
Taurus	93.2	+ 7.0	43.7	148.8	+ 11.1	27.8
Ursa Maior	307.6	-39.9	18.6	0.0	- 7.6	30
Praesepe	106.3	+ 6.3	40.4	158.0	+ 28.0	28
Pleiades	84.8	-43.3	19.5	323.3	- 5.3	4.8
Perseus	110.3	-28.7	20.7	175.9	+ 1.0	6.2
Scorpio-Centaurus...	99.1	-45.4	18.6	313.7	+ 9.8	5.7
Orion	78.4	-17.9	18.3	80.0	- 9.0	5.6
61 Cygni (?)	99.2	+ 0.5	95.0	173	+ 5.5	80.5
Monoceros	93.3	-12.5	62.0	182	- 8	43.5

A *Taurus*ban levő csillagrajra (Hyades) *Proctor* már 1870-ben felhívta a figyelmet. *L. Boss* végzett aztán róla részletes vizsgálatot a *Boss-katalógus* alapján.³ Tőle származik a 14. ábra is. A *Boss-*

¹ Az első közlemény «Ködfoltok és csillaghalmazok látszómozgása» c. fejezetében a csillaghalmaz szó gömbhalmazra javítandó.

² *Rasmuson*: A research on moving clusters. Lund Med. (2) 26. 1921.

³ *AJ* 604. 1908.

katalógusban 39 a csoporthoz tartozó csillagot talált. *Hertzsprung* kimutatta,¹ hogy több, a Taurustól messzefekvő csillagnak a Taurus-rajjal teljesen megegyező mozgása van. Ezek közé tartozik α Aquilae is. *Gyllenberg* a lundi katalógus és a Greenwich Catalogue of Stars 1910 gyorsmozgású csillagai között talált szép számban az ég minden részén a Taurus-rajjal azonosan mozgó csillagokat.² De míg a Taurustól messze a rajmozgástól való individuális eltérések elég nagyok, úgy hogy a rajcsillagok jelenléte csak statisztikailag állapítható meg, addig magában a Taurusban ezek igen kicsinyek. Eszerint az eredeti Taurus-raj egy sokkal kiterjedtebb, ugyanolyan átlagos mozgást végző raj önálló részének tekinthető.

Az *Ursa Maior* rajt is *Proctor* fedezte fel. Itt a Göncölszekér β , γ , δ , ϵ , ζ csillagai mutattak egy pont felé konvergáló mozgást. *Hertzsprung* aztán talált több fényes, a Göncölszekértől az égen távolfekvő csillagot is, amelyek az ég ugyanama pontja felé konvergáltak.³ Ide tartozott a Sirius, α Coronae, β Aurigae, δ Leonis, β Eridani. Legújabb kutatások szerint, éppen úgy, mint a Taurus rajnál, egy az egész égre kiterjedő tágabb és egy, az *Ursa Maior* csillagképre szorítókozó szűkebb rajjal van dolgunk.⁴

A *Praesepe* már az ég kis részére kiterjedő halmaz és így a csillagjainak észlelt mozgásából csak akkor állapítható meg a térmozgása, ha a távolságot valami módon sikerül meghatároznunk. A táblázatunkban levő adatokat a spektrum-abszolút magnitúdó relációból számított parallaxis alapján kapták. Mivel a halmaz spektrális összetétele teljesen azonos a Hyadesével, *Schwarzschild* azt gyanította, hogy a két halmaz fizikailag összetartozik és a térben párhuzamosan mozog.⁵ A táblázatban levő adatok tényleg megerősíteni látszanak ezt a feltevést. *Klein Wassink* Groningenben igen részletes vizsgálatot végzett a halmaz gyengébb csillagairól.⁶ Régi és új felvételek összehasonlításából levezetett látszómozgások alapján 200, a halmazhoz tartozó csillagot sikerült találnia. Még a 18.-rendű csillagok között is vannak ilyenek!

A *Pleiades* csillagainak azonos mozgására *Maedler* már 1846-ban rámutatott. A halmaz térmozgásának megállapításával ugyanúgy kell eljárni, mint a Praesepe-nél. A látszómozgásokból *Hertzsprung* számos fotográfia alapján a halmaz főcsillagának, Alcyonének 1° -nyi környezetében a 16.-rendig 150 csillagot talált, amely a halmazhoz tartozik.⁷ A keresés kiterjesztése 17.-rendű csillagokig most folyik.

A *Perseus*-rajt *Eddington*, *Boss* és *Kapteyn* egymástól füg-

¹ *AN* I. 150. 1922.

² *Lund Med.* (2) 56. 1930 és 57. 1931.

³ *Göttinger Nachrichten* 1909; *Ap J* 30, 135. 1909.

⁴ *Haas: AN* 241, 233, 1931.

⁵ *AN* 196, 9, 1913.

⁶ *Gr. P.* 41, 1927.

⁷ *Hertzsprung: The Pleiades* (George Darwin Lecture) *MN* 89, 660, 1929.

getlenül fedezték fel. *Bottlinger*¹ egy legújabb értekezésében *V*-re 17·5 km/sec-ot talál.

A *Scorpio-Centaurus*-rajról *Kapteyn* végzett kimerítő vizsgálatot.² *Bottlinger* *V*-re 20·8 km/sec-ot talál. A két utóbbi rajban a látszómozgások igen kicsinyek, úgyhogy a vizsgálatuk a radiális sebességeken alapszik. Ugyanez áll az *Orion*-rajra.

A 61 *Cygni*-rajt *B. Boss* fedezte fel, de *Ludendorff*³ vizsgálatai kétséget támasztanak aziránt, hogy a raj tényleg létezik-e. Ugyanígy kétséges még a *Monoceros* és több más kisebb raj valódisága is.

Jelenleg még nem tudunk feleletet adni arra a kérdésre, hogy a csillagoknak hányadrésze tartozik ilyen csillagrajba. Hisz a csillagrajok után való kutatásoknak majdnem a mai napig csak a *Boss*-katalógus látszómozgásai és a radiális sebességek szolgáltak anyagot és ezek általában csak kb. a 6-odrendű csillagokig terjednek. Az *Astronomische Gesellschaft* katalógusaiban levő csillagok most folyamatban levő újraészlelése azonban rövidesen bő anyagot fog szolgáltatni erre a célra. A *Yale*-csillagdán eddig elkészült anyag alapján végzett provizórius vizsgálatok azt mutatják, hogy csillagrajok éppen a hatodrendnél gyengébb csillagoknál lépnek fel nagy számban. Így előreláthatólag a csillagrajok a jövőben a mainál is nagyobb fontosságra jutnak a Tejútrendszer dinamikájára vonatkozó vizsgálatokban.

Különböző színképtípusú és abszolút fényességű csillagok mozgása.

K-effektus. A csillagok fizikai alkatát meghatározó tényezők közül elsősorban a tömegre gondolhatunk, mint amelyik valamiféle összefüggésben lehet a csillagok mozgásával. Így, ha a csillagrendszer a stacionárius állapotot már elérte volna, a kinetikai gázelmélet törvényei szerint a nagyobb tömegű csillagok pekuliáris sebességének kisebbnek kell lenniök, mint a kisebb tömegűeknek, mégpedig úgy, hogy a sebesség négyzetének és a tömegnek szorzata minden csillagra ugyanakkora legyen. A *csillagrajok* gyakori fellépése világosan bizonyítja, hogy a csillagrendszer nem tekinthető egészen stacionáriusnak. A tömeg és sebesség között így nem várhatunk előre valami nagyon egyszerű korrelációt.

De különben is a csillagok tömegéről való hiányos ismereteink miatt a mozgásnak a tömegtől való függését nem tanulmányozhatjuk közvetlenül. *Eddington* vizsgálatai szerint ugyan az abszolút magnitúdó majdnem szigorúan csupán a tömegtől függ és így a tömegre az abszolút magnitúdót használhatnók kritériumnak. Újabb kutatások azonban súlyos kétségeket támasztottak az *Eddington*-féle összefüggés érvényességével szemben. Még ha a spektráltípust is tekintetbe vesszük, akkor is nehéz a tömegre biztos kritériumot találnunk. Amellett nagyon

¹ Zeitschrift f. Astrophysik 2, 151, 1931.

³ Sitzungsberichte. Preuss. Ak. Berlin

² Ap J 40, 43, 1914.

1929, 229.

kérdéses, hogy a különböző fajta csillagok mozgása között mutatkozó eltérések kizárólag a tömeg rovására irandók-e. Hiszen a csillagok térbeli eloszlásában is sok esetben az egészen közelálló csillagtípusok között lépnek fel — minden átmenet nélkül — a legszembeütőbb különbségek.

A probléma tanulmányozása céljából a megfigyelési anyagot elsősorban a színképtípus szerint osszuk fel, azután az egyes színképtípusokon belül, ha a csillagok száma megengedi, abszolút magnitúdó szerint is. Majd meghatározzuk a Nap mozgását mindegyik ilyen speciális csoportra vonatkoztatva, tehát egy olyan koordinátarendszerben, amelyhez képest a kérdéses csillagok átlagban nyugalomban vannak. Végül a peku-liáris mozgások sajátosságait vizsgáljuk.

A csillagokat csakis spektráltípusok szerint felosztva, különböző kutatók számításai a *Napmozgás és spektráltípus* felírású tabellában feltüntetett értékekre vezettek. *n* a csillagok számát jelenti. A jegyzet feliratú oszlopban a számító nevét találjuk. Ahol *V*-re nincs adat, a számítás látszómozgások, különben pedig radiális sebességek alapján történt.

Napmozgás és spektráltípus.

Típus	n	A o	D o	L o	B o	V km/sec	Jegyzet.	
B	490	274	+35	29	+20	—	B. Boss ¹ (Boss-kat.) Gyllenberg, Malm- quist ²	
	240	285	+36	33	+12	23·4		
		236	268	+37	29	+25	22·7	Fessenkoff ³ r. s.
A	1647	270	+28	22	+22	—	1	
		588	262	+21	11	+25	17·4	2
		355	266	+29	21	+24	14·1	3
F	656	266	+29	21	+24	—	1	
		314	280	+25	22	+11	18·7	2
		454	270	+28	21	+21	19·8	3
G	444	259	+42	33	+33	—	1	
		235	267	+21	13	+21	17·3	2
		601	277	+26	22	+13	19·9	3
K	1227	275	+40	35	+21	—	1	
		664	273	+33	28	+20	23·6	2
		795	271	+31	25	+21	19·1	3
M	222	274	+39	33	+22	—	1	
		148	260	+44	37	+33	19·9	2
		225	273	+35	29	+21	22·5	3

A B és az A nem mutat semmiféle szisztematikus változást sem. Az apex deklinációja a vörös csillagokra (K—M) határozottan maga-

¹ AJ 28, 163. 1914.

² Lund Med. (1) 108. 1925.

³ Russian Astr. Journal II. 2. 1925.

sabb, mint az $A-G$ típusúakra, de a B csillagok apexe is elég magas deklinációba esik. Galaktikai koordinátákban ez a korreláció az apex hosszúságánál jut kifejezésre. V , a Nap sebessége szintén a középső csillagoknál a legkisebb és a B és M csillagoknál a legnagyobb.

Kapteyn- és *Frost*nak 1910-ben feltűnt, hogy a Nap sebességére az antapex körül levő B -csillagokból 10 km/sec-mal nagyobb érték adódik, mint az apex körül levőkből.¹ Ezt a jelenséget ők azzal próbálták magyarázni, hogy a B csillagok diffúz vonalaiból a radiális sebességet szisztematikusan +5 km/sec hibával mérik. Ha a mért radiális sebességekben szisztematikusan hiba lép fel, akkor az ég valamelyik részén levő csillagok radiális sebességének algebrai középértéke ellenkező előjellel véve nem a Nap mozgásának abba az irányába eső komponensével, hanem ennek és a szisztematikusan hibának különbségével lesz egyenlő. A szisztematikusan hibát K -val jelölve, a (2) egyenlet így alakul át:

$$-\Delta v = X \cos \alpha \cos \delta + Y \sin \alpha \cos \delta + Z \sin \delta - K \quad (5)$$

A más színképtípusú csillagoknál a K -ra sokkal kisebb értékeket kaptak, mint a B -csillagokra. A sok közül itt *Wilson* eredményeit² közöljük:

Típus	B0—B5	B8—A3	A5—F5	F0—G2	K0—K2	K5—M	B0—M
n	384	675	521	670	941	513	3710
K	+3.4	+0.5	-0.1	-1.1	0.0	+1.1	+0.44 km/sec

Wilson a K -t csak a B csillagoknál tartja reálisnak.

Természetesen egyáltalán nem biztos, hogy a « K -effektus» — ahogy a K -t nevezni szokás — tényleg szisztematikusan mérési hiba. Lehet gondolni más magyarázatra is. Így *Albrecht* szerint³ a K -effektus egy része a B csillagok radiális sebességének mérésénél alapul szolgáló színkép-vonalak hullámhosszában rejlő szisztematikusan hibáktól származik, a másik része pedig Einstein-effektus. A relativitás-elmélet szerint u. i. minden csillag színképében a vonaloknak a vörös felé kell eltolódnia. Az ebből származó K -effektus az elmélet szerint, ha M a csillag tömege, δ a sűrűsége (a Nap tömegét és sűrűségét 1-nek véve)

$$K = 0.634 \sqrt[3]{M^2 \delta} \text{ km/sec}$$

lenne.⁴ Tekintetbe jövő értéket csak igen nagy tömegű, vagy igen nagy sűrűségű csillagoknál várhatunk. Jelenlegi ismereteinknek megfelelőleg a

B -csillagokra átlagban $M = 10$, $\delta = \frac{1}{10}$ értékeket vehetünk. A K -effektusnak az Einstein-effektusra eső része eszerint a B -csillagoknál +1.4 km/sec volna. Még nagyobb Einstein-effektust kell várnunk az O -típusú csillagoknál, mivel ezek tömege még a B -csillagokénál is sokkal nagyobb.

¹ Ap J 32, 83. 1910.

³ Ap J 55, 361, 1922; 57, 57, 1923; 63, 277, 1926.

² AJ 38, 7, 1927.

⁴ De Sitter MN 76, 719, 1916.

A K -effektus ezeknél valóban igen nagy: *J. S. Plaskett* 65 O -csillag radiális sebességéből $+8.5$ km/sec-ot kapott.¹

Campbell a csillagok légkörében fellépő áramlásokkal próbálta a K -effektust magyarázni.² A napszínkép-vizsgálatokból ismeretes, hogy a Nap légkörének felső részéből származó vonalak a vörös felé nagyobb eltolódást mutatnak, mint a légkör alsó részéből valók. Ezt a felsőbb rétegekben levő gázok gyors lefelé irányuló mozgása okozhatja. *St. John* és *Adams* néhány csillag színképében vizsgálták ezt a jelenséget.³ A felső és alsó rétegek vonalainak relatív eltolódása annál nagyobbak mutatkoztak, minél magasabb volt a csillag hőmérséklete. Már most a B -csillagok radiális sebességének mérésére felhasználható vonalak mind a felső rétegből származnak. Tekintetbe véve a B -csillagok magas hőmérsékletét, az így származó K -effektus könnyen kitehet több km/sec-ot is.

Az eddig ismertetett magyarázatokkal ellenkezik *Plaskett* legújabb eredménye.⁴ Amíg a megelőző vizsgálatok nagyjából csupán az 5.-rendnél fényesebb B -csillagokra támaszkodhattak, *Plaskett*nek rendelkezésre állott számos gyengébb B -csillagnak a *Victoria*-csillagdán nemrég meghatározott radiális sebessége is. Váratlanul ezeknél a K -effektusnak nyoma sem mutatkozik. *Plaskett* szerint a fényesebb B -csillagoknál mutatkozó K -effektus legalább is nagyrészt onnét származik, hogy ezek a csillagok túlnyomólag egy-két csillagcsoportba tartoznak, amelyek távolodnak tőlünk. A K -effektus tehát e csillagok speciális mozgása következtében jön létre.

Viszont *Bottlinger* a *Perseus* és a *Scorpio-Centaurus* csillagrajok B -csillagainál is talált K -effektust⁵ ($+2.3$ km/sec-ot), holott itt ezt semmiképp sem lehet a csillagok mozgásával magyarázni. Ha a K -effektust mint *Einstein*-effektust fogjuk fel, akkor azt kell feltennünk, hogy a gyengébb B -csillagok nem azért gyengék, mert távolabb vannak tőlünk, hanem mert az abszolút fényességük és ezzel a tömegük kicsi és így az *Einstein*-effektus náluk nem észrevehető. A kérdés tisztázására igen kívánatos volna a B -csillagok mozgásának alapos kritikai vizsgálata.

Visszatérve a Nap mozgására, a csillagoknak az abszolút magnitúdó szerint való csoportosítása arra az eredményre vezetett, hogy a gyengébbfényű csillagoknál a Nap sebessége nagyobb, mint a fényesebbeknél.

A pekuliáris radiális sebességet (ρ') a mért radiális sebességből (ρ) a

$$\rho' = \rho - V \cos \lambda - K$$

formulával számítjuk, ahol λ a csillag szögtávolsága az apextől, V a Nap

¹ MN 88, 399, 1928.

² Lick Bull 257, 82, 1914.

³ Ap J 60, 43, 1924.

⁴ MN 90, 616, 1930.

⁵ Zeitschrift f. Aph. 2, 151, 1931.

sebessége. *Campbell*¹ és *Kapteyn*² 1910-ben egymástól függetlenül kimutatták, hogy az átlagos pekuliáris radiális sebesség (ρ') a *B* típustól kezdve az *M*-ig szisztematikusan növekszik. Itt a *Campbell* legutóbbi dolgozatában³ publikált értékeket közöljük :

Tipus	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>K</i>	<i>M</i>
$\bar{\rho}'$	8.7	9.9	12.5	14.8	15.3	16.1 km/sec

Ez a korreláció a speciálisabb vörös csillagoknál is folytatódik, mint az alábbi összeállítás tanúsítja :

Tipus	<i>n</i>	$\bar{\rho}'$	
<i>N</i>	25	18 km/sec	Moore, Lick Bull. 342, 1922.
<i>R</i>	26	25	« Sanford, Ap J 59, 329, 1924.
<i>Se</i>	14	24	« Merrill, Ap J 58, 215, 1923.
<i>Me—8e</i>	119	34	« Merrill, Ap J 58, 215, 1923.

Az *O*-típusú csillagoknál azonban nagy eltérés mutatkozik. A fenti korrelációból ezekre nagyon kicsi $\bar{\rho}'$ értéket kell várnunk, holott a valóságban *J. S. Plaskett* 47 abszorpciós *O*-csillag radiális sebességéből $\bar{\rho}' = 25.5$ km/sec-ot kapott.⁴ Ugyanilyen eltérést mutatnak a bolygó-szerű ködfoltok, amelyekre $\bar{\rho}' = 30$ km/sec. A nehézség inkább kozmogóniai, mint dinamikai természetű.

A pekuliáris sebességnek az abszolút magnitúdótól való függését *Adams* és *Kapteyn* fedezték fel.⁵ Vizsgálatuk szerint az egyes spektráltípusokon belül a pekuliáris sebesség az abszolút magnitúdóval növekszik, mégpedig az *F*, *G*, *K* és *M* típusú csillagoknál a pekuliáris radiális sebesség 1.1 km/sec-mal nő, ha az abszolút fényesség 1 magnitúdóval csökken. Később *Adams*, *Strömberg* és *Joy* végeztek erről a kérdésről beható vizsgálatokat.⁶ A rendelkezésükre álló megfigyelési anyag 1350 olyan *F—M*-típusú csillagból állt, amelyeknek abszolút fényességét spektroszkópiai módszerekkel határozták meg. Az abszolút fényesség 1 magnitúdóval való csökkenésénél a pekuliáris radiális sebességre 1.2 km/sec, a térsebességre pedig 3 km/sec növekedést kaptak. A térsebességre kapott érték azonban inkább csak minimális értéknek tekinthető. U. i. az abszolút magnitúdó meghatározásánál elkövetett véletlen hibák a pekuliáris sebesség-abszolút magnitúdó összefüggést szisztematikusan befolyásolják :⁷ ha az abszolút magnitúdóra a valódinál nagyobb érték adódik, akkor az ebből és a látszólagos magnitúdóból számított távolság, valamint az így kapott távolságból és a látszómozgásból kapott tangenciális sebesség kisebb lesz a valódinál — és fordítva. *Van Rhijn*

¹ Lick Bull. 196.

² Ap J 31, 258, 1910.

³ Lick Publ. 16, 1928.

⁴ Victoria Publ. 2, 16. 1924.

⁵ Washington Proc. Nat. Acad. 1, 14, 1915; Mt Wilson Comm. 1.

⁶ Ap J 45, 293, 1917; 47, 7, 1918 és 54, 9, 1921.

⁷ L. Eddington, Douglas MN 83, 112, 1923.

holland csillagász szerint az összefüggés a valóságban nincs meg, hanem azt csupán a megfigyelési anyag egyoldalúsága okozza.¹ A spektroszkópiai parallaxis meghatározásra a gyengébb csillagok közül u. i. előszere-ttel válogatják ki a nagy látszómozgású csillagokat, amelyek általában a térben is nagy sebességgel mozognak. A kérdés tehát még közel sincs eldöntve.

A pekuliáris mozgások eloszlásában is nagy különbségek mutatkoznak az egyes színképtípusok között. A Kapteyn-féle csillagáramlás az *A*-csillagoknál lép fel a legerősebben, majd az *M*-típus felé haladva mind kevésbé feltűnő. A *B*-csillagok általában a Tejút síkjával párhuzamosan mozognak, de a mozgás síkjában kitüntetett *irányt* nem találunk náluk. Azonkívül mutatkoznak különbségek abszolút magnitúdó szerint is.

A jelenségeket legjobban a sebességellipszoid főtengelyeinek irányával és nagyságával jellemezhetjük. Az utóbbira általában a peku-liáris sebességek abba az irányba eső komponenseinek nem a közép-értékét, hanem az ú. n. diszperzióját szokás megadni. Ez alatt a kom-ponensek négyzeteinek középértékéből vont négyzetgyököt kell érteni.

Sebesség-ellipszoid és spektráltípus.

Típus	<i>B</i>	<i>B</i> ₇ — <i>F</i> ₂	<i>F</i> ₀ — <i>G</i> ₅	<i>G</i> ₆ — <i>K</i> ₁	<i>K</i> ₂ — <i>K</i> ₉	<i>M</i> _a — <i>M</i> _d	<i>G</i> ₀ — <i>M</i>	
<i>M</i>	—	—	≤ 2·9	≤ 3·9	≤ 3·9	< 3	≥ 3·0	
<i>n</i>	247	229	197	252	220	115	343	
Nagy-teng.	<i>l</i> ₁	—	338	353	1	338	327	333°
	<i>b</i> ₁	—	+7	+3	+2	—10	—11	—5°
	<i>a</i> ₁	10·2	21·4	18·9	25·2	21·8	23·5	51·3 km/sec
Közép-teng.	<i>l</i> ₃	—	245	263	272	245	234	243°
	<i>b</i> ₂	—	+22	—6	—16	—16	—14	—5°
	<i>a</i> ₂	10·2	8·5	13·5	20·2	18·8	19·1	32·3 km/sec
Kisteng.	<i>l</i> ₃	355	84	238	265	280	275	285°
	<i>b</i> ₃	+37	+67	+83	+74	+71	+72	+83°
	<i>a</i> ₃	4·5	6·7	8·9	15·6	11·1	16·1	22·6 km/sec

A táblázatban *M* az abszolút magnitúdót, *n* a csillagok számát, *l*, *b* a tengelyek galaktikai irányát, *a* pedig az illető irányba eső sebesség-komponensek diszperzióját jelenti. A *B*-csillagokra vonatkozó adatok *Gyllenbergertől*,² a többi *Strömbergertől*³ származik. Mint látjuk, az ellipszoid nagy-tengelye a Tejút síkjában fekszik, a közép-tengely sincs attól messze, míg a kistengely inkább a galaktikai pólus közelébe mutat. Eltekintve a *B*-csillagoktól, a nagy-tengely a nagyobb abszolút fényességű csillagok-nál nem mutat nagyobb változást a színképtípussal, míg a másik két

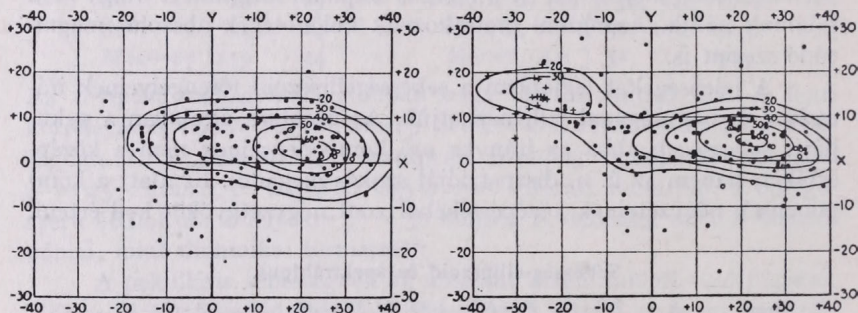
¹ Gr. P 37, 1925.

² Lund Med. (2) 13, 1915.

³ Ap J 56, 265, 1922. (*F*-*M* csill.); 57, 77, 1923 (*A*-csill.).

tengely növekszik, ha az A (B_7 — F_2) csillagoktól kiindulva haladunk a vörös csillagok felé. Az átlagos pekuliáris sebesség és a színképtípus között elébb talált szisztematikus összefüggést tehát nagyobb részt a vertexirányra merőleges sebességkomponensek szisztematikus változása okozza. A törpecsillagoknál (utolsó oszlop) aztán már a főtengely is erősen megnövekszik.

A sebességellipszoid csak igen sematikus képét adja a valóságos viszonyoknak. Már említettük, hogy a lundi vizsgálatoknál eltérések mutatkoztak az ellipszoidteóriától. Ezért kívánatos a sebességeloszlás direkt, minden feltevés nélkül való levezetése, ami a legegyszerűbben

16. ábra. $M \leq 1.1$ 17. ábra. $M \geq 1.2$

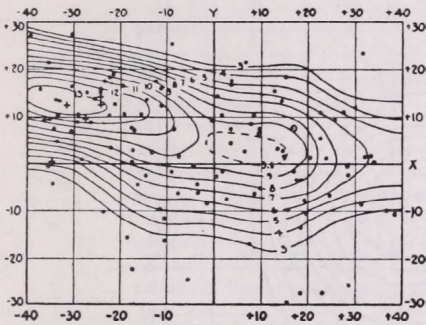
Sebességeloszlás az A -csillagoknál

ismert térsebességű csillagokkal vihető végbe. Gondoljuk e célból a csillagok térsebesség-vektorát, irányuk megtartása mellett a koordináta-rendszer középpontjába eltolva és számláljuk meg különböző helyeken, hogy hány vektor végpontja esik egy alkalmasan választott térfogategységen, mondjuk $10 \times 10 \times 10 \text{ km}^3$ -en belül. Az így kapott «vektorsűrűség»-nek helyről-helyre való változásáról áttekinthető képet kapunk, ha megkonstruáljuk azokat a felületeket, amelyeknek minden egyes pontjában a vektorsűrűség ugyanakkora. Ezeknek a koordinátáikkal való metszégörbéit aztán grafikusán is ábrázolhatjuk. A galaktikával (XY -sík) való metszégörbéket különböző színképtípusokra a 16—22., Strömberg értekezéseiből¹ vett ábrákon láthatjuk. A görbék mellé írt számok jelzik, hogy a görbe mentén mekkora a vektorsűrűség (térfogategység: 1000 km^3) és pedig az illető csillagok összárszámának ezrelékeiben kifejezve. A pozitív X -tengely a Galaktika és az aequator síkjának a Sas csillagképben fekvő metszéspontja felé mutat.² Az ábrák

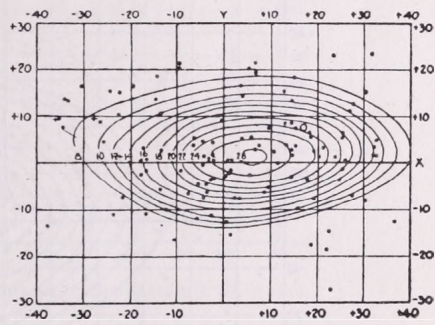
¹ Ap J 56, 265, 1922; 57, 77, 1923.

² Strömberg a galaktikai pólus (pozitív Z -tengely) koordinátáira Kapteyn után az $\alpha = 190.6^\circ$, $\delta = +27.2^\circ$ értékeket veszi.

szélére írt koordinátaértékek kilométereket jelentenek. A térsebességek már korrigálva vannak egy átlagos napmozgásra ($A = 270^\circ$, $D = +30^\circ$, $V = 20$ km/sec), tehát a koordinátarendszer origója a Naphoz képest $A = 90^\circ$, $D = -30^\circ$ irányban 20 km/sec sebességgel halad. A Nap sebességének az XY-síkra való vetületét az ábrákon \odot jelzi. A pontok ama csillagok sebességét tüntetik fel, amelyeknél az XY-síkra merőleges sebességkomponens kisebb 10 km/sec-nál, de kivételesen a 22. ábrán az összes tekintetbe vett csillag sebessége szerepel. A Taurus csillagrajhoz tartozó csillagok kereszttel, az Ursa Maior rajhoz tartozók pedig körrel vannak jelölve.



18. ábra. Sebességeloszlás az A6—F9 csillagoknál ($M = 0.0-5.5$).



19. ábra. Ugyanaz az F0—G5 csillagoknál ($M \leq 2.9$).

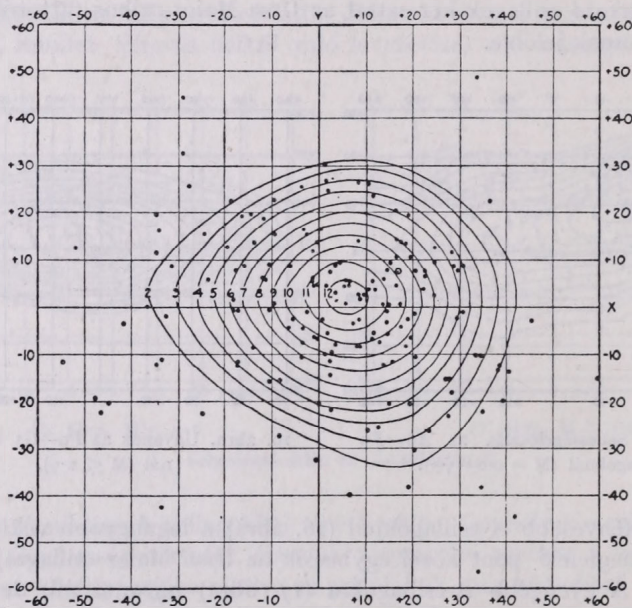
A fényesebb A-csillagoknál (16. ábra) a legnagyobb vektorsűrűségnek megfelelő pont közel egybeesik az Ursa Maior csillagraj sebességével. A gyengébb A-csillagokra (17. ábra) ugyanez áll, de itt az Y-tengelytől balra is mutatkozik egy sűrűsödés, amely a Taurus-rajnak felel meg. Amit a Taurus- és Ursa Maior-raj nagy kiterjedéséről annak idején mondtunk, itt is igazolást nyert. Azoknak az A-csillagoknak összességét, amelyek egyik csillagrajhoz sem tartoznak, *centrális-csoportnak* nevezi Strömberg. Ennek sűrűsödési pontjának koordinátáira $x = +5.0$, $y = +1.8$, $z = +2.4$ értékek adódnak.

A Taurus-raj az F-csillagoknál is erősen szembetűnik (18. ábra). A másik sűrűsödési hely oda esik, ahol az A-csillagoknál a centrális-csoport volt. A G-típusú óriáscsillagoknál¹ (19. ábra) már csak az utóbbi marad meg. Az egyenlő sűrűségű helyeket összekötő görbék közelítőleg ellipszisek, melyeknek nagytengelye körülbelül egybeesik az X-tengellyel. Áttérve a K-típusú óriáscsillagokra, a sűrűsödési hely nem változik, de

¹ A csillagoknak óriásokra és törpékre való beosztásáról lásd «Stella Almanach» VI. évf. 231. o. Az ábrákhoz szóló szövegben M az abszolút magnitúdót jelenti.

a görbék már kevésbé lapultak (20. ábra), még kevésbé az M -típusúaknál (21. ábra). Ugyanez áll az XZ - és YZ -síkra is.

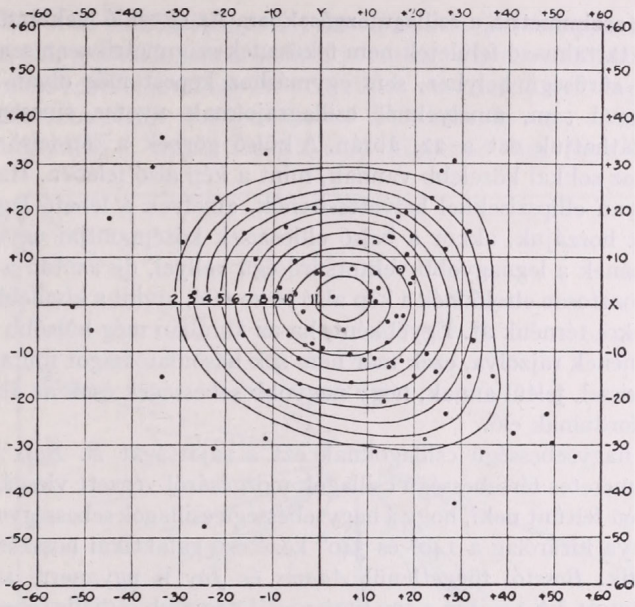
Az óriáscillagoknál tehát a spektráltípussal csak az egyenlő sűrűségű helyeket tartalmazó felületek alakja változik, míg a leggyakoribb sebesség minden típusra ugyanaz és pedig: $x = +5.8$, $y = +2.7$, $z = +1.7$. A Naphoz képest a sebesség 13.4 km/sec, $l = 102^\circ$, $b = -27^\circ$ galaktikai irányban.



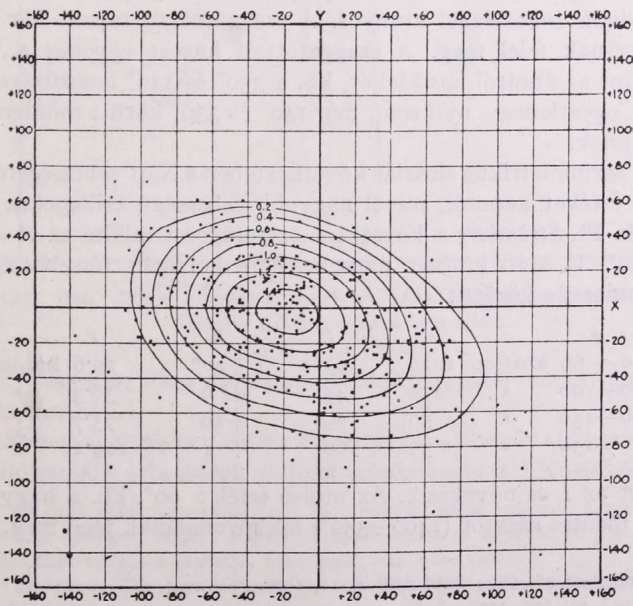
20. ábra. Sebességeloszlás a $K2-K9$ csillagoknál. $M \leq 3.9$.

A törpecsillagoknál (22. ábra) a leggyakoribb sebesség koordinátái: $x = -19$, $y = -2$, $z = +1$, a Naphoz képest: $V = 37.7$ km/sec, $l = 195^\circ$, $b = -10^\circ$. A görbék nagyjából ellipszisek, a nagy-tengely kb. 30° -ú szöget alkot az X -tengellyel. A diszperzió sokkal nagyobb, mint az óriáscsillagoknál.

Ha a különböző típusú csillagok Naphoz viszonyított mozgását már ismerjük, minden további nélkül kapjuk egymáshoz viszonyított mozgásukat. A legközelebbi feladat az egyes csillagcsoportok relatív mozgásában fellépő szabályszerűségek kikutatása, majd annak megvizsgálása, hogy ezek nincsenek-e összefüggésben a pekuláris sebességek eloszlásában mutatkozó különbségekkel. Az itt felemlített problémák tüzetes vizsgálata *Strömberg*től származik.



21. ábra. Sebességeloszlás az M -típusú óriáscsillagoknál ($M < 2.0$).



22. ábra. Sebességeloszlás az M -típusú törpecsillagoknál ($M \geq 3.0$).

Az aszimmetria a csillagmozgásokban. Az egyenlő vektorsűrűségű helyeket tartalmazó felületek nem fekszenek szimmetrikusan sem a legnagyobb sűrűségű helyhez, sem egymáshoz képest még olyan csillagosztályoknál sem, amelyeknél csillagrajoknak nyoma sincsen. Legjobban láthatjuk ezt a 22. ábrán. A külső görbék a kép felső felében egymáshoz sokkal közelebb vannak, mint a kép alsó felében. Ha a görbét olyan ellipszisekkel helyettesítünk, amelyek a lehető legjobban símulnak hozzájuk, akkor a belső ellipszisek középpontjai ugyan még egybeesnének a legnagyobb vektorsűrűségű hellyel, de azután a középpont fokozatosan eltolódnék a kép alsó része felé, amint a kívülebb fekvő ellipszisekre térnénk át. Egyébként, ha az ábrában még külsőbb görbék is be lennének rajzolva, ezek már nem sok hasonlatosságot mutatnának az ellipszissel, jelül annak, hogy nagyobb sebességek csak az ábra alsó felében fordulnak elő.

A nagysebességű csillagoknak ezt a sajátját *B. Boss* fedezte fel.¹ Ő ismeretes térsebességű csillagok mozgásáról végzett vizsgálatokat és eközben feltűnt neki, hogy a nagysebességű csillagok sebességvektorainak iránya kizárólag a 140° és 340° közé eső galaktikai hosszúságokra szorítkozik. *Bosstól* függetlenül *Adams* és *Joy* is ugyannerre az eredményre jutott.² A 23. ábra a 100 km/sec-nál nagyobb radiális sebességeknek a galaktikai hosszúságokra való eloszlását mutatja.³ A radiális sebességek a galaktika-síkra lettek projiciálva, de a nyílak hossza magával a radiális sebességgel arányos. A szaggatottan rajzolt kör sugara 63 km/sec-nak felel meg. A szaggatottan húzott egyenes a vertexvonal. Mint az ábráról látni lehet, kb. a 330° és 140° hosszúságok közé nem esik egyetlenegy nyíl sem, míg 140° és 330° között minden irányban fellépnek.

Az aszimmetrikus eloszlás következtében a Nap sebességére annál nagyobb értéket kapunk, minél nagyobb sebességű csillagokra vonatkoztatjuk. *Pl. Strömberg* a következő összefüggést találta az $A = 270^\circ$, $D = +30^\circ$, $V = 20$ km/sec napsebességre korrigált térsebességek (v) és a napmozgás között:

v	n	L	B	V
0—60 km/sec	1026	23°	$+20^\circ$	20'6 km/sec
60—100 "	210	45	+ 9	36'3 "
100—150 "	50	39	+10	75'7 "
> 150 "	37	60	+ 4	209'1 "

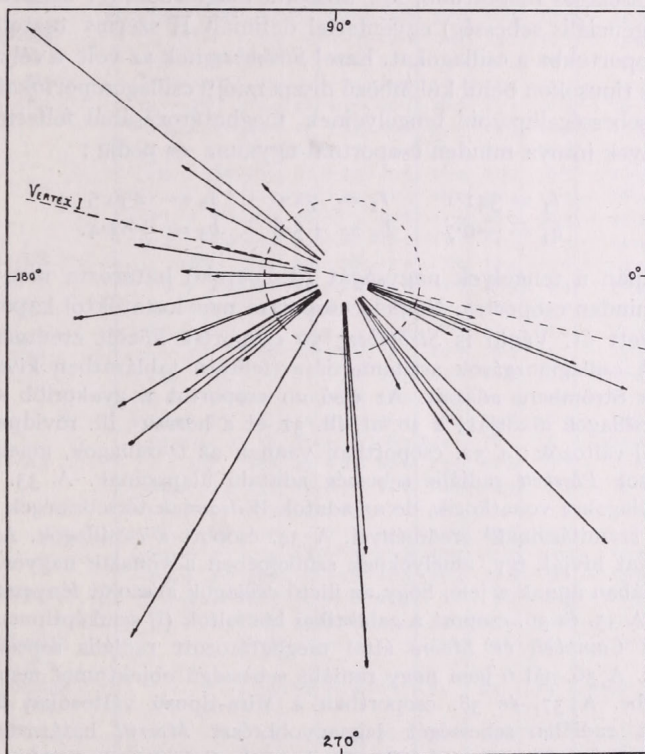
V mellett az L is növekszik. Az utolsó érték: 60° , kb. a nagy sebességtől mentes szektor (140° — 330°) felezővonalának felel meg.

¹ Pop Astr 26, 686; Publ ASP 4, 11, 1918.

² Ap J 49, 179, 1919.

³ Oort: The stars of high velocity c. monográfiájából. Gr. P. 40, 1926.

Mivel az aszimmetria, mint azt elébb a 22. ábra alapján megállapítottuk, már normális sebességeknél jelentkeznek és mivel általában a csillagok mért sebességével együtt nő a rájuk vonatkoztatott napmozgásra korigált sebességek diszperziója is,¹ a napmozgás vagy az ezzel ellentétes irányú ú. n. csoportmozgás eme diszperzió függvénye kell hogy



23. ábra. A 100 km/sec-nál nagyobb pekuliális radiális sebességek eloszlása galaktikai hosszúságokban.

legyen. Mégpedig nagyobb diszperzióknak nagyobb csoportmozgás felel meg és fordítva.²

Strömberg 1924-ben ezt az összefüggést az összes akkor rendelkezésre álló radiális sebességek alapján tanulmányozta.³ Különböző csillag-

¹ Ez csak akkor nem volna igaz, ha a nagysebességű csillagok úgy mozognának, mint valami csillagraj tagjai: nagyjából ugyanakkora és ugyanolyan irányú sebességgel. A 23. ábra világosan mutatja, hogy erről nem lehet szó.

² Strömberg: The asymmetry in the distribution of stellar velocities. Mt Wilson Comm. 84. 1923.

³ Ap J 59, 228, 1924; 61, 363, 1925; Mt Wilson Comm. 90, 1925.

osztályokra meghatározta a csoportmozgást a Naphoz képest és a csoportmozgásra korrigált sebességek eloszlását ama feltevés mellett, hogy a sebességfelület minden osztálynál ellipszoid. Az egyes típusokon belül a

$$H = m + 5 \log \mu = M + 5 \log T - 8.378$$

(m : látszólagos magnitúdó, M : abszolút magnitúdó, μ : látszómozgás, T : tangenciális sebesség) egyenlettel definiált H szerint osztotta szűkebb csoportokba a csillagokat. Ezzel *Strömberg*nek az volt a célja, hogy az egyes típusokon belül különböző diszperziójú csillagcsoportokat nyerjen. A sebességellipszoid tengelyeinek meghatározásánál feltette, hogy a tengelyek iránya minden csoportnál ugyanaz és pedig:

$$\begin{array}{lll} l_1 = 341.1 & l_2 = 71.0 & l_3 = 259.5 \\ b_1 = -0.7 & b_2 = +5.6 & b_3 = +84.4. \end{array}$$

Igy csupán a tengelyek nagyságát (diszperzió) határozta meg külön-külön minden csoportra. Némely csoportra más kutatóktól kapott értékeket vett át. Végül is *Strömberg* 50 csoportra közölt eredményeket.

«A csillagmozgások aszimmetriája» feliratú táblázatban kivonatban közöljük *Strömberg* adatait. Az első 29 csoportot a gyakoribb színek-típusú csillagok alkotják, a 30.-at, ill. 31.-et a hosszú-, ill. rövidperiódusú δ Cephei-változók; a 32. csoportban vannak az O -csillagok, amelyekre a számítások *Plaskett* radiális sebesség adatain alapszanak. A 33. szintén az O -csillagokra vonatkozik, de az adatok *Wilson*nak térsébségek alapján végzett számításainak¹ eredményei. A 34. csoport a c -csillagok. Azokat a csillagokat hívják így, amelyeknek színekében a vonalak nagyon élesek. Ez általában annak a jele, hogy az illető csillagok abszolút fényessége igen magas. A 35. és 36. csoport a galaktikai ködfoltok (P színek-típus). A számítás a *Campbell* és *Moore* által meghatározott radiális sebességeken² alapszik. A 36.-nál 6 igen nagy radiális sebességű objektumot nem vettek tekintetbe. A 37. és 38. csoportban a Mira-típusú változókat találjuk, amelyek radiális sebességét legnagyobbbrészt *Merrill* határozta meg.³ A következő csoportok: 39. Gömbhalmazok. Számítások *Slipher* radiális sebességei alapján.⁴ 40. Extragalaktikai ködfoltok. 41. Igen nagy térsébséggű, nagyobbbrészt F -típusú csillagok. 42. 100 km/sec-nál nagyobb radiális sebességgel bíró csillagok. 43. Intersztelláris kalciumfelhők. 44—50. Csillagrajok. Mivel az ezekre vonatkozó adatokat már másutt közöltük, táblázatunkba nem vettük fel őket.

A H -val jelzett oszlopban adjuk az elébb definiált H -nak határértékeit, n a csillagok száma, L , B az apex galaktikai koordinátái,⁵ V a

¹ AJ 36, 841, 1924.

² Lick Publ. 13, IV. 1918.

³ Ap J 58, 215, 1923.

⁴ L. Ap J 61, 353, 1925.

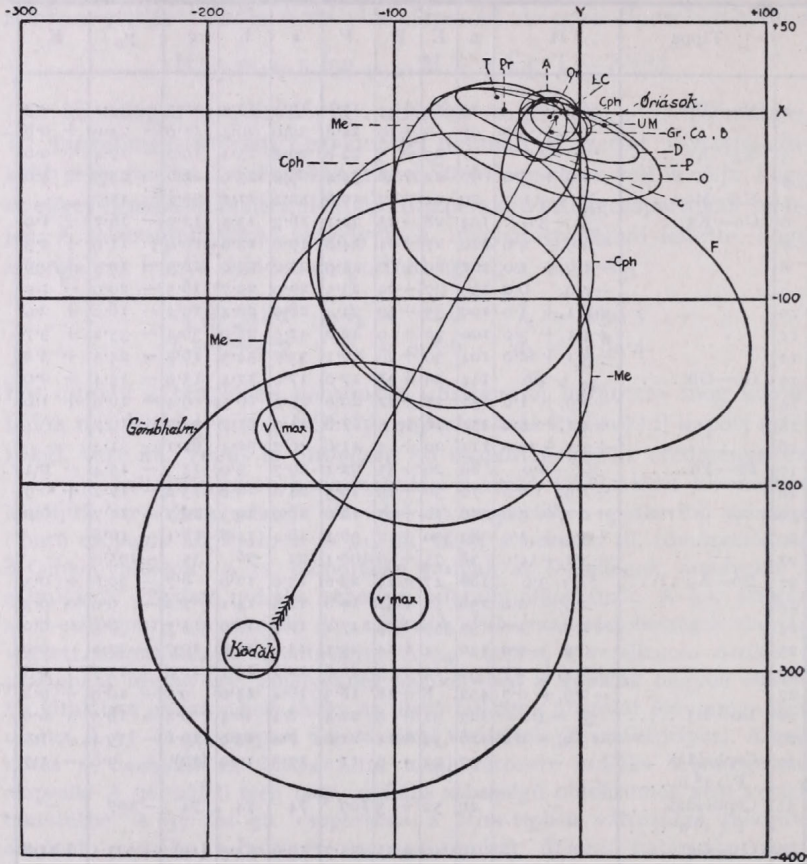
⁵ *Strömberg* az apexre csak equatoriális koordinátákat adott. Ezeket *Pearce* és *Hill* grafikonjai (*Victoria Publ.* IV. 4) alapján számítottuk át galaktikai koordinátákba.

A csillagmozgások aszimmetriája.

	Típus	H	n	L	B	V	a	b	c	γ_0	K
1	Mo—M0	≤ -2.0	75	29	+24	14.6	19.4	17.1	16.5	-12.1	-0.3
2		-1.9, +3.0	97	52	+10	24.8	39.0	30.4	15.0	-24.6	+0.8
3	K4—K9	≤ -2.0	77	23	-3	22.8	20.4	13.1	19.2	-17.4	+0.6
4		-1.9, +3.0	90	22	+28	34.4	29.6	23.9	22.6	-25.5	+4.6
5	K4—M9	$\leq +3.1$	79	21	-12	19.6	52.2	11.1	35.1	-13.7	—
6	G9—K3	≤ -3.0	124	28	+15	20.1	16.7	13.5	12.2	-16.7	+1.9
7		-2.9, -2.0	120	27	+24	14.8	19.6	13.6	16.6	-11.9	+2.3
8		-1.9, -1.0	102	29	+7	14.9	23.2	22.0	16.3	-12.5	+0.6
9		-0.9, 0.0	139	37	+22	23.5	26.0	22.7	16.5	-20.9	-1.2
10		+0.1, +1.0	109	35	+30	21.4	28.9	20.4	19.2	-18.2	+2.9
11		+1.1, +3.0	100	26	+9	42.8	41.9	28.0	30.4	-35.2	+3.7
12		+3.1, +12.0	104	50	+26	26.1	33.7	34.3	18.3	-24.5	+3.2
13	Go—G8	≤ -2.0	144	36	+38	17.0	17.6	12.4	13.6	-13.4	+2.0
14		-1.9, +1.0	131	28	+22	20.6	25.8	16.5	9.4	-16.9	+1.6
15		+1.1, +5.0	154	16	+5	27.8	44.0	21.7	12.7	-19.7	—
16		+5.1, +10.0	111	20	+3	41.6	46.2	32.4	32.1	-31.2	—
17	F0—F9	≤ -2.0	86	20	+35	22.1	19.7	9.0	15	-15.4	-0.1
18		-1.9, 0.0	70	36	+19	19.3	24.0	18.6	13.2	-17.2	+0.5
19		+0.1, +3.0	246	10	+27	18.6	28.9	19.3	10.7	-11.7	0.0
20		+3.1, +5.0	82	359	+2	36.1	48.4	14.8	18.1	-16.8	—
21		+5.1, +14.0	38	75	+9	108.1	122	76	55	-105.0	—
22	B6—A9	≤ -3.0	188	47	+24	22.0	13.0	12.0	8.7	-20.6	-0.3
23		-2.9, -2.0	138	12	+37	14.8	12.5	14.1	7.2	-9.0	-0.3
24		-1.9, -1.0	133	359	+23	17.1	17.7	17.0	5.7	-8.3	0.0
25		-0.9, 0.0	130	4	+14	23.1	15.4	10.6	10.7	-12.6	0.0
26		+0.1, +2.7	91	12	+5	26.8	12.1	14.1	10.0	-17.7	+0.5
27		-2.9, +2.7	492	8	+18	18.3	16.4	14.6	9.1	-10.9	+0.2
28	Bo—B5	≤ -4.0	123	31	+8	21.4	8.1	8.4	8.4	-18.5	+6.0
29		-3.9, +0.1	126	39	+14	21.0	7.4	13.0	10.6	-19.4	+1.5
30	Cepheidák ...	—	37	22	+9	11.5	17.3	10.0	(10)	-9.0	-1.7
	P > 1 ^d 0										
31	Cepheidák ..	—	26	52	+3	10.9	74	74	74	-10.7	—
	P < 1 ^d 0										
32	O5—O9	—	49	49	+25	35.7	19.6	33.9	(19)	-33.5	+11.8
33		—	41	40	+32	30.0	30	30	30	-26.1	—
34	c-csill.	—	66	22	+28	26.1	12.9	17.5	(12)	-19.4	-0.7
35	P	—	107	43	+28	28.4	64.7	23.9	(15)	-25.6	+2.0
36	P*	—	101	43	+14	30.2	45.8	30.7	(15)	-28.6	+1.8
37	Mre—6e	—	86	40	+13	65.2	52	57	46	-60.5	—
38	Mze—5e	—	13	58	+13	162	88	88	88	-161	—
	P=150 ^d —210 ^d										
39	Gömbh.	—	18	63	+13	286	117	117	117	-285	+25
40	Extrag. kód ..	—	44	59	+11	344	300	300	300	-344	+622
41	Max. térs. csill.	—	22	62	+13	281	207	108	82	-278	—
42	R. s. > 100 km	—	49	48	+7	236	—	—	—	-229	—
43	Ca+ felhők ...	—	64	32	+18	20.4	5	5	—	-17.7	—

Nap sebessége, K a K-effektus a, b, c a sebességellipszoid főtengelyeinek hossza.

A 24. ábrában a sebességellipszoidoknak a galaktika-síkkal való metszeteit láthatjuk. A Nap a koordináta-rendszer origójában van. Az

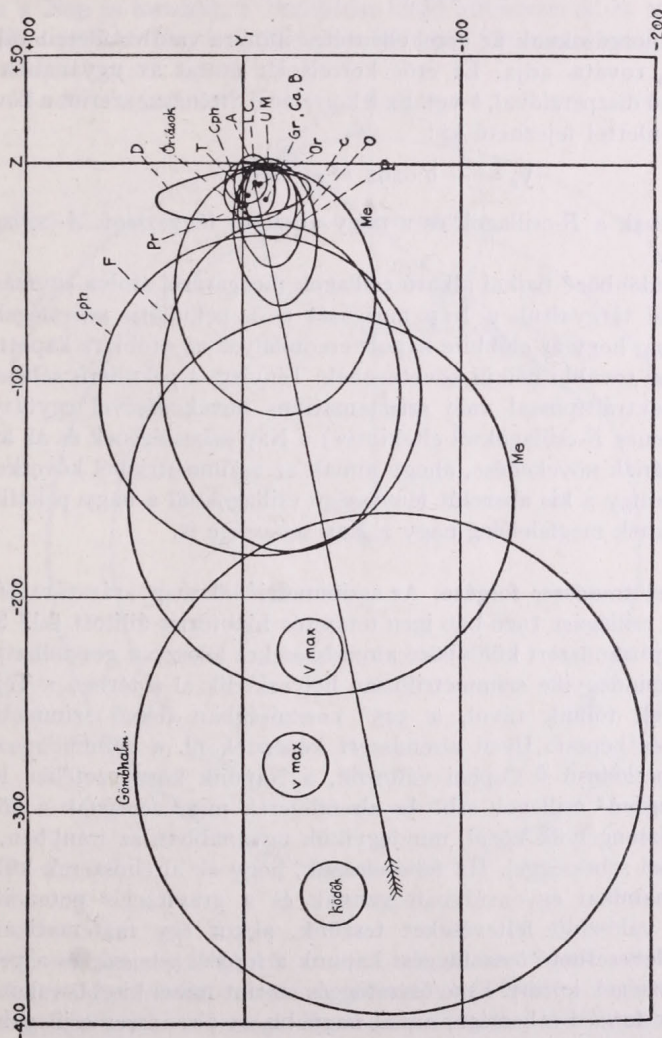


24. ábra. Sebességellipszoidok vetületei a galaktika-síkra. (Jelölések: A: A-csillagok, Óriások: Fo—M-típusú óriáscsillagok, D: K—M-típusú törpecsillagok, P: galaktikai ködfoltok, O, c, F: O-, c-, ill. F-csillagok, Cph: δ Cephei-változók és pedig felül a hosszú-periódusúak (Per. $> 1^d$), lejjebb a rövidperiódusúak (Per. $< 1^d$), Me: felül az M1e—6e-csillagok, lejjebb az M2e—5e változók 150^d — 210^d periódussal, UM: Ursa Maior, T: Taurus, Pr: Praesepe, Or: Orion-csillagrajok, Gr, Ca, B: a Ca + felhők, Pleiades-, Perseus-, Scorpio-, Centaurus-rajok és a B-csillagok közepes mozgása, Gömbhalmaz.: gömbhalmazok, Ködök: extragalaktikai ködfoltok, V max és v max: mint a tabellában.)

origót valamelyik ellipszis vagy kör¹ középpontjával összekötő egyenesdarab a csoportmozgásnak a galaktika-síkra való vetületét ábrázolja.

¹ Némely csoportnál a csillagok kis számánál fogva nem lehetett meghatározni különböző irányokban a diszperziót. Ilyenkor sebességfelületnek olyan gömböt vettek, melynek sugara az átlagos diszperzió.

Az ellipszisek nagy- és kistengelye közel egyenlő a -, ill. b -vel. A 40., 41. és 42. csoportokra csak a csoportmozgást jelölik a körök, a diszperzióhoz semmi közük sincs. Láthatjuk, hogy a csoportmozgás az ellipszisek növekedésével folytonosan nő, kb. 13 km/sec-től több mint 300 km/sec-ig



25. ábra. Sebességellipszoidok vetületet egy a galaktika-síkot 61.5° galaktikai hosszúságban merőlegesen metsző síkra. (A jelölések ugyanazok, mint a 24. ábrán.)

és pedig állandóan egy és ugyanazon irányban, amelynek galaktikai hosszúsága 241.5° . A kis diszperziójú objektumok a nagy diszperziójúakhoz képest tehát $l = 61.5^\circ$ irányban mozognak. A sebességellipszoidoknak egy a galaktika-síkra merőleges és ebben a hosszúságban fekvő síkra

való vetületeit a 25. ábrán láthatjuk. Eszerint a csoportmozgások iránya nem fekszik pontosan a galaktika-síkban, hanem azzal kb. 9° -nyi szöveget alkot. A csoportmozgások irányának galaktikai koordinátái tehát:

$$l = 241.5^\circ \quad b = -9^\circ.$$

A csoportmozgásoknak az ezzel ellentétes irányra való vetületeit táblázatunk y_0 rovata adja. Ez erős korrelációt mutat az ugyanabba az irányba eső diszperzióval, b -vel. Ez a korreláció *Strömberg* szerint a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$y_0 = -0.0192 b^2 - 10.0. \quad (6)$$

Kivételt csak a B -csillagok és a nagy abszolút fényességű A -csillagok képeznek.

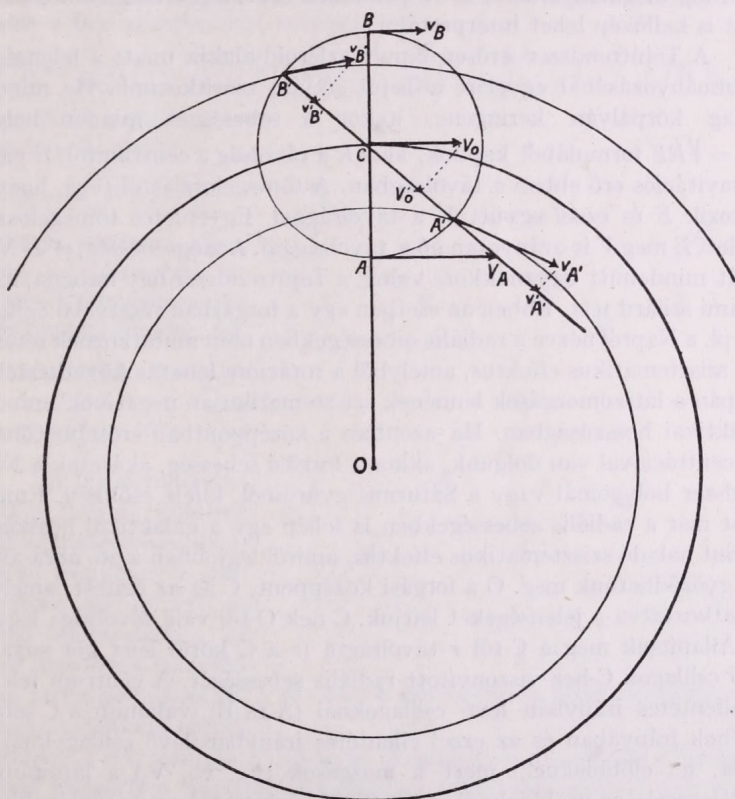
A különböző fizikai alkatú csillagok mozgásáról szólva egymástól függetlenül tárgyaltuk a Nap mozgását és a pekuláris sebességeket. Most látjuk, hogy az előbbire kapott eredmények az utóbbira kapottakból minden további nélkül következnek. Tényleg, a pekuláris sebességnek a spektráltípussal való szisztematikus növekedésével együttjárt (a rendellenes B -csillagoktól eltekintve) a Nap sebességének és az apex hosszúságának növekedése, ahogy annak az aszimmetriából következni kell. Ugyanígy a kis abszolút fényességű csillagoknál a nagy pekuláris sebességeknek megfelelőleg nagy a Nap sebessége is.

A Tejútrendszer forgása. Az aszimmetriának magyarázatára *Lindblad* svéd csillagász 1926-ban igen tetszetős hipotézist állított fel.¹ Szerinte a Tejútrendszert különböző alrendszerekre felosztva gondolhatjuk, amelyek mindegyike szimmetrikusan helyezkedik el a térben a Tejútrendszernek tőlünk távol, a 325° hosszúságban fekvő szimmetriatengelyéhez képest. Ilyen alrendszert képeznek pl. a gömbhalmazok, a rövid periódusú δ Cephei változók, a Napunk környezetében levő lassú mozgású² csillagok stb. Az alrendszerek mind forognak a közös szimmetriatengelyük körül, mindegyikük ugyanabban az irányban, de más forgási sebességgel. Ha feltételezzük, hogy az alrendszerek külön-külön dinamikai egyensúlyban vannak és a gravitációs potenciálra bizonyos valószínű feltevéseket teszünk, akkor egy matematikailag könnyen levezethető összefüggést kapunk a forgási sebesség és a pekuláris sebességek között. Eme összefüggés szerint minél kisebb valamely alrendszer forgási sebessége, annál nagyobb az alrendszer csillagainak átlagos pekuláris sebessége. A legnagyobb pekuláris sebességeket a

¹ *Lindblad*nak erre a tárgyra vonatkozó cikkei a következő helyeken jelentek meg: *Upsala Med.* 3, 4, 6, 1926; 24, 26, 1927; *MN* 87, 553, 1927; *Viertelj. d. Astr. Ges.* 63 323 *Stockholm Med.* 1, 1928; *AN* 236, 181, 1929; *MN* 90, 503, 1930.

² A *Naphoz* képest.

gömbhalmazoknál találjuk, így ennek az alrendszernek kell a leglassabban rotálnia, a Nap körül levő lassú mozgású csillagok alkotta alrendszernek pedig, ahol a pekuliáris sebességek a legkisebbek, a leggyorsabban. Ehhez a maximális sebességgel forgó alrendszerhez képest, amelyhez a Nap is tartozik, a lassabban forgó alrendszerekhez tartozó csillagok a rotáció irányával ellentétes irányban visszamaradnak, mégpedig



26. ábra.

annál jobban, minél kisebb az illető alrendszer forgási sebessége, vagy ami ezzel együtt jár, minél nagyobb az alrendszerhez tartozó csillagok átlagos pekuliáris sebessége. Ezzel a 24. ábra és a Strömberg-féle reláció teljes magyarázatot nyer, beleértve azt is, hogy az aszimmetria tengelye merőlegesen áll a Tejútrendszer centruma felé mutató irányra. A forgás a galaktika-sík északi oldaláról nézve az óramutató járásának irányával megegyezik. *Lindblad* hipotézisét támogatja az a megfigyelési eredmény is, hogy az alacsony pekuliáris sebességű csillagok erős galaktikai

koncentrációt mutatnak, vagyis erősen lapult rendszert alkotnak, szemben a nagy pekuliáris sebességű objektumokkal.

Mégis nehezen lehet elképzelni, hogy jöhetett létre az egymáson keresztül különböző sebességgel forgó alrendszereknek ilyen keveréke. A továbbiakban a forgási hipotézis megtartása mellett a Tejútrendszert egységesnek tekintjük. Látni fogjuk, hogy az aszimmetriát így is sikerülni fog megmagyarázni, sőt a pekuliáris sebességek ellipszoidos eloszlását is kellőképp lehet interpretálni.

A Tejútrendszer erősen lapult szféroid-alakja miatt a jelenségek tanulmányozásánál egyelőre a Tejút síkjára szorítkozunk. Ha minden csillag körpályán keringene, akkor a sebességet minden helyen a $V = \sqrt{RE}$ formulából kapnók, ahol R a távolság a centrumtól, E pedig a gravitációs erő ebben a távolságban. A tömegeloszlástól függ, hogyan változik E és ezzel együtt V a távolsággal. Egyenletes tömegeloszlás mellett E meg V is arányosan nő a távolsággal. A szögsebesség, $\omega = V/R$ tehát mindenütt ugyanakkora volna, a Tejútrendszer úgy forogna, mint valami szilárd test. Ebben az esetben egy a forgásban résztvevő égitestről, pl. a Napról nézve a radiális sebességekben nem mutatkoznék semmiféle szisztematikus effektus, amelyből a rotációra lehetne következtetni. Csupán a látszómozgások lennének szisztematikus negatívok¹ minden galaktikai hosszúságban. Ha azonban a középpontban erősebb tömegkoncentrációval van dolgunk, akkor a forgási sebesség, akárcsak a Naprendszer bolygóinál vagy a Saturnus gyűrűinél, kifelé csökken. Emiatt most már a radiális sebességekben is fellép egy a galaktikai hosszúság szerint haladó szisztematikus effektus, amiről legjobban a 26. ábra alapján győződhetünk meg. O a forgási középpont, C az az égitest, amelyre vonatkoztatva a jelenségeket leírjuk. C -nek O -tól való távolsága legyen R . Állapítsuk meg a C -től r távolságra (r a C körül leírt kör sugara) levő csillagok C -hez viszonyított radiális sebességét. A centrum felé és az ellentétes irányban levő csillagoknál (A és B), valamint a C sebességének irányában és az ezzel ellentétes irányban levő csillagoknál ez nulla, az előbbieknél, mert a mozgások (v_A, v_B, V_0) a látóirányra merőlegesek, az utóbbiaknál, mert C -vel párhuzamosan és ugyanakkora sebességgel mozognak.² Vegyünk egy közbeeső csillagot, pl. A' -t. Ennek sebessége $v_{A'}$, a radiális komponense $v'_{A'}$, a C -hez viszonyított radiális sebessége $v'_{A'} - V_0 > 0$. Ugyanígy a B' -re: $V_0 - v'_{B'} > 0$. A másik két negyedben a relatív radiális sebesség negatív. Minden egyes irányban a relatív radiális sebesség természetesen r -rel nő. (27. ábra.)

¹ És pedig ($-\omega$)-val egyenlők. A K_2 koordinátarendszer tengelyei ekkor u. i. a fundamentális csillagászati koordinátarendszer tengelyeihez képest a Tejút síkjában ω szögsebességgel elforognak.

² Feltéve természetesen, hogy r kicsi R -hez képest.

Igen egyszerű geometriai megfontolásokból, $\frac{r}{R}$ második és magasabb hatványait elhanyagolva a radiális sebességre (ρ) a következő formulát kapjuk:

$$\rho = rA \sin 2(l-l_0), \quad (7)$$

a látszómozgásra (μ) pedig

$$\mu = A \cos 2(l-l_0) + B, \quad (8)$$

ahol l_0 a centrum galaktikai hosszúsága, l ama csillag hosszúsága, amelyekre ρ és μ vonatkoznak, továbbá

$$A = \frac{V}{4R} \left(1 - \frac{R^2}{V^2} \frac{\partial E}{\partial R} \right); \quad B = -\frac{3V}{4R} \left(1 + \frac{R^2}{3V^2} \frac{\partial E}{\partial R} \right); \quad V = \sqrt{RE} \quad (9)$$

Egyenletes anyageloszlásnál $E \sim R$, tehát

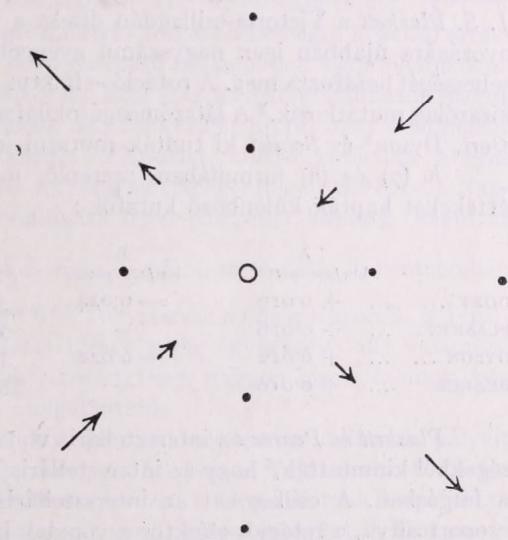
$$A = 0, \quad B = -\frac{V}{R};$$

a másik véglet az volna, hogy a Tejútrendszer tömegének túlnyomó része a centrumban fekszen. Ekkor közelítőleg: $E \sim \frac{1}{R^2}$ és

$$A = +\frac{3V}{4R}, \quad B = -\frac{1}{4R}$$

A (7) formula szerint a radiális sebesség két egymással szembenfekvő irányban, a centrumtól 45° és 225° -ra veszi fel maximális, az erre merőleges irányokban pedig minimális értéket. A változás amplitúdója: $2rA$, arányos a csillagok távolságával. A rotációs-effektusnak tehát elsősorban nagyobb távolságban fekvő csillagoknál kell mutatkoznia. Az effektust természetesen csak mint statisztikai összefüggést kell felfognunk, hiszen az egyes csillagoknak az általános rotációs mozgás mellett még individuális mozgásuk is lehet.

A radiális sebességnek a galaktikai hosszúsággal való szisztematikus menetét először a *K*-effektus vizsgálatánál vették észre. *Gyllenberg*,¹ majd később *Freundlich* és *Pahlen*² azt találták, hogy a *K*-effektus a β -csillagoknál változik a galaktikai hosszúsággal. *Schildt*³ és *Henroteau*⁴ a *c*-csillagok radiális sebességében találtak menetet a hosz-



27. ábra. A rotációs-effektus a radiális sebességeknél.

¹ Lund Med (2) 13. 1915.

² AN 218, 369, 1922.

³ BAN II. 50. 1924.

⁴ Journal RAS Canada, 21, 1, 1927.

szúsággal. De az említett kutatók egyike sem gondolt arra, hogy ezt a jelenséget a Tejútrendszer forgásával magyarázza. Mikor *Lindblad* 1926-ban a rotáció-hipotézist egészen más megfontolások alapján felállította, *Oort* holland csillagász felismerve a dolog óriási jelentőségét, az akkor rendelkezésre álló megfigyelési anyag alapján kimerítő vizsgálatot végzett ebben az irányban.¹ A vizsgálat tárgyául nagy abszolút fényességű csillagokat választott, amelyeknél a nagyobb távolságban levő objektumok radiális sebességét is ismerjük (c, O, B, N csillagok, Cepheidák stb.). Mindegyik osztálynál mutatkozott a kívánt effektus és pedig annál nagyobb amplitúdóval, minél nagyobb volt az illető csillagok közepes távolsága, amint azt a (7) formula is megköveteli. *J. S. Plaskett* a Victoria-csillagdán direkt a rotációs-effektus tanulmányozására újabban igen nagyszámú gyengébb O- és B-csillag radiális sebességét határozta meg. A rotációs-effektus ezeknél is minden kétséget kizárólag mutatkozik.² A látszómozgásoknál az effektus igen kicsi, mégis *Oort*, *Dyson*³ és *Schilt*⁴ ki tudták mutatni jelenlétét.

A (7) és (8) formulában szereplő mennyiségekre a következő értékeket kapták különböző kutatók:

	A km/sec parsec	B km/sec parsec	l_0 °
OORT ...	+ 0'019	— 0'024	324 BAN IV. No 132, 1927
PLASKETT ...	+ 0'016	—	324 MN 88, 395, 1928
DYSON ...	+ 0'012	— 0'022	327 MN 90, 233, 1929
PEARCE ...	+ 0'016	—	328 Pop Astr 39, 18, 1931

Plaskett és *Pearce* az intersztelláris vonalokból mért radiális sebességekből kimutatták,⁵ hogy az intersztelláris atómfelhők is résztvesznek a forgásban. A csillagokat az intersztelláris vonalak erőssége szerint csoportosítva, a rotációs-effektus a vonalak intenzitásával nőtt. Ugyanazon csillagokra az intersztelláris vonalokból levezetett rotációs-effektus pontosan a fele volt az egyéb, a csillagok légköréből származó vonalokból kapott rotációs-effektusnak. Az eredmény tehát pontosan az, amit várnunk kell, ha az intersztelláris atómfelhők mindenütt egyenletesen betöltik a csillagok közt levő teret.

A most említett vizsgálatokkal a rotáció-hipotézis egész új megvilágításba került. Mert eme vizsgálatok eredményei, amellet, hogy különösen az l_0 -ra kapott érték alapján újabb bizonyítékkal szolgáltak

¹ BAN III, 275; IV, 79; 91; 93, 1927; IV. 269, 1928.

² MN 88, 395, 1928.

³ MN 90, 233, 1929.

⁴ Proc. Nat. Ac. Sc. 13, 642. 1928; Pop. Astr. 37, 11, 1929. Érdemes megemlíteni hogy *Gylden* már 1871-ben felfedezte a látszómozgásoknál az effektust.

⁵ MN 90, 243, 1930; Pop Astr 38, 91; Publ ASP 43, 291, 1931.

a hipotézis mellett,¹ lehetőséget nyújtanak arra is, hogy betekintést nyerhessünk a Tejútrendszerben uralkodó gravitációs erő tulajdonságaiba. A (9) egyenletekből ú. i. kiszámíthatjuk a $\frac{V}{R}$ és $\frac{\partial R}{\partial E}$ mennyiségeket. *Oort* értékeit felhasználva

$$V/R = +0.043 \text{ km/sec parsec}, \quad \frac{\partial E}{\partial R} = +1.5 \times 10^{-30} \text{ g sec}^{-2}.$$

Ha feltesszük, hogy E két részből tevődik össze, amelyek egyike $E_1 \sim \frac{1}{R^2}$,

a másik $E_2 \sim R$, akkor $E_1/E = 0.59$ -t kapunk. Ebből mindenesetre egy igen nagy centrális sűrűsödésre kell következtetnünk. A V -re, vagyis a Nap környezetében uralkodó forgási sebességre közelítő értéknek vehetjük a Nap körüli lassú mozgású csillagoknak a gömbhalmazokhoz való sebességét. Ez ugyan csak akkor igaz, ha a gömbhalmazok maguk nem rotálnak; de nincs okunk az ellenkezőjét hinni, mert e halmazok rendszere nem mutat semmiféle belapulást, amiből rotációra lehetne következtetni. *Strömberg* $V = 272 \text{ km/sec}$ értékét elfogadva,² R -re, a Napnak a centrumtól való távolságára 6300 parszeket kapunk. Végül az

$$E = \frac{V^2}{R} \text{ egyenletből kapjuk: } E = -3.8 \times 10^{-8} \text{ dyn. A centrumban}$$

összesűrűsödő tömeg eszerint 6×10^{10} -szerese lenne a Napénak, a Tejútrendszerben egyebütt szétszórt tömeg pedig együttvéve alig valamivel több ennél. Ezek az értékek természetesen nagyon bizonytalanok még és csak első tájékozódásul szolgálhatnak.

Ilyen nagy centrális koncentráció mellett a csillagok pályáit ellipsziseknek tekinthetjük, amelyek fókusza a Tejútrendszer középpontjába esik. A rotációs-effektusra levezetett formulák csak körpályákra érvényesek. Ez azonban nem sokat von le érvényességükből. U. i. mivel a Nap környezetében a forgási sebesség 300 km/sec körül van, míg a legtöbb csillag pekuliáris sebessége 30 km/sec-nál is kevesebb, a csillagok túlnyomó része tényleg körpályán, vagy igen kis excentrumosságú ellipszisen kell, hogy mozogjon. *Lindblad* különben teoretikus úton is kimutatta, hogy ennek így kell lennie, ha a Tejútrendszer csak némileg is stacionárius.

Vizsgáljuk meg, milyen mozgást kell mutatniok a körpályát leíró csillagokhoz képest a nagyobb excentricitású pályákon mozgó csillagoknak a Nap közvetlen környezetében. A viszonyokat a *Bottlingertől* szár-

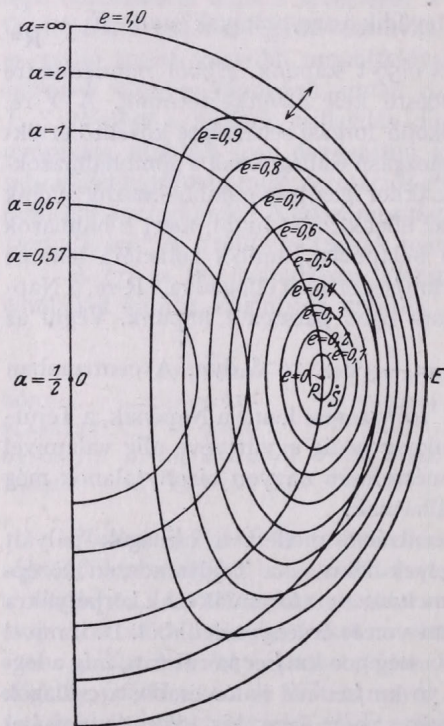
¹ *Redman* ugyan a K -csillagoknál l_0 -ra lényegesen magasabb értéket kapott, de a felhasznált megfigyelési anyag nagyon kicsi volt. (*Victoria Publ.* IV. 20. és *MN* 90, 690, 1930.)

² Az extragalaktikai objektumokra kapott napmozgás is megerősíteni látszik, hogy a forgási sebesség ilyen magas. (*L. BAN* V. 239. 1930.) Ekkora forgási sebesség mellett egy keringési időtartam a Nap környezetében 140 millió év lenne.

mazó¹ 28. ábrán szemléltethetjük legjobban. Az O pontból felrajzoljuk a különböző excentricitású és nagytengelyű ellipsziseknek megfelelő sebességeket. A P pont megfelel a körpályán mozgó csillagok sebességének. Ha a Napnak a centrumtól való távolságát, R -t egységnek vesszük, akkor az e excentrumosságú és a félnagy tengellyel bíró ellipszisen mozgó csillagok sebességének irányát és nagyságát (v) a következő egyenletekből számíthatjuk:

$$v^2 = 2 - \frac{1}{a},$$

$$v \cos \varphi = \sqrt{a(1-e^2)}$$



28. ábra.

ahol φ a sebesség és OP között levő szög. Mivel a v nagysága csak a -tól függ, az ugyanazon nagytengelyhez, de különböző excentrumossághoz tartozó sebességek az O körül leírt körökön fekszenek. Az egyenlő excentrumosságnak megfelelő sebességek a P körül záródó görbéken foglalnak helyet. Az ábrából azonnal meghatározhatjuk bármely excentricitású és nagytengelyű ellipszisen mozgó csillagnak P -hez viszonyított sebességét is.

A leggyakrabban előforduló kis excentrumosságú pályákon mozgó csillagok sebessége a P -hez viszonyítva, mint az ábrán láthatjuk, nem minden irányban egyforma, hanem a centrum irányában és a vele ellentétes irányban körülbelül kétszer akkora, mint erre merőlegesen. A pekuláris sebességek ellipszoidos eloszlása ezzel teljes magyarázatot nyert. A vertexirány a megfigyelések szerint tényleg a forgás centruma felé esik és ebben az irányban a megfigyelésekből is kétszer akkora átlagos sebesség adódik, mint a vertexre merőleges irányban.

Nagyobb excentrumosságnál a sebességgörbék alakja kezd eltérni az ellipszistől és a görbék középpontjai lassanként eltolódnak a forgással

¹ Veröff. Babelsberg VIII. 5. 1931; Die Naturwissenschaften 1931, 299.

ellenkező irányban. Ez ugyanaz az aszimmetrikus eltolódás, mint amilyent a 22. ábrán észleltünk. A valóságban az aszimmetria sokkal erősebb, mint első pillanatra az ábrából látszana. U. i. az a = 1 körtől jobbra eső csillagok a külső, kis sűrűségű régiókból valók, míg a balra esők a centrum környékéről származnak. A görbék jobboldalán ezért csak nagyon kevés csillag foglal helyet, a baloldalon annál több. Ez a megfontolás teljesen elegendő ama különbség eltüntetéséhez, amely látszólag a 24. és 28. ábra között fennáll. Azok a csillagfajták tehát, amelyeknél az aszimmetria a legerősebben mutatkozik (Mira-változók, rövid periódusú δ Cephei csillagok stb.), nagyjából a rendszer belső részeiben tartózkodnak.

S a Nap sebességét jelöli. Az ábra szerint a nappálya excentrumosága alig nagyobb 0.1-nél. A nagytengely valamivel nagyobb, mint a centrumtól való jelenlegi távolság.

Elméletileg ki lehet mutatni, hogy stacionárius rendszerben a pályáknak a galaktika-síkhoz való átlagos hajlása az átlagos excentricitással nő. Ezzel teoretikus megalapozását kapjuk annak a megfigyelési eredménynek is, hogy a kis pekuliáris mozgással bíró csillagok sokkal nagyobb galaktikai koncentrációt mutatnak, mint a nagy pekuliáris sebességűek.

A rotáció-hipotézissal tehát kielégítően sikerül megmagyaráznunk mindazt, amit ma a csillagok mozgásáról tudunk. Kevésbé egyeztetethők össze ezekkel a csillagok térbeli eloszlására más úton kapott eredmények,¹ különösen *Shapley* szupergalaktika hipotézise. A centrumtól való távolságára is sokkal nagyobb értéket kapott *Shapley*, mint amekkora a rotációs-effektusból adódik. Újabb időben azonban mind nyilvánvalóbb lesz, hogy a fénynek erős intersztelláris abszorpciójával kell számolnunk és ez ehetséges, hogy elegendő eme eltérések eltüntetésére.

Megemlítjük még, hogy *Freundlich* és *Pahlen* német csillagászok *Oort*- és *Lindblad*-tól eltérőleg a rotációs-effektust erősen elnyúlt ellipszis pályákon való keringéssel magyarázzák.² A Nap környezetében levő csillagok szerintük jelenleg az apogalaktikumtól nem messze erősen elnyúlt ellipszispályán közelednek a perigalaktikumuk felé. Egy, a rendszerrel együtt mozgó csillaghoz képest a centrumhoz közelebb eső csillagok nagyobb, a centrumtól távolabb esők pedig kisebb pályasebességgel mozognak. Ezáltal a radiális sebességekben egy, a galaktikai hosszúság szerint haladó effektus áll elő, mely teljesen olyan, mint az elébb ismertetett rotációs-effektus. A csillagmozgásokban mutatkozó egyéb törvényszerűségek magyarázata azonban náluk nem annyira természetes, mint *Lindblad*- és *Oort*-nál.

Dunst László.

¹ L. «A Tejútrendszer szerkezete». *Stella Almanach*. VII. évf. 359.

² Potsdam Publ. 86, 1928.

MI CÉLJA LEHET A SZTRATOSZFÉRA- REPÜLÉSNEK?

Arra a ma minduntalan felmerülő kérdésre, hogy mi készítheti az embert az igen nagy magasságokba való felszállásokra vagy repülésre, a legközelebb fekvő felelet lenne: a rendkívüli, a «rekord»-ra való törekvés. Mégis különös figyelmet érdemel itt az a tény, hogy korunk, amely telítve van a legféktelenebb sportszennedéllyel, ezt a minden rekordok legnagyobbját évtizedeken át két német tudósra engedte át. Elsősorban tehát az a *Piccard* tanár által ismételt hangsúlyozott megállapítás jöhet itt tekintetbe, hogy a sztratoszférának vannak egyes oly tulajdonságai, melyeknél fogva, mihelyt az erre alkalmas repülőgéptípus kialakul, hosszabb repülésekre különösképpen alkalmasnak látszik és hogy még mielőtt ez megvalósul, igen kívánatos volna néhány erre vonatkozó technikai problémát gyakorlatilag is megvilágítani.

Mindez azonban e helyen nem jöhet tekintetbe, hanem csupán az a tisztán tudományos kérdés: mit lehet odafenn kutatni és észlelni? Nemcsak a laikus körök kapcsolják össze a sztratoszféra fogalmát mindenféle homályos és kalandos képzetekkel, mintha e rétegben egészen különleges és meglepő dolgok volnának várhatóak, hanem néha még a meteorológia szakembereinek ajkáról is azt a véleményt lehet hallani, hogy a regisztráló műszerekkel felszerelt léggömbök feleresztése által tulajdonképpen minden szükségesről már tudomásunk van és hogy a sztratoszférának ilymódon megközelített alsóbb pár ezer métere az atmoszférának éppen legkevésbébbé figyelemre méltó rétege. Ez némely tekintetben helytálló, de a gyakorlati időjárásstudomány szempontjából igen egyoldalú felfogás. Igaz ugyan, hogy már sok ismertté nem vált ballonfelbocsátás igazolta azt az alapvető tényt, hogy a fel- és alászálló légáramlatoknak azon szakasza felett, mely felhőkkel, csapadékképződésekkel telített s a magasság irányában állandóan erősen csökkenő hőmérsékletű, vagyis e troposzférának nevezett terület felett van egy oly réteg, mely arról ismerhető fel, hogy aránylag magasabb vagy legalább is tovább nem csökkenő a hőmérséklete s ezért olyannak tűnik fel, mint a víz tetején úszó olaj. S épp e hőmérsékletviszonyok, a regisztrálókészülékek hiányai s a velük járó nehézségek ellenére is, eléggé ismertek, úgyhogy az egyes köztudomású felszállások alkalmával végzett mérések, ha jelentékenyen pontosabbak volnának is, keveset változtathatnának csak a már meglévő képen. Nagyobb jelentőségű már a nedvességnek e magasságokban való pontos meghatározása. Csak annyit tudunk, hogy a páratartalom ott igen csekély, de ilyfokú szárazság mellett a hajszálhygrometer, melyet eddig egymagában használtak regisztrálókészülékül, igen megbízhatatlannak bizonyult, másrészt

sugárzási elméletek szempontjából már egészen csekély páramennyiségek is tekintetbe veendőek. Egyebekben is még igen hiányosan ismert a levegőösszetétele a sztratoszférában és igen kívánatos volna, hogy egyrészt a szén-sav, másrészt a hidrogéntartalom százalékát pontosabban megismerjük.

Legfontosabbak azonban e magasságokban a sugárzásmérések, amelyek jelenleg úgy a fizikai, mint a meteorológiai kutatások közepontjában állanak. Itt elsősorban a tulajdonképpeni értelemben vett sugárzásra gondolunk, a fény-sugaraknak olyfajta elektromágneses hullámaira, melyek az ibolyán- és vörösöntúli hősugárzást is magukban foglalják, különösen tehát a Nap sugárzására. Ismeretes, hogy mily nehézségeket okoz ezeket «extraterresztrikusán», vagyis úgy mérni, amilyenek a földatmoszféra abszorpciója nélkül lennének. Bizonyos, hogy ez sokkal könnyebb lesz akkor, ha oly magasságban végezhető a mérés, ahol az atmoszférának csak mintegy tizede nehezedik a mérőeszközökre. Mindenesetre tisztában kell lenni azzal, hogy a javulás csak graduális és nem elvi, hiszen bizonyos spektrális szakaszok már sokkal csekélyebb légtömegek által is nagy mértékben avagy teljesen abszorbeálódnak. Ilyen viselkedésű főként a rövidhullámú ibolyántúli rész, amely az oxigént ozonná változtatja át. Ez a folyamat a léggömbbel valaha is elérhetőnél lényegesen nagyobb magasságokban játszódik le. Igen jelentős volna ezzel szemben magának a sztratoszféraképződés elméletének szempontjából a hosszúhullámú saját-sugárzásnak a megmérése ebben a magasságban, ez azonban a méréstechnikának mai állása mellett igen nehéz feladat.

De ma már a «klasszikus» fény- és hősugárzáson kívül egyéb sugárzásokat is ismerünk, amelyek, bár elektromágneses természetűek, egészen más nagyságrendű hullámhosszakkal bírnak, mint pl. a röntgen-sugarak; vagy amelyek gyorsan mozgó elektromos részecskékből (elektronokból) állanak, mint amilyenek többek között a béta-sugarak. Ilyenek, mint ismeretes, nagy mennyiségben áradnak ki a Naptól és a földi atmoszférában előidézik a mágneses folyamatokat és északi fényt; ugyan ezek a sugarak is aligha hatolnak le annyira a sztratoszféra alsóbb rétegeibe, hogy ott megfigyelhetők lennének. Végül még a sokat emlegetett titokzatos «kozmosz» vagy «átható» sugarak felemlítése van hátra. Ezeknek eredetéről és természetéről ma még nagyon kevés bizonyosat tudunk. Bebizonyított csak az, hogy a levegő által némileg abszorbeáltatván ionizálják, azaz elektromos vezetővé teszik azt, *ami minden kalandos elképzeléssel szemben ismétetlen hangsúlyozandó egyetlen ismét határuk.* Már közepes magasságokig való felszállásoknál kimutatható volt, hogy ezeknek a sugárzásoknak erőssége a magasság növekedésével nagyban fokozódik; ezért természetesen igen fontos volna a sugárzások értékét ilyen nagy magasságokban mérni. Ez lehetett

Piccard tanár vállalkozásának is tudományos főcélja s eredményei elé várakozással lehet tekinteni. Nagyon valószínűtlen, hogy a sztratoszférában egészen újfajta sugarak, akár ártalmas «halálsugarak» legyenek azok, akár káros hatás nélküliek — találhatók és felfedezhetők lennének.

Szoros összefüggésben állnak a sugárzás kérdéseivel a levegő elektromos viszonyaira vonatkozóak és meglehet, hogy ezek szempontjából (a sugárzás-intenzitásokkal ellentétben) a sztratoszféra határának fontos szerepe van. Elsősorban a potenciálás lefolyásának, továbbá a levegő ionizálása módjának és nagyságának a megállapításáról lehet itt szó. Mivel igen nehéz lenne ezeket a jelenségeket csupán regisztráló ballonokkal mérni, azért vár a tudomány épp e téren sok és jelentős felvilágosítást a sztratoszférarepüléstől.

Dr. Kühn W.

cikke nyomán: *Posonyi Erzsébet.*

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

A román csillagászat. Romániában négy működő csillagvizsgáló van és pedig Bukarestben, Jassyban, Kolozsvárt és Sarya Doubossaryban. A két első tehát regatbéli, a két utóbbi hódított területen van.

1. A bukaresti csillagvizsgáló a jelenlegi igazgató *Coculescu* alatt létesült 1908—1910. években. Felszerelése ekkor egy kisebb méretű passageműszeren kívül egy 38 cm. nyílású és 600 cm. fókuszávolsággal bíró refraktorból állott. Az intézet optikai teljesítőképessége tehát lényegesen nagyobb volt az ógyallaiénál. Ezt a műszert újabban egy Zeiss-féle asztrokamarával egészítették ki, amely 16 cm. nyílás mellett 80 cm. fókuszávolsággal bír. Legújabban pedig egy modern 19 cm. nyílású meridiánkörrel is felszerelték az obszervatoriumot.

Az obszervatorium eredetileg a meteorológiát is művelte és 1921-ig csillagászati és meteorológiai osztályból állott. Utóbbit ekkor a légügyi főigazgatóság fennhatósága alá helyezték, míg a tisztán csillagászati osztály a román közoktatásügyi minisztérium alatt modern obszervatoriummá fejlődött ki. Tudományos státusa jelenleg 7 tagú.

2. A bukaresti egyetemnek csillagvizsgálóval történt felszerelése után a román kormány a jassyi egyetemet is kiegészítette egy csillagászati intézettel és pedig 1913-ban *Popovici* igazgatása alatt, aki még jelenleg is vezeti azt. Felszerelése a kisebb, csak az oktatás céljait szolgáló egyetemi csillagvizsgálók szokásos berendezése.

3. Hogy ily előzmények után a kolozsvári egyetem birtokbavétele után ezt a román kormány csillagvizsgálóval is felszereli, azt a csillagászat nemzetközi kapcsolatainak fogva természetesnek kell találnunk. A jelenleg szervezés alatt álló új intézet egy 20 cm. nyílású vizuális refraktort és egy 50 cm. nyílású fotografiai reflektort kap. Előbbinek nyílásviszonya 1 : 15, utóbbié pedig 1 : 5 értékben van megállapítva. Az oktatás céljait szolgáló kisebb műszerekkel is fel lesz természetesen szerelve. Az intézetnek igazgatója *Bratu* egyetemi tanár, mellette még *Anneanca* és *Corbu* egyetemi tanárok működnek.

A kolozsvári új csillagvizsgáló lesz tehát Romániának legnagyobb és legjobban felszerelt csillagvizsgálója.

4. Romániának legrégebb csillagvizsgálója a besszarábiai Starya Doubossary-ban 1908-ban létesült *Donitch*-féle magáncsillagvizsgáló, melynek tulajdonosa még jelenleg is alapítója. A napfelület fizikai tanulmányozására szolgáló kisebb méretű műszerekkel van felszerelve. T. A.

A korona megfigyelése napfogyatkozáson kívül. Az a probléma, hogy a koronát ne csak a nagyritkán beálló napfogyatkozásokor lehessen megfigyelni, sokat foglalkoztatta a csillagászokat. A problémát, legalább részben, B. Lyot francia csillagásznak nemrégén sikerült megoldania. Lyot a 2850 méter magas Pic du Midi hegycsúcson végezte erre vonatkozó megfigyeléseit. Bár attól még talán messze vagyunk, hogy a koronáról bármi kor felvételt készíthessünk, az új módszer lehetővé teszi, hogy a koronát napfogyatkozáson kívül is tanulmányozhassuk. A napkoronáról hozzánk jutó fény tudvalevőleg polarizált s a módszer éppen a korona polarizált voltán alapszik.

Lyot megfigyelésénél a Nap képét távcsővel ernyőre vetítette s a vetített kép belső fényes részét ugyanolyan nagyságú fénykoronggal eltakarta. Ilymódon a nagy sugárzást kiküszöbölve, közvetlenül is képes volt a napkorong szélén a protuberanciákat megfigyelni, ami eddig csak spektroszkóp segítségével, közvetlenül pedig csak napfogyatkozásokor volt megtehető.

A napkorona kimutatására szolgáló műszer maga egy nagyon érzékeny polariméterből állott. A napkorong szélétől bizonyos távolságra (körülbelül $\frac{1}{5}$ napátmérőre) a fény polarizációja nem volt kimutatható, de a műszerrel befelé haladva az csakhamar elárulta a polarizált fény jelenlétét s ennek intenzitása a koronghoz közeledve egyre növekedett. *Lyot* számos megfigyelést végzett minden irányban s ezáltal képes volt a korona körvonalait megállapítani. Mivel a fogyatkozások alkalmával készült felvételek gyakran akkora koronát mutatnak, melynek átmérője sokszorosán is felülmúlja a Napét, valószínű, hogy *Lyot* csak a korona belső, fényes részét regisztrálta. A módszer ellenőrzésére mindenesetre kívánatos még, hogy vele a jövőben teljes napfogyatkozásokor is végeztessenek észlelések, amikor egyidejűleg közvetlen fényképfelvételek is készülnek a koronáról. L. K.

Százra emelkedett már az újcsillagok száma a nagy Andromédaködben. Mióta az M 31 nagy spirálist *Hubble* behatóan vizsgálta, nem készültek a Mount Wilsonon rendszeres felvételek a nagy Andromédaködről, ami a benne előforduló újcsillagok statisztikája szempontjából mindenesetre sajnálatos. Valóban érdemes volna e csillagoknak úgy helyi, mint időbeli eloszlását ismerni. Az 1929-ben alkalmilag készült nyolc felvétel közül ugyanis haton, melyek két hónapon belül készültek, semmi újat nem lehet találni. *Hubble* 1927-ből való katalógusa 86 újcsillagot tartalmaz. 1923-ig csak 22 ismeretes s ő vizsgálataival számukat 64-gyel szaporította. További négyet *Duncan* talált három 1928-ból való lemezen

s *Mayvall* azután százra emelte számukat (Publ. Astr. Soc. Pacif., 43. köt., 217. l.). Az általa újnak vett csillagok nagyságrendje átlag 16.5^m -tól 18.1^m -ig terjed. Mivel nem tételezhető fel, hogy éppen maximális fényességükben sikerült rájuk találni, azt nagyobbak kell vennünk. *Mayvall* e csillagok fénygörbéjét a szokott formájúnak vette s így nyolc csillagnak, melyek közül többre egymástól elég távoleső megfigyelései voltak, közepes maximális fényességére 16.3 — 16.4 magnitudót állapított meg. Tizennégy nappal később 17.3 magnitudóra csökken le az átlagos fényesség. 57 korábbi esetből *Hubble* a megfelelő értékeket 16.5 , illetve 17.35 magnitudóban állapította meg. Az egyezés kielégítőnek tekinthető. *Mayvall* a 87—100 számú újcsillagoknak megadja az Androméda-köd magjára vonatkoztatott relatív koordinátáit; mint előrelátható, nem azonos egyik sem valamelyik régebbi nővéval. — A Hooker-tükör csodálatos teljesítőképeségű: egy 1930 október 19-én, csupán négyperces exponálással készült felvételen a 95. számú nőva 17.5^m nagyságrendű csillagként tűnt elő. *Posonyi Erzsébet.*

Szupergalaktika 42 millió fényév távolságban. A tucsoni csillagvizsgáló (Arizona, U. S. A.) 36 hüvelykes reflektorával készült felvételek egyikén *Carpenter* az extragalaktikai ködfoltok egy halmazát fedezte fel.¹ A halmaz vagy 60 tagból áll s körülbelül egy négyzetfoknyi területet foglal el az égen a Rák csillagkép nyugati részében ($8^h 16^m, + 21^\circ 20'$). Tüzetes vizsgálat alá vonva az egyes galaktikákat kiderült, hogy 16.7 magnitudó a leggyakrabban előforduló fényesség. Ha elfogadjuk, hogy a galaktikák abszolút fotografiai fényessége — 13.8 magnitudó, úgy az egész rendszer távolságául 42 millió fényév adódik, magának a szupergalaktikának az átmérőjéül kerekén 600.000 fényév.

Vizsgálatai során *Carpenter* érdekes összefüggést állapított meg a szupergalaktikák átmérője s tagjainak a száma között. A mostanáig részletesebben tanulmányozott hét ilyen rendszer alapján úgy látszik, hogy minél kisebb egy-egy szupergalaktika, annál sűrűbben helyezkednek el benne az egyes galaktikák. Kerek számokban: amint az egyes szupergalaktikák átmérője 200.000 és 1,500.000 fényév között változik, úgy változik a bennök levő galaktikák között a távolság mintegy 40.000 és 125.000 fényév között. *L. K.*

Az energia elosztódása a napfoltok spektrumában. Ismeretes, hogy a napfoltok azáltal, hogy környezetüktől elütnek, igen sötétten hatnak. Ennek ellenére is számottevő intenzitással ragyognak s fényük elemzésével főként a Mount Wilson obszervatóriumban igen behatóan foglalkoztak. Feltételezhető volt, hogy a magot alkotó anyagnak hidegebbnek kell lennie a környezeténél, másképp nem lenne ez a penumbra és a fotoszféra határos részeihez viszonyítva annyira sötét. De behatóbb kutatás nélkül nem tudható, hogyan kerül a hidegebb anyag oda. Ezt úgy állapították meg, hogy alaposan megvizsgálták az anyagnak radiális sebességét a Nap különböző

¹ Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 43, 247, 1931.

rétegeiben. Azt találták így, hogy a folt közvetlen környezetének fotoszférrétegeiben kifelé áramlik az anyag, hogy azután a Nap felületén elosztódnak. A leggyengébb fényű vonalak, melyek a legmélyebb rétegekből erednek, mutatják a felfedezőjéről elnevezett *Evershed*-effektust a legerősebben. Az intenzívebb vonalak, melyek magasabb rétegekben keletkeznek, kisebb áramlási sebességet engednek sejtteni. Arra lehet ebből következtetni, hogy az áramló anyag kitágul, eközben lehül s azért látjuk sötétnek, mert hőmérséklete alacsonyabb a környezeténél.

Pettit és *Nicholson* a 22 000—4000 Å színekpszakaszban termoelektromos úton, a 4000 ångströmnél rövidebb hullámhosszakra fotografiai módszerrel határozták meg az intenzitáseloszlást a napfoltok színeképében (Mount Wilson Contribution Nr. 397, 1930. január). Első alkalommal a Mount Wilson nagy torony-teleszkópjával dolgoztak, mely kb. 50 méteres gyújtótávolságnál mintegy 42 cm átmérőjű napképet ad. Tehát a Napnak valamely meghatározott helye elég pontosan volt a részre hozható. A mérés állandóan úgy történt, hogy először a fotoszféra egy oly pontjának a spektrumát mérték végig, mely a kérdéses folttól északra esett, azután a foltét magáét, majd egy a folttól délre eső pontét. Ilymódon a forróbb napréteg s a hidegebb folt fénye között közvetlen összehasonlítás volt nyerhető. A munkálatok fotografiai része konkávra felhasználásával, más, csupán tükrökből álló készülékek történt. Ugyanis, hogy az ibolyasugarak eredeti energiaelosztódásukat minden zavar nélkül megtarthassák, gondoskodni kellett arról, hogy az erős üvegabszorpciók kiküszöbölhetők legyenek. Az ilymódon nyert napkép csak mintegy 15 cm nagy volt. *Pettit* és *Nicholson* némely esetben még egy kvarcból készült nagyítólencsét is használt (ez az ibolyát még erősen átengedi), amellyel a napkép kisebb részeit ismét kb. 50 méteres gyújtótávolságnak megfelelő nagyságban vetítették a részre.

A munka főbb eredményeit a szerzők rövidesen közölték. A folt és a fotoszféra intenzitásának a viszonya majdnem lineárisan halad a hullámhosszal a 3000—17 000 Å színekpszakaszban, miközben 0.21-ről 0.80-ra emelkedik. 20 000 Å-ig a viszony állandónak látszik. E viszonyok és a fotoszféra színekélosztódásának ismeretével meghatározhatjuk a napfolt színeképének energiaeltolódását is. Az így nyert energiagörbéből — a megfelelő korrekciók tekintetbevételével (atmoszféra, műszer) — kb. 4860°-os abszolút hőmérsékletet kapunk a mag anyagára. Ez az érték jól megegyezik azokkal, melyeket a foltmagok összsugárzásának a méréséből nyertek. *Pettit* és *Nicholson* azonkívül egy hőelemmel még azt is megmérték, miként változik az összsugárzás nagysága egy folt keresztmetszetében. Úgy találták, hogy a fotoszférából a magba jutva az energia folytonos csökkenéssel a felére esik le.

P. E.

Megfigyelőállomások a meteorok megfigyelésére. Az amerikai Harvard Observatórium a megfigyelés szempontjából nagyon kedvező fekvésű Flagstaff Observatórium (Arizona) közelében külön meteor-állomásokat létesít. Az expedíció főcélja annak megállapítása, mekkora a meteorhullás az év különböző részeiben, valamint egyes éjszakák különböző óráiban. E statisztikai vizsgálaton kívül a másik feladat annak a magasságnak a

meghatározása, melyben a meteorok a Föld légkörében feltűnnek. Ez utóbbi célból a megfigyeléseknek egyidejűleg két állomáson kell történniök. Ezek körülbelül negyven kilométernyire lesznek egymástól s mindegyiken két-két megfigyelő fogja az eget egész éjjel állandóan szemmeltartani. Az egyes állomások egyik észlelője az ég északi, a másik az ég déli felét figyeli.

A meteorok észlelése meglehetősen mellőzött ága a megfigyelő csillagászatnak. Pedig e kis égitestek nemcsak a légkör felső rétegeinek tanulmányozása szempontjából bírnak nagy fontossággal, de azon rokonságnál fogva, mely az üstökösök és a meteorok között áll fenn, továbbá azon problémákkal kapcsolatban, melyek az intersztelláris anyag előfordulására és természetére vonatkoznak, a meteorok fontos kozmikus jelentőséggel is bírnak.

Shapley, a Harvard Obszervatórium igazgatója úgy véli, hogy a meteor-állomások létesítésével egy éven belül kielégítőbb megfigyelésanyagot lehet majd összehozni, mint az eddigi összes megfigyelések. *L. K.*

A nagybolygók összetétele. Erről a tárgyról érdekes tanulmányt közölt nemrégén *Menzel*.¹ A nagybolygók (Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus) középsűrűsége tudvalevőleg igen alacsony, átlagban csak egy negyede a Föld középsűrűségének. Ezt kétféle módon próbálták eddig magyarázni. Vagy az az anyag, melyből ezek a bolygók állanak, túlnyomóan alacsony sűrűségű, vagy pedig e bolygók belsejében oly magas hő uralkodik, mely alacsony sűrűségű gázállapotban tartja az ott levő anyagokat. A legutóbbi időkig az utóbbi felfogás szinte általános volt, azonban *Jeffreys* teoretikus vizsgálatai, valamint *Coblentz*, *Lampland* és mások hőmérsékletmérési a bolygók felületén, melyek -100° -nál is alacsony felületi hőmérsékletet szolgáltatottak, kevésbé elfogadhatóvá tették a magas hőmérséklet feltevését. Az alacsony felületi hőmérséklet mellett *Jeffreys* nem tartja valószínűnek oly magas belső hő létezését, mely az anyagot gázállapotban bírná tartani s teoretikus vizsgálatai alapján úgy véli, hogy a nagybolygók fémből vagy kőzetből álló szilárd központi maggal bírnak, melyet vastag jéggréteg, ezt meg magas atmoszféra vesz körül. Az egyenlítői forgássebességekből *Jeffreys* mintegy 500, illetve 3000 kilométer magasnak találta Jupiter, illetve Saturnus légkörét; *Menzel* ugyan alacsony magasságokat kapott, de *Jeffreys* adatait sem tartja valószínűtlennek.

A Lowell Obszervatórium csillagásza a nagybolygókról nyert színképekből szabad hidrogénre következtettek a bolygók légkörében. *Menzel* azonban ezt nem fogadja el, valamint azt sem, hogy a színek λ 6300 helyén mutatkozó abszorpciós sáv — mint egyesek állították — víztől eredne. *Menzel* szerint ebben főképp a légkörben lebegő jégreszecskéknak lehet szerepe, bár ez még igazolásra szorul.

Russel szerint a nagybolygók légkörének felső rétegeit permanens gázok (oxigén, argon, neon vagy hélium) alkotják; a felhők pedig nem állhatnak vízből vagy éppen jégkristályokból, hanem valami olyan anyag-

¹ Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 42, 228, 1930.

ból, mint amilyen a széndioxid. Kívülről befelé haladva az atmoszférán egyre melegebb rétegekbe jutunk, melyek mindegyikében a felhők különböző anyagból állhatnak, megfelelőleg annak a hőmérsékletnek, mely az illető rétegben uralkodik s mely mellett az illető anyag felhőképződése lehetséges.

L. K.

Egy «csodacsillag». Ez a csillag, melyet a «Henry Draper-Catalogue» 7.6^m fényrendűnek tüntet fel, spektrális viselkedésével a legsajátságosabb csillagok közé tartozik s fizikailag több tekintetben még rejtélyesebb, mint a nóvák. Midőn spektrumát Harvardban első ízben vizsgálták, nem méltatták még különös figyelemre; Miss *Fleming* P. Cygni-típusúnak jelezte spektrumát, v. i. a hidrogén világos vonalai által jellemzettnek. 1912-ben Miss *Cannon*, valamivel erősebb disperziónál felismerte, hogy más világos vonalak is voltak spektrumában. A több évvel később Ann-Arborban végzett megfigyelések eredménye már sokkal bonyolultabb volt, amit e helyen behatóbban nem tárgyalunk, hanem sajátosságainak ismertetésére térünk át, elsősorban azokéra, melyek időnkénti változóságára vonatkoznak. Előrebocsátandó, hogy a csillag látszólagos fényessége a XIX. század folyamán lényegesen megváltozott. Azon források szerint, melyeket *Lundmark* vizsgált, a csillag 1842-től 1871-ig 9^m fényrendből 6.3^m-ra emelkedett, ettől fogva azonban lassan 7.0^m fényrendig süllyedt; de ezen értékelések nem teljesen pontosak. Az 1915. évi Ann-Arborban készült felvételek után ismét eltelt négy év, míg a Mount-Wilsonon elhatározták, hogy e csillag spektrumát rendszeresen követni fogják. 1919-ig nem tértek el az itt készült felvételek a korábbiaktól, ha meg is változott egyes vonalak relatív intenzitása. Ez időpont után fejlett csak ki a maga teljességében e csillag sajátosságos viselkedése. Ez részben a színekép egész jellegében, részben periódusos változásaiban nyilvánult meg. A periódus hossza változatlan maradt ugyan, de egy-egy perióduson belül a tűnemények lefolyása különböző, előre meg nem jósolható módon folyt le. Ez egyúttal ennek magyarázatát is igen megnehezíti s például szolgálhat arra, hogy aránylag rövid időn belül mi minden mehet végbe egy csillagspektrumban (l. *Astroph. Journ.* Nr. 69. 330 és köv. old.). A csillag folytonos színeképének jellege hasonló valamely közönséges B-csillagéhoz; a hidrogén-vonalak állandóan világosak voltak, azonkívül a vörös felőli oldalról időnként sötét abszorpciós vonalak kísérték őket. Legérdekesebb volt a hélium-vonalak magatartása. 1919-ig közönséges abszorpciós-vonalaknak látszottak, majd átmenetileg egészen eltűntek, hogy azután hirtelen s egyre határozottabban emissziós-vonalakként tűnjenek fel. 1921 óta állandóan igen erős emissziós-vonalak maradtak, melyeket az ibolya irányában sötét abszorpciósélek kísérték. Tehát 1920 körül hatalmas «hélium-kitörés» mehetett végbe a csillagon. Úgy a neutralis, mint az ionizált vasnak a vonalai hasonlóan emissziósoknak mutatkoztak, épígy az Al, N, Ti, Cr, Mg, Si elemek vonalai is. A legfigyelemreméltóbb az volt, hogy az 1920-iki hélium-kitörés után majdnem minden spektrális tulajdonság viselkedésében körülbelül 800 napos periódust vett fel, melyen belül azonban a tűnemények lefolyása a lehető legbonyolultabb módon történt. Nehogy a minden magyarázatot kizáró teljes bizonytalanság területére tévedjünk,

csupán a hidrogén- és hélium-vonalak viselkedésének változásáról szólnak egyet-mást. A hidrogén emissziós- és abszorpciós-vonalainak az intenzitása 1920-ig meglehetősen állandó volt. Ezután az emissziósaké gyorsan növekedett, az abszorpciósaké meg époly gyorsasággal csökkent, hogy azután a 800 napos periódusban és az evvel körülbelül ellentétes fázisban oly ingadozásokat végezzen, melyeknek amplitudója általában erősen észrevehetően növekszik. A H-emisszió-vonalak eltolódása, mely szintén 800 napos periódussal s növekvő amplitudóval ingadozik, Doppler-effektusként értelmezhető s értéke középben $+ 12$ km/sec. Amint már jeleztük, legérdekesebb a hélium-vonalak viselkedése, amelyek 1919-ig sötétek voltak s akkor hirtelen világosak lettek. 1921 óta állandóan világosaknak látták őket s intenzitásuk hasonlóan 800 napos ingadozást mutatott. A formailag a vonalak eltolódásából meghatározható radiális sebesség az intenzitással majdnem ellentétes fázissal folyik le. A 800 napos periódus többé-kevésbé világosan minden más elem vonalainál is megnyilvánul, nemcsak az intenzitásban, de az eltolódásból számított radiális sebességben is. De e periódusos jelenségek mindegyike nemcsak fázisra, de középértékre nézve is annyira különböző, hogy e viselkedés magyarázata még csak nem is sejtethető. Világos, hogy sem az a feltevés, hogy valamely kettős csillaggal állunk szemben, sem valamely pulzáció-elmélet nem ad magyarázatot e zavaros viszonyokra, sőt a kettő kombinálása is csak látszólag csökkentené a bonyodalmat s így jelenleg még teljesen céltalan e «csodacsillag»-ra (nem csupán Mira Ceta szolgál rá e névre!) valamiféle elméletet felvetni.

P. E.

Egy nagy sajátmozgású távoli csillagpár. Két felvételnek, melyek 1901-ben és 1926-ban készültek, az összehasonlításánál a heidelbergi csillagdán K. *Reinmuth* egy erősen mozgó csillagpárt talált a Cethal csillagképében. A főcsillag fényessége 6.5 magnitúdó és helye 1900-ban $\alpha = 2^{\text{h}}30^{\text{m}}34^{\text{s}}$, $\delta = + 6^{\circ}24'12''$. Erős látszó mozgása: $+ 0.121' + 1.46''$ már előzőleg ismert volt.

A másik csillag csak 13.8 magnitúdójú és 2.8'-nyi távolságra áll 110° irányában. Az 1893 és 1928 között készült felvételekből megközelítőleg $+ 0.125^{\text{s}}$, $1.48''$ -es látszó mozgás adódik.

P. E.

Újabb adatok a kisbolygókról. A *Stella* idei évfolyamának 52. oldalán beszámoltunk arról, hogy a sorszámozott kisbolygóknak a száma a múlt év közepéig 1152-re emelkedett. Az 1929 július hó 1-től 1930 június 30-ig terjedő periódusban 194 új felfedezés történt. A felfedezések száma tekintetében újból a heidelbergi csillagvizsgáló vezetett, ahol *Wolf* még a század elején új módszert vezetett be a kisbolygók felfedezésére, melyet tanítványai sok helyütt sikerrel alkalmaznak. A kérdéses periódusban Heidelberg 132 felfedezéssel szerepel, melyekből 23 *Wolf*-ra és 109 *Reinmuth*-ra esik. Simeisen *Neujmin* 28-at talált, *Jackson* pedig Greenwichben 10-et fedezett fel. A többi 24 új aszteroida 13 felfedezőre jut.

Az új aszteroidák közül néhány pályaelemeinek sajátosságával tűnik ki. Az 1134. sorszámú *Kepler* nevét kapta azért, mert *Wolf* ép egy évvel a regensburgi Kepler-emlékünnap előtt fedezte fel. Egyébként ezen

igen gyenge fényű planetoidának majdnem 15° -os a pályahajlása, excentrumossága pedig 0.4665, amiért az objektum az Aethra-csoportba sorolható. Az 1139-es számú a 19-ik, melyet Tokyoban fedeztek fel; ez a Naphoz legközelebb eső kisbolygó. Periheliumában jobban közelíti meg a Napot, mint Mars. Napi középmozgásának értékét tekintve az Eros, az 1019-es, a Hungaria és az 1103-as után következik, tehát az ötödik helyen áll.

A legérdekesebb lelet kétségtelenül az 1143 jelzésű és Odysseusnak nevezett aszteroida, amely, mint neve is mutatja, a trójaiaknak elnevezett kis bolygók csoportjához tartozik. 1930 január 27-én találta meg *Reinmuth* s róla kiderült, hogy Jupiter előtt 60° -nyi hosszúságban halad épúgy, mint Achilles (588), Hektor (624), Nestor (659) és Agamemnon (911). Egy 1930 október 17-én nyert felvételen Priamus (884) 14.8-ed rendű kisbolygón kívül öt újat is találtak, közöttük két olyant, melyek 14.5 nagyságrendűek voltak s melyeknek napi mozgása Priamuséval megegyező volt. Kiszámított pályájuk valóra váltotta azt a sejtelmet, hogy szintén a trójaiak csoportjához sorolhatók.

Patroklus (617)-ről a johannesburgi *Wood* azt jelenti, hogy 1929 október 30-án 1.5 nagyságrenddel gyengébb volt az eferiszben közölnél. Ennek ellenkezőjét tudatják ugyane csillagdából Ganymedes (1036)-ról, mely 1930-ban sokkal fényesebb volt oppozíciójában, mint azt várni lehetett. Ezek a váratlan fényességingadozások egyrészt kedvezőek a még ismeretlen bolygók felfedezésére, másrészt azonban a már észlelteknél újra megtalálását gyakran meghiúsítják.

E. Delporte 1930 szeptember 29-én Uccleben egy gyorsmozgású 12-ed rendű objektumot talált, melyről kezdetben nem volt megállapítható, hogy bolygó-e vagy üstökös. A heidelbergi felvételek semmi bolygószerűt nem tüntettek fel rajta. Az elliptikus pályaelemek kifejezetten 0.30 értékű excentrumosságot mutatnak; egyebekben igen nagy a hasonlatosságuk Adalberta (330)-al. Ezekről a bolygókról csak két, az 1892-ik évből való észlelés áll rendelkezésre, melyek csak kétnapnyira vannak egymástól s így csak körpályaszámítást eredményezhetnek. A mai szokások alapján s így csak az aszteroid nem is kapott volna végleges számot. De akkor megtörténhetett, hogy elneveztek egy bolygót Ilmatar (330)-nak, mely később *Baptissima* (298)-al azonosnak bizonyult. A hézag pótlására *Wolf* említett leletét használták fel, abban a reményben, hogy erről még további megfigyelések lesznek nyerhetők. A közbeeső 38 év alatt Adalberta valóban nem volt látható. Ha azonos vele a *Delporte*-féle objektum, akkor azóta tizenegy 3.61 éves vagy tizenkét 3.31 éves körforgást végzett volna. A szeptember 29-étől október 20-áig terjedő megfigyelések eredménye szerint: $P = 3.54$ év.

Az RY 1928 bolygót *Reinmuth* már 1928 szeptember 15-én és 17-én fényképezte, de csak utólag találta meg; ennek keringése *Doudoulow* számításai szerint egyedülálló. Feltéve ugyanis azt, hogy mindkét kapott pozíció ugyanahhoz az égitesthez tartozó s hogy pályaelepszise ennek csak némileg excentrumos, e bolygó csaknem pontosan a földpálya nyomában halad!

A 908-as számmal jelölt, mint már e helyen említettük, az *Astronomische Gesellschaft* utolsó kongresszusának emlékére *Buda* nevet nyert. A 927-es viszont a regensburgi *Kepler*-ünnepélyek alkalmából *Ratibona* lett;

a *Kepler* (1134)-ről már szóltunk. Érdemdús planetoida-kutatók után nevezték el a (958) számút *Asplindának*, az (1111)-et *Reinmuthiának*, az (1124)-et *Stroobantiának* és az (1129)-et *Neujminának*. A (914) számút a bécsi *Palisaról* nevezték el; az ő emlékéért dicsőítik még az általa felfedezett utolsó bolygók is: *Probitas* (902), *Perseverentia* (975) és *Hilaria* (996), mint a jeles csillagász jellembeli kiválóságának, kitartásának és vigkedélyének örök szimbolumai az égboltozaton. P. E.

A Perkins Obszervatórium reflektortükre most készült el három évi munka után *Fecker* gyárában, Pittsburghban. A tükör átmérője 69 hüvelyk (175 cm). Ennél nagyobb távcsővel jelenleg csak két csillagda dicsekedhet: 100 hüvelykes távcsővével a Mount Wilson Obszervatórium és 72 hüvelykes reflektorával a kanadai Victoria Csillagvizsgáló. A sorrendben negyedik helyre kerülő két távcső (60 hüvelyk) egyike ugyancsak Amerikában van, a Mount Wilson Obszervatóriumában, a másik meg a Harvard Csillagvizsgáló fiókobszervatóriumában, a délafrikai Bloemfonteinben. L. K.

A csillagászat halottai. *S. J. Bailey* (1854—1931.) legrégebbi tagja volt a Harvard Csillagvizsgálónak. Pickering halála után egy ideig vezetője is volt az intézetnek. Hosszabb ideig annak délamerikai fiókobszervatóriumában működött s ott készült felvételei alapján kezdett a gömbcsillaghalmozatokkal foglalkozni. E téren úttörő munkát végzett s ezzel tette legismertebbé nevét. Közvetlen halála előtt jelent meg egy nagy monografiája a Harvard Csillagda történetéről.

E. S. King (1861—1931.) halálával szintén nagy veszteség érte a Harvard Csillagvizsgálót. Negyvennégy éve tartozott intézete kötelékéhez s az ott végzett sok (több százezer) csillagászati felvétel az ő felügyelete mellett történt. King neve össze van fűzve a csillagászati fotografálással. Számos, nagyfontosságú fotometriai cikke látott napvilágot, legutóbb egy könyve az égi fotografálásról.

H. Osthoff (1857—1931.) német amatőr csillagász volt, ki mint magántisztviselő szabad idejében sok hasznos megfigyelést végzett. A vatikáni csillagvizsgáló kiadványaiban megjelent csillagszínekatalógusa, mely több mint 2500 csillagnak becsléssel meghatározott színét tartalmazza, szakörökben is méltó elismerést nyert.

W. F. Denning (1848—1931.) angol amatőr csillagász, ki eredményes megfigyeléseiért számos bel- és külföldi kitüntetést nyert el. Többek között öt üstököst fedezett fel.

F. A. Lindemann († 1931.), a filozófia tanára volt az oxfordi egyetemen, de különös érdeklődést tanusított a csillagászat iránt s számos pályadíjat tűzött ki csillagászati kérdésekre. Végrendeletében 1000 fontot hagyományozott az *Astronomische Gesellschaft*-nak.

W. Valentiner (1845—1931.) a heidelbergi egyetemen a csillagászat professzora volt. Számos értekezésével s különösen a közismert *«Handwörterbuch der Astronomie»* című gyűjteményes munka szerkesztésével szerzett magának maradandó nevet.

KÖNYVSZEMLE.

Gerold von Gleich : Einsteins Relativitätstheorien und physikalische Wirklichkeiten. Leipzig, J. A. Barth, 1930.

Mint minden újszerű elmélet, úgy a relativitáselmélet is természet-szerűen számos kritikát vont maga után. Tudományosan a fönt idézett könyv szerzője, G. v. *Gleich* volt egyike azoknak, ki fáradhatlan kitartással, felvértezve a modern exakt vizsgálati módszerek minden fegyverével, mindig objektíve, nagy éleselméjűséggel kutatta a különböző relativitáselméletek gyengéit és ellenmondásait. Nagyszámú értekezései az *Annalen der Physik*, a *Zeitschrift für Physik* és az *Astronomische Nachrichten*-ben jelentek meg. Többek kívánságára kutatásait könyvbe foglalta össze.

Ez a könyv a relativitástan hívei körében igen erős reakciót váltott ki, annak jeléül, hogy *Gleich* érvei az elmélet ellen nagyon hatásosak és találóak. A leghevesebben *Erwin Freundlich*, a potsdami Einstein-torony csillagásza támadta meg *Gleich*-et. *Freundlich*-nek a «Naturwissenschaften»-ben megjelent kirtikája egészen példátlanul durva invektívává fajult, mely nemcsak óva inti a közönséget *Gleich* könyvének olvasásától (!), hanem még a közismert jeles kiadócéget is megtámadja.

Gleich könyvének értékét és a *Freundlich*-féle kritika tendenciáját azonban kellő világításba helyezi az az objektív ismertetés, mely egyik legjelesebb német fizikusnak, a Nobel-díjas *Johannes Stark*-nak tollából a *Zeitschrift für technische Physik*-ban jelent meg (1931, 9. füzet, 449 l., szep. 7.). *Stark* cikkét az alábbiakban szözszerinti fordításban közöljük.

«*Einstein* relativitáselméleteivel kapcsolatban már annyi írás jelent meg, hogy a velük foglalkozó újabb könyvvel szemben legelőször is az a kérdés jogosult, hogy vajjon egyáltalán van-e szükség rá? Erre a kérdésre *Gleich* könyvénel igennel kell válaszolnunk. Az *Einstein*-féle relativitáselméletről eddig megjelent írások legnagyobb része két csoportba osztható. Az egyik csoportba tartoznak azon művek, amelyek komoly fizikai kritika nélkül próbálják ismertetni vagy propagálni *Einstein* elméleteit, a másik csoportba tartozók pedig valamely különleges szempontból támadják azokat. A két csoport között foglal helyet néhány mű, amelyek egyes *Einstein*-féle teorémákat a fizikus álláspontjából analizálnak és bírálják. Mindezideig hiányzott egy olyan könyv, amely *Einstein* összes relativitáselméleteit és egymáshoz való viszonyukat úgy formális matematikai oldalról, mint a fizikai valósághoz való viszonyuk szempontjából ismerteti és kritikailag méltatja. Ezen, a mindenekelőtt a fizikus által érzett hiányon segít a *Gleich*-féle könyv. Amellett két oknál fogva éppen a legalkalmasabb időben jelent meg. Először: az *Einstein*-féle elméletek nyilvánosságra hozatala — az első propagandahullám — és az ezt követő ellenakció óta nagyidő telt el, úgy, hogy a tárgyilagos és tiszta fizikai kritika meg van könnyítve. Azután: ez alatt az idő alatt meg volt a lehetősége annak, hogy az *Einstein*-féle elméletek helyességét megfigyelésekkel ellenőrizzék.

A *Gleich*-féle könyv öt fejezetének címei a következők: 1. A speciális relativitáselmélet. 2. Az általános relativitáselmélet. 3. Az elmélet összehasonlítása a tapasztalattal. 4. Az egységes térelmélet. 5. Kiegészítések és magyarázatok.

A két első fejezetben azok a fogalmak és vonatkozások vannak felsorolva, amelyeknek matematikai fogalmazásával az *Einstein-féle* relativitás-elméletek foglalkoznak. Ezekből a fizikailag képzett olvasó a következőkről győződik meg. Az *Einstein-féle* elméleteknek semmiféle határozott fizikai alapjuk nincs, hanem azok csupán matematikai eljárások a fizikai jelenségek leírására, a tér és időkoordináták új, önkényes definíciója segítségével. Ezek a definíciók olyan egyenleteken alapulnak, amelyek a fizikában szokásos koordinátákat az *Einstein-féle* koordinátákba transzformálják; ezek sem nem az egyedül lehetségesek, sem nem szolgáltatják a fizikai tüneményeknek egyszerűbb, vagy szemléletesebb leírását térben és időben az eddigieknél. Ezek alapján aztán rámutat *Gleich* arra, hogy azok a tartalmilag új teorémák, amelyeket *Einstein* transzformációs egyenleteivel átszőtt, nem következnek és nem is következhetnek a transzformációs egyenletekből, hanem részben önkényes feltevések, részben már jólismert fizikai törvények, pl. a *Newton-féle* törvény új matematikai formába való öntései.

A harmadik fejezet, az elmélet összehasonlítása a tapasztalattal, főként a kísérleti fizikust érdekli. A fizikus tudja ugyan, hogy az *Einstein-féle* relativitáselméletek a kísérleti fizika terén teljesen meddőek maradtak, azonban a napisajtóban időről-időre visszatérő hírek és tudományos közlemények és kézikönyvek állításai is azt a benyomást kelthetik benne, mintha bizonyos *Einstein* által sejtett és relativisztikusan levezetett effektusok legalább is az asztrofizikában megbízható, kifogástalan és egymásközt meg egyező megfigyelések által igazolva minden kétségen kívül állnának. *Gleich* könyvében rámutat arra, hogy ez az *Einstein* elméleteiből levezetett három effektus egyikére sem érvényes: sem a Merkur periheliummozgásának anomáliájára, sem a fénysugárnak transzverzális gravitációsmezőben való elhajlására, sem a színekpvonalak vörös-felé való eltolódására. Az első két effektust különösen bőven tárgyalja *Gleich*, a harmadikat csak röviden.¹

¹ A szerkesztőség megjegyzése.

Rámutatunk itt még *Freundlich* úrnak «A fénynak a Nap gravitációs mezejében való eltérítéséről» c. értekezésében levő egyik megjegyzésére [Forschung u. Fortschr. 7 (1931), 292], amely bevezetésképpen a relativitáselméletnek a tapasztalat által való vizsgálatáról a következőképpen nyilatkozik:

«A különböző, a relativitáselméletnek a tapasztalattal való vizsgálatára szolgáló lehetőségek közül a rendkívüli nehézségek ellenére is a fénynak a Nap gravitációs mezejében való, az elmélet által előre megjósolt elhajlása vezethet a leggyorsabban döntő bizonyítékhoz az elmélet mellett vagy ellen. A Merkur pályájának a *Newton-féle* elméletből következő pályától való, a relativitáselmélet által állított eltérés kimutatására egy kisebb csillagászati számolóintézet munkájára volna szükség, lehetséges, hogy egy évtized tartamára, ha a Merkurra vonatkozó megfigyeléseket a legújabb időkhöz fel akarók dolgozni. És a Nap-spektrumban a *Fraunhofer-féle* vonalak vörös felé való eltolódásának kimutatása a Nap atmoszférájában fellépő rendkívül komplikált áramlási viszonyok problémáját veti fel, amelynek megoldása még hiányzik».

A fényelhajlással való vizsgálatról a későbbiekben megállapítja, hogy az eddigi három fogyatkozás megfigyelései a Nap peremén $2 \cdot 2''$ fényeltérítést eredményeztek az $1 \cdot 75''$ helyett, amit a relativitáselmélet követel. A fejtegetés a következő mondattal fejezi be:

«Ha a potsdami expedíció még most feldolgozás alatt álló lemezkészlete is ugyan ezen eredményhez vezetne, úgy semmi kétség sem lesz aziránt, hogy bár a relativitás-

Talán szabad nekem, mint oly fizikusnak, aki a színeképvonalak eltolódásával behatóan foglalkozott, az *Einstein*-féle vörös-felé való eltolódásról véleményemet itt nyilvánítanom. *Einstein* a színeképvonalak gravitációs térben vörös-felé való eltolódásához az ő új idődefiníciója, valamint azon feltevés alapján jutott, hogy az atomok bizonyos frekvenciájú színeképvonal kisugárzásánál ugyanolyan periódusú órákként szerepelnek. Ma legalább is valószínű, hogy *Einstein*-nek ez a felfogása nem felel meg a valóságnak, hanem ellenkezőleg egy elemi fény mennyiség periódusa az emissziónál nem egyenlő az atom periódusaival. A fényemisszióról szóló ismereteink mai állása szerint nagyon valószínűtlen, hogy a színeképvonalak gravitációsterében való frekvenciaváltozása egyszerűen arányos a vonal frekvenciájával, amint azt *Einstein* következteti, hanem a színeképvonal gravitációs térbeni frekvenciaváltozásának, ha ilyen effektus egyáltalán létezik, függenie kell az egyes színeképvonal és az azt kibocsátó atom sajátosságaitól. És, ha közelebbről megnézi az *Einstein*-féle vöröseltolódás asztrofizikai megfigyelési anyagát és olvassa az ehhez kapcsolt, a relativitáselmélet igazolására vonatkozó állításokat, akkor, mint fizikus, csak a fejét csóválhatja. Eltekintve az oly kicsiny vonaleltolódás pontos mérésének nehézségétől, mint amekkora az *Einstein*-féle effektus, a szakjában járatos fizikus a vonaleltolódás több fajtáját ismeri, amelyek lényegesen nagyobbak, mint az *Einstein*-féle, amíg azok a feltételek, amelyek mellett a csillagokon a színeképvonalak emissziója létrejön, nem ismeretesek elég megbízhatóan és pontosan, a lelkiismeretes és tendenciáktól mentes fizikus nem tekintheti az asztrofizikusok által kiválasztott egyes vonalak eltolódását kizárólag *Einstein*-féle gravitációs effektusoknak. Aki az ily vonaleltolódásokat a relativitáselmélet bizonyítékaként magyarázza, tudva, vagy nem tudva tendencia befolyása alatt áll.

Gleich könyve minden részében arra törekszik, hogy a kitűzött feladatot tárgyilagosan és tudományosan oldja meg. E feladatokhoz tartozik a fizikai szempontból való kritika is. A fizikus részére minden további nélkül érthető és szimpatikus is, ha az *Einstein*-féle dogmatizmus jellemzésére és elutasítására helyenként éles formulázást választ. Az sem meglepő, ha *Gleich* könyvében néhány elméleti nézet és fejtegetés előfordul, amelyek kissé ferde, vagy nem egészen helyes. Az ilyen hiányosságokat *Gleich* könyvének nagy teljesítménye mellett minden fizikus könnyen elnézheti, aki ismeri saját tudományának történetéből az elméletek mulandóságát; különösen a mai időben, amikor *H. A. Lorentz* annak idején annyira megsodált elméleteiről bebizonyosodott, hogy nem helytállóak és nem megfelelőek; a mai időben, amikor a színeképvonalak emissziójának egyik elmélete gyorsan követi a másikat, úgy hogy a «fizikai ujságírók»-nak bizonyos gondot okozott, hogy a hiszékeny publikumot annak bizonyíttatásával megnyugtassák, hogy az új elmélet alapján véve csak a régi tökéletesítése.

A fizika történetében az 1890-től 1915-ig terjedő időt majd egyszer, nagyobb távolságból nézve mint számos nagy felfedezés időszakát fogják jellemezni, míg a rákövetkező időt napjainkig mint a gyorsan felburjánzó

elmélet által előre megjósolt fényeltérítés létezik, de más, és pedig nagyobb értékkel bír; és a jövő feladata lesz a relativitáselmélet oly kiépítése, hogy ezt a jelenséget helyesen írja le».

W. Hort.

és époly gyorsan el is tűnő dogmatikus elméletek idejét. Ebben az utolsó periódusban *Gleich* könyvének az az érdeme, hogy tárgyilagos, fizikailag élesen megvilágított kritikájával döntően közreműködött ezen elméletek valódi fizikai értékükre való leszállításában.

Hogy *Gleich* könyve *Einstein* relativitáselméleteinek fizikai ürességét és önkényes dogmatizmusát valóban találóan és meggyőzően leplezi le, következik abból a dühből, amellyel az *Einstein*-hez közel álló körök a könyvet fogadták. Szimptomatikusan ebben a tekintetben az a kritika, amelyet *Freundlich* úr röviddel a *Gleich*-féle könyv megjelenése után a «Naturwissenschaften» c. folyóiratban közölt. Úgy jellemzi azt, mint «nem örvendetes, nem igaz, nem tárgyilagos és elejétől végig tudománytalan tákolmányt», amelyet csak azért ismertetett, hogy «annak elolvasásától óvja a közönséget». Itt nem akarok felelettel szolgálni arra a kérdésre, hogy *Freundlich* urat tudományos teljesítményei mennyiben jogosítják fel ily fennhéjázó kritikára. Csak a következőt akarom leszgezni. Egy elmélet propagandafőnökének helyzete érthetővé teheti ugyan az ilyen izgatott kirohanást, azonban a német fizikusok nem egyezhetnek bele abba, hogy az *Einstein*-féle elméletek kedvezőtlen kritikája tiltva legyen.

Gleich könyve *Freundlich*-féle kritikájának van még más oldala is, amely oly komoly, hogy arról nyíltan és határozottan kell szólnunk. Ő u. i. nem szorítkozik a könyv tartalmának ismertetésére, hanem még a kiadó, *J. A. Barth*-cég ellen is gyűlölködő szavakkal ír, amiért *Gleich* könyvét kiadta. Tehát már idáig jutottunk Németországban: egy tudományos kör szószólója, az itt fennforgó esetben az *Einstein*-köré, már azt merészeli, hogy nyílt terrorral lépjen fel a tudományos kiadókkal szemben egy oly könyv megjelenésének megakadályozására, amely egy név propagálására kellemtlen.

Ennek a terrornak a ténye már kétségkívül előbb is meg volt, mint azt *Freundlich* úrnak a *Barth*-cég elleni támadása oly nyilvánvalóvá nem tette. És én ezen az alapon feltehetem, hogy *Gleich*-nek nem volt könnyű könyve számára kiadót találni; a felkeresett kiadók közül számosan az *Einstein*-körtől való félelmükben bizonyára nem merészkedtek azt kiadni. És ha a *J. A. Barth*-cég *Gleich* könyvének értékéről ítéletre képes fizikusoknak — akiknek a tényleges tudományos teljesítményük el van ismerve — megkérdezésével meg is győződött, mégis igen nagyra kell ennek a cégnek a tudomány érdekében tett szolgálatait értékelni, amiért kiadott oly könyvet, amelynek megjelenését az *Einstein*-kör bizonyára legszívesebben teljesen megakadályozta volna.»

J. Stark.

Eddig szól *Stark* ismertetése. Néhány héttel utóbb, október havában jelent meg az «Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften» tizedik kötete (Berlin, J. Springer, 1931) és ebben *Cornel Lanczos*-tól *Einstein* legújabb egységes «Feldtheorie»-ját ismertető dolgozat. A referátum szerzőjének saját szavai szerint ő, miután a relativitástan szemléleti tartalma egyik korábbi kötetben talált méltatást, inkább azzal a sajátos problematikával akar foglalkozni, mely a relativitáselméletet minden más fizikai elmélettel összehasonlítva jellemzi, azzal a költőiséggel és romantikával, melyek okai voltak a relativitástan lelkes elismerésének és rideg elutasításának egyaránt.

A referátumhoz csatolt utóiratból megtudjuk, hogy a fõnt említett *Freundlich* Berlinben a «Deutsche Physikalische Gesellschaft» egyik júniusi ülésén beszámolt az 1929 májusi napfogyatkozás alkalmával Sumatra szigetén készült fényképlemezek méréseredményeirõl, melyeknek célja a fénysugár elgörcbülésének tanulmányozása a Nap közelében. *Freundlich* szerint kétségtelen, hogy a Nap peremének közvetlen közelében a fénysugár $2''^2$ -nyi eltérést szenved $\pm 0''^1$ közepes hibával. A relativitás elmélettõl követelt érték ennél kisebb, $1''^753$.

Freundlich azt is megállapítja, hogy az 1922. évi amerikai expedíciók lemezeibõl *Campbell*- és *Trümpler*-tõl nyert eredmények hibásak és helyes számítás mellett szintén $2''^2$ -et szolgáltatnak. Pedig annak idején ezeket a méréseredményeket mint a relativitáselmélet döntõ bizonyítékát tüntették fel. Ha az elméleti számítás a megfigyelés által nem nyer beigazolást — mondja *Lanczos* — úgy nincs más kiutunk, mint kétségbevonni azt a metrikát, melyet a relativitáselmélet a Nap gravitációs tere számára követelt. Ennélfogva nem kell olyan nagyon ragaszkodni a *Riemann*-féle geometriához, hanem azt ki lehet építeni pl. a «Fernparallelismus»-sal, amint *Einstein* az õ legújabb elméletében teszi. De a korábbi geometria álláspontjából szemlélve, igazságtalanság a helyzetet olyan színben feltüntetni — amint ezt gyakran teszik —, hogy az ú. n. relativitás-effektusokban érveket kell látnunk a relativitáselmélet mellett vagy ellen általában, azaz alapkoncepciója mellett vagy ellen, mely a világtér geometriáját *Riemann*-félének tekinti. A *Riemann*-féle geometrián felépült ú. n. téregyenleteknek nem lehet dogmatikai jelentõsége tulajdonítani oly értelemben, mintha minden tõlük való eltérés elméletileg megengedhetetlen volna és megbontaná az egész relativitástan kereteit. «Tehát már tisztán elméleti szempontból alapos okunk van arra, hogy az *Einstein*-féle gravitációs egyenleteket ($R_{ik} = 0$) kétségbe vonjuk és hogy elejtsük azt a kiválasztási elvet, melyet az anyag problémája tett szükségessé és amely azt követelte, hogy ezek az egyenletek másodrendûek legyenek. A *Freundlich*-féle megfigyeléseknek talán alapvetõ jelentõsége kell tulajdonítanunk, nem oly értelemben, amint azt a relativitáselmélet ellenzõi szeretnék, hogy t. i. az egész épület rombadõlését várhatnók tõlük, hanem abban az értelemben, hogy most *empirikus* oldalról is érkezik impulzus az $R_{ik} = 0$ téregyenletek speciális megválasztásának feladására és olyan újabb lehetõségek utáni kutatásra, hogy a *Riemann*-féle geometriát a gravitáció problémájával és azon túl az anyag problémájával is kapcsolatba lehessen hozni.» Még hozzátesszük, hogy *Einstein* az idén tavasszal Oxfordban tartott elõadásain visszavonta az ú. n. «kosmológiai állandót (λ) és ezzel alapját vesztette az a számos kozmikusstabilitási elmélet, mely erre a λ -ra épült.»

Hogy is mondta oly kedvesen *Kepler*? «Ergo omnes hypotheses in fumos abeunt.»

Az elõadottakból látható, hogy egyenesen kívánatos volt oly komoly tudományos kritikai munka, mint amilyen a *Gleich*-féle, mely az egymást hajszólo elméletek kaoszában mindig biztos és objektív útmutató marad.

Dr. Wodetzky József.

LEVÉLSZEKRÉNY.

Kérdések.

6. Mekkora a Földre hulló meteorok száma? *B. G. Szeged.*
 7. Mekkora a csillagok összfényessége? *S. A. Budapest.*

Feleletek.

6. **A meteorok száma.** Az a terület, amelyen belül a Földre hulló meteorokat egy észlelő szemmel tud tartani, 5000 négyzetkilométerre becsülhető. Egy észlelő pedig óránként átlagban tíz meteort figyel meg. Ismerve a Föld felszínének nagyságát, ebből kiszámíthatjuk, hogy a Földre hulló összes meteor száma óránként kerekén 1 millió. Ez azonban csak a szabadszemmel látható meteorokra vonatkozik. A távcsővel megfigyelhető meteorok száma jelentékenyen nagyobb; *Olivier* azt a szabadszemmel láthatóknak az ötven-szeresére becsüli. Ez a szám azonban meglehetősen bizonytalan s mások szerint más-más, szemben a szabadszemmel látható meteorokkal, amelyeknek számára nyert értékek különböző szerzőknél is kielégítő egyezést mutatnak. A meteorok rendkívül csekély súlya mellett is az a tömeg, mely ily módon évenként a Föld tömegét szaporítja, például tonnában kifejezve mindenesetre igen jelentékeny. A Föld tömegéhez viszonyítva azonban mégis oly csekély, hogy a Föld keringésére és forgására gyakorolt befolyása nem mutatható ki. *L. K.*

7. **A csillagok összfényessége** könnyen megállapítható, ha ismerjük, hogy a különböző fényességű csillagból mennyi van az égen. Ezt ugyan nem tudjuk pontosan, de az összfényesség így is meglehetősen pontossággal állapítható meg, mert a nagyon halvány csillagok óriási számuk dacára is csak nagyon kevéssé járulnak hozzá a fényesség szolgáltatásához; a nagyobb szerepet játszó fényesebb csillagok számát és eloszlását pedig meglehetősen ismerjük. A 6. rendnél fényesebb, vagyis a szabadszemmel látható csillagok maguk az összfényesség 20 százalékát szolgáltatják, a 11. rendnél fényesebbek meg annak 50 százalékát, a 15. rendnél fényesebbek meg 75 százalékot. *Valamennyi csillag* — számukat 30.000 millióra becsülik — *összfényessége körülbelül 1100 elsőrendű csillag fényességének felel meg.*

Az égnak derült éjjeleken megfigyelt fényessége azonban ennél általában sokkal nagyobb. A fénynek körülbelül csak egy hatoda jön a csillagokból, a többi a zodiakális és a sarkövi fénytől ered. *L. K.*

SZERKESZTŐI ÜZENETEK.

Kérelem. A súlyos gazdasági viszonyok miatt a Stellát két kettős-számban kellett ez évben megjelentetnünk. Csak ezzel a redukciónal volt lehetséges a folyóiratot egyáltalán megjelentetni. Hogy a nyomdával szemben fennálló kötelezettségeinknek megfeleljünk, kérjük előfizetőinket és olvasóinkat, hogy esetleges hátralékok díjaikat mielőbb átutalják, továbbá arra is kérjük tagjainkat, hogy a lehetőség szerint újabb előfizetőket és tagokat szerezni sziveskedjenek. Napi 2—3 fillér a magyar csillagászatnak még a mai súlyos viszonyok mellett sem számíthat áldozatnak.

Többeknek. Az 1932. évi Stella Almanach előkészítés alatt áll és január folyamán küldjük szét.