# STELLA

Keeler felvétele után.

Spirálköd a Vadászkutyákban.

NEGYEDÉVENKÉNT MEGJELENŐ FOLYÓIRAT
CSILLAGÁSZATI ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE
SZERKESZTIK
TASS ANTAL ÉS WODETZKY JÓZSEF

VI. ÉVFOLYAM. BUDAPEST, 1931. 3—4. SZÁM.

**TARTALOM:** *Lassovszky Károly:* Változócsillagok. (Befejező közlemény.) 57—68. — *Dunst László:* A csillagok mozgása. (Befejező közlemény.) 68—95. — *Posonyi Erzsébet:* Mi célja lehet a sztratoszféra-repülésnek? 96—98. — APRÓBB KÖZLEMÉNYEK: A román csillagászat. *T. A.* 98—99. — A korona megfigyelése napfogyatkozáson kívül. *L. K.* 99. — Százra emelkedett már az újcsillagok száma a nagy Andromédaködben. *P. E.* 99—100. — Szupergalaktika 42 millió fényév távolságban. *L. K.* 100. — Az energia elosztódása a napfoltok spektrumában. *P. E.* 100—101. — Megfigyelőállomások a meteorok megfigyelésére. *L. K.* 101—102. — A nagybolygók összetétele. *L. K.* 102—103. — Egy «csodacsillag». *P. E.* 103—104. — Egy nagy sajátmozgású távoli csillagpár. *P. E.* 104. — Újabb adatok a kisbolygókról. *P. E.* 104—106. — A Perkins Observatorium reflektortükre. 106. — A csillagászat halottai. 106. — KÖNYVSZEMLE: *Gerold von Gleich:* Einsteins Relativitätstheorien und physikalische Wirklichkeit. Ismerteti: *Wodetzky József.* 107—111. — LEVÉLSZEKRÉNY: Kérdések: 6—7. — Feleletek: 6. A meteorok száma. *L. K.* 112. — 7. A csillagok összfényessége. *L. K.* 112. — SZERKESZTŐI ÜZENETEK: 112.

# Értesítés.

A STELLA-folyóirat előfizetési ára a STELLA-Egyesület tagjainak évi 8 P, nemtagoknak évi 10 P. Az előfizetési díj két részletben is fizethető. A pártolótagok a folyóiratot tagilletményként kapják.

A STELLA tagjai: Évdíjas (rendes és pártoló) és alapítványi tagok. Az évdíjas tagság öt évre kötelező. A rendes tagsági díj évi 6 pengő; tagilletmény az Almanach. A pártolótagsági díj évi 20 pengő; tagilletmény az Almanach és a folyóirat. Az alapítótagsági díj egyszersmindenkorra 100 aranykorona = 116 P. Az örökítő tagsági díj egyszersmindenkorra 300 aranykorona = 348 P. Az alapítványi tagok tagilletménye az Almanach.

**Kérjük tagjainkat, hogy a STELLA és a magyar csillagászat ügyét új tagok és előfizetők szerzésével és adományaikkal előmozdítani szíveskedjenek.**

*Közérdekű kérdésekre a szerkesztőség készségesen ad felvilágosítást a «**Levélszekrény**» rovatban.*

* * *

Mindennemű megkeresés az egyesület titkárságához (Csillagvizsgálóintézet Budapest, Svábhegy) intézendő.

# 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.

# 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 ultraviolett 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 újcsillagok száma a nagy Andromédaködben ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 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. Üstökösök, meteorok.**

Hírek üstökösökről ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 46
Megfigyelőállomások a meteorok megfigyelésére ... ... ... ... 101
A meteorok száma ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 112

**5. Állócsillagok.**

Változócsillagok ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... ... 7, 57
A csillagok mozgása ... ... ... ... ... ... ... ... ... 22, 68
Sirius 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 ... ... 1
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 reflektortükre ... 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

---

FELELŐS KIADÓK: A SZERKESZTŐK.

# 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 o 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.

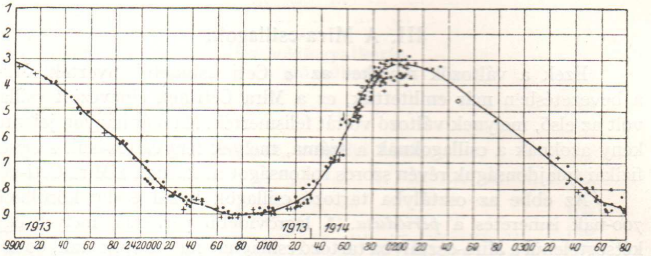
Az ebbe az osztályba tartozó csillagok közül eddig körülbelül 700-nak ismeretes a *periódusa*. A legrövidebb periódus, melyet egy, kétségtelenül a Mira-osztályba tartozó csillagnál megállapítottak, 90 nap (T Centauri). A leghosszabb meg 610 nap (S Cassiopeiae). E két adat e változók periódusának alsó és felső határául tekinthető. Ez azonban nem jelenti még azt, hogy e határok idővel nem fognak esetleg kitolódni. Igy 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, legtöbbjének 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 ismertetett 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. Igy 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. Igy típusunk főképviselője, az *o* 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 kevésbbé kecsegtet sikerrel, mert egy és ugyanannak a csillagnak a fénygörbéje is állandó változást mutat. Mellékelt ábráink (6. és 7. ábra) az *o* 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 o Ceti fénygörbéje. 1913—1914.

ségtelenül a δ Cephei-csillagok fénygörbéjére emlékeztet. A fénynövekedés 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 nyujt példát (7. ábra). Néha a hullám akkora, hogy szinte két maximum lép fel, miáltal a fénygörbe nagy hasonlóságot mutat a β Lyrae-csillagokéhoz. Az *o* Ceti és az R Aurigae között mintegy átmenetet képeznek azok a változók, melyeknél a fénynövekedés és a fénycsökkenés 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 engedtük 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 bizonysága annak is, hogy a fénygörbe alakja nagy karakterizáló volta mellett is nem a döntő szempont, melyet efajta 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 feltünően 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. Igy az *o* 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.*

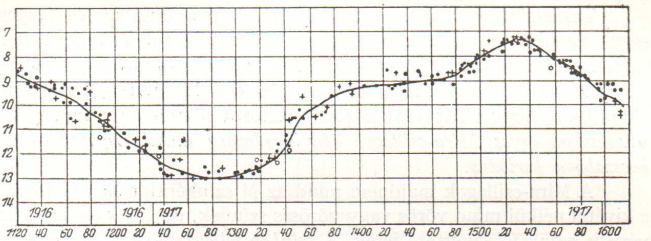
A Mira-csillagok majdnem mind az M színképtípushoz tartoznak s kivétel nélkül mind vörös vagy vöröses színűek, úgyhogy ez magában véve is egyik fő ismertető jelük. A *színkép* jellegzetessége, hogy benne az abszorpciós vonalak mellett fényes, főkép hidrogéntől eredő emissziós vonalak is lépnek fel. A 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 o Ceti színképe* annyira magán viseli a Mira-csillagok jellegzetességét, hogy ismertetésével az egész osztály majdnem valamennyi tagjának a spektrumáról nyerünk általános képet. Az *o* 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 főkép hidrogéntől erednek, láthatóságuk azonban nagyon változó. A $H_\alpha$, $H_\beta$ és $H_\varepsilon$ többnyire hiányzanak, a $H_\gamma$ és $H_\delta$ ellenben mindig láthatók s maximum közelében gyakran kettősek, sőt hármasak 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 o 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 fotográfiai fénygörbéi nagyjában megegyeznek*. S jellemző még, hogy a nagy fényességváltozás dacára is *az összsugárzás 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 vonalakból 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 o Ceti-nél +16 km/mp. Hosszabb periódusú csillagoknál ez az eltolódás rendesen 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 mindenesetre 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 kereken 0·0 mg. Ezek a csillagok tehát legnagyobb fényességük idején kétségtelenül óriások.[2] A fényesség átlagos amplitúdójául 5·5 magnitudót 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 felejtsük azonban el, hogy a változók összsugárzása 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 szólottunk 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 épen ellenkező irányú, amennyiben *a Mira-változóknál az abszolút fényesség növekedésével a periódus csökken.*

Végül szóljunk még valamit a most ismertetett csillagok *fényváltozásának az okáról.* A legrégibb 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 o Ceti változóknál. Az o 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.

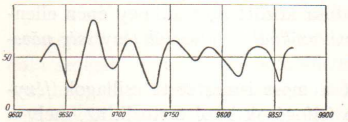
[3] Lásd a Stella Almanach 1930. évfolyamának 237. oldalán közölt ábrát.

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 árapálytüneménytől 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 elméletet, 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 definiciója sokkal nehezebb, mint az eddigieké. Ilyen az eset azoknál a változóknál is, melyeket főképviselőjükről RV Tauri-csillagoknak nevezünk. Fénygörbéjük után indulva ki, e csillagok fősajátsága, hogy fő- és mellékminimumok felváltva követik egymást, miként azt a β Lyrae födési 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. Az egyesek által ugyancsak 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.



8. ábra. Az RV Tauri fénygörbéje.

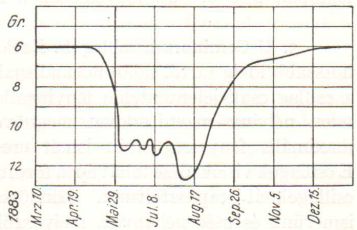
Az osztály főképviselőjének fényváltozását *van der Bilt* tanulmányozta behatóan s az ő vizsgálatai alapján készült a 8. ábrában visszaadott fénygörbe. Az RV Tauri periódusa középben 78 nap, a fény-

valtozás amplitúdója kereken 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 Cepheicsillagokra 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. Láttuk, hogy egyes Mira-csillagok fénygörbéi szintén mutatnak mellékminimumot, a rájuk annyira jellemző Me színképtípus meg az RV Tauricsillagok némelyikénél is előfordul. Az ilyen RV Tauri-csillagok színképének emissziós vonalai szintén más eltolódást mutatnak, mint az abszorpciós vonalak, bár ez az eltolódás ($V_a$—$V_e$) 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 sajátságos. 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 rendesen 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.



9. ábra. Az R Coronae borealis fénygörbéje.

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

6 mg. Előre teljesen kiszámíthatatlan időben egyszer csak hirtelen fénycsökkenés áll be, mégpedig nagyságra és lefolyásra nézve különböző időkben más és más, úgyhogy a fénygörbéknek ezekre az időkre eső részei a legváltozatosabb alakokat mutatják. A visszatérés a normális állapotba rendesen 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.

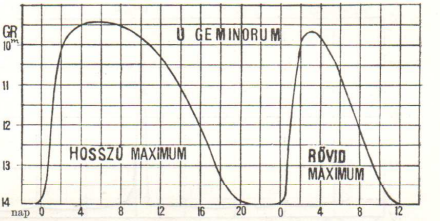
Az R Coronae-csillagok határozott galaktikai koncentrációt mutatnak s színképük egyes sajátságaival az újcsillagokra emlékeztetnek, melyek szintén a Tejútban szoktak fellépni.

A hirtelen beálló minimumok, valamint a hosszú állandó maximumok az Algol-típusú födési változók fénygörbéjét juttatják eszünkbe. És csakugyan a fényváltozás okának egyik s talán legelfogadhatóbb magyarázata szerint ezek a csillagok födési 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 újcsillagokéra emlékeztető spektruma, az újcsillagok 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 épen 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 rendesen 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). Jellemző, hogy ezek a hosszú és rövid maximumok egyes változóknál, például az osztály főképviselőjénél, az U Geminorumnál is, szabályosan váltakoznak. Ez azonban nincs így minden ebbe az osztályba tartozó változónál. Igy például az SS Cygni-nél úgy a hosszú, mint a rövid maximumok egyszer csak elmaradnak s olykor egész elütő maximumok lépnek fel.




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

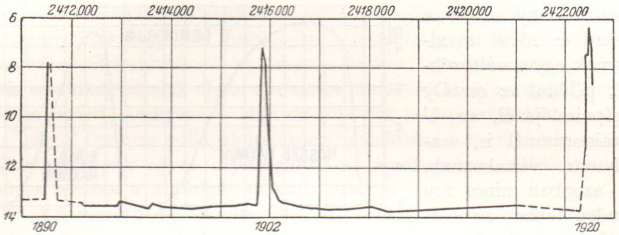
A legkisebb fényváltozást az RU Pegasi mutatja, 1·5 magnitúdót. A legnagyobbat az U Geminorum. Ennek a csillagnak a normális fényessége 13·5 mg; mikor a fénynövekedés megindul, két nap alatt a csillag eléri a 10·25 magnitúdót, további négy nap mulva meg már 9·5 mg fényességben ragyog. A fénycsökkenés 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 nóvákkal és a következő fejezetben ismertetendő 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 nóvákkal 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, $\eta$ 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 újcsillaghoz hasonló fellángolását. Ilyen kitöréseknél a fényesség amilyen rohamosan

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 újcsillagok színképével.




11. ábra. A T Pyxidis fénygörbéje.

Ennek dacára még sem tekinthető nóvának, hiszen az utolsó négy évtizedben 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 újcsillagnak tekintették. A csillag 1606-ban még 3. rendű fényességben ragyogott, néhány év mulva azonban szabadszemmel láthatatlanná vált. Azóta többízben hol újra felbukkant, hol ismét láthatatlan lett. Jelenleg körülbelül 5 mg a fényessége.

A nóvaszerű csillagok fényváltozásának oka valószinűleg hasonló lesz az újcsillagokéhoz. Mellesleg szólva ezek fényváltozásának sem tudjuk teljesen tökéletes magyarázatát adni.[1]

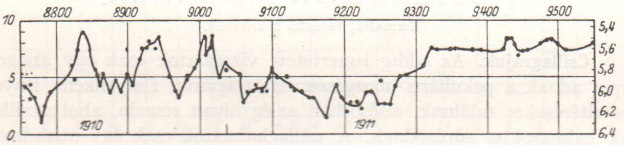
5. μ **Cephei-csillagok.** Ezzel elérkeztünk a változócsillagok legszabálytalanabb osztályához. Alig lehet e változók általános leírását adni, mindegyiket külön kellene ismertetni. Számuk igen nagy ; általában ide sorozunk minden vörös vagy vöröses szineződésű s nem túl nagy fényingadozású változót. 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 főképviselője, 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* szeléncellás, *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-obszervatóriumban 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 vöröses színeződése s rendesen 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 verändlichen 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.

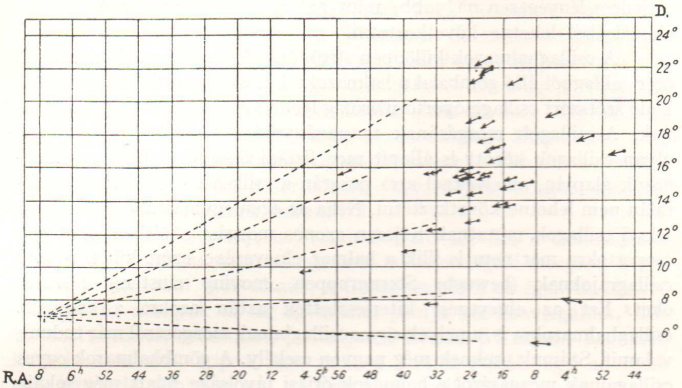
(Harmadik, befejező közlemény.)

**Csillagrajok.** Az eddig ismertetett vizsgálatok csak egy átlagos képet adnak a pekuliáris 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 szemmelláthatólag 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.

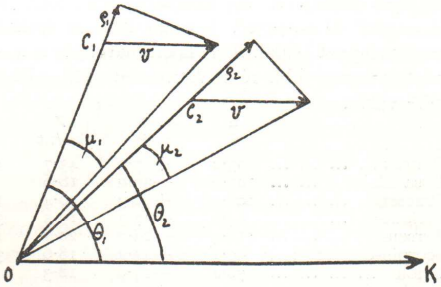
A 15. ábránkon $O$ a megfigyelő, $C_1$ és $C_2$ valamely halmaz két csillaga, a $V$ vektor közös térsebességük, $\rho_1$, ill. $\rho_2$ radiális sebességük, $\mu_1$ és $\mu_2$ pedig látszómozgásuk. A konvergenciapont $K$ irányban van, $\Theta_1$ és $\Theta_2$ szögek a csillagok szögtávolsága ettől az 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 ily módon kapott távolságértékek a legpontosabbak 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 nyilthalmazok közül is csak kevés van olyan közel hozzánk, hogy csillagjaik mozgását tüzetesebben tanulmányozhattuk volna eddig.

Az alábbi tabellában hozzuk az eddig ismeretes csillagrajokat. $\alpha$, $\delta$ a konvergenciapontjuk equatoriális koordinátáit, $V$ a térsebességüket jelenti. A $K_2$ koordinátarendszerre nézve (a napmozgásra $A = 270°$ $D = +30°$, $V = 20$ km/sec értékeket véve) $l$, $b$ a konvergenciapont galaktikai koordinátái és $v$ a csoport sebessége. Az adatok legnagyobb része *Rasmuson* svéd csillagász egy monográfiájából[2] valók.

| | $\alpha$ ° | $\delta$ ° | $V$ 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 szorítkozó 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 Praesepenél. A látszómozgásokból *Hertzsprung* számos fotografia alapján a halmaz főcsillagának, Alcyonenek 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] BAN 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 Darvin 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 szolgálni 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 Eddintong-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.
[2] Ap J 40, 43, 1914.
[3] Sitzungsberichte. Preuss. Ak. Berlin 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 legszembetünőbb 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 pekuliáris mozgások sajátságait 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 ° | D ° | L ° | B ° | *V* km/sec | Jegyzet. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *B* | 490 | 274 | +35 | 29 | +20 | — | B. Boss[1] (Boss-kat.) |
| | 240 | 285 | +36 | 33 | +12 | 23·4 | Gyllenberg, Malmquist[2] |
| | 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 feltünt, 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 szisztematikus 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 szisztematikus hibának különbségével lesz egyenlő. A szisztematikus hibát *K*-val jelölve, a (2) egyenlet így alakul át:

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

A más színképtípusú csillagoknál a *K*-ra sokkal kisebb értékeket kaptak, mint a *B*-csillagokra. A sok közül itt *Wilson* eredményeit[2] közöljük:

| Tipus | 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 szisztematikus mérési hiba. Lehet gondolni más magyarázatra is. Igy *Albrecht* szerint[3] a *K*-effektus egy része a *B* csillagok radiális sebességének mérésénél alapul szolgáló színképvonalak hullámhosszában rejlő szisztematikus hibáktól származik, a másik része pedig Einstein-effektus. A relativitás-elmélet szerint u. i. minden csillag színképében a vonalaknak a vörös felé kell eltolódni. Az ebből származó *K*-effektus az elmélet szerint, ha *M* a csillag tömege, $\delta$ a sűrűsége (a Nap tömegét és sűrűségét 1-nek véve)

$$K = 0{\cdot}634 \sqrt[3]{M^2 \delta} \text{ km/sec}$$

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.
[2] AJ 38, 7, 1927.
[3] Ap J 55, 361, 1922; 57, 57, 1923; 63, 277, 1926.
[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 nagyobbnak mutatkozott, 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 nagyobbrészt 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*-effektust[5] (+2·3 km/sec-ot), holott itt ezt semmikép 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 ($\rho'$) a mért radiális sebességből ($\rho$) a

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

formulával számítjuk, ahol $\lambda$ 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 ($\rho'$) a *B* típustól kezdve az *M*-ig szisztematikusan növekszik. Itt a *Campbell* legutóbbi dolgozatában[3] publikált értékeket közöljük:

| Típus | *B* | *A* | *F* | *G* | *K* | *M* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\bar{\rho}'$ | 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 tanusítja:

| Típus | n | $\bar{\rho}'$ | | |
|---|---|---|---|---|
| *N* | 25 | 18 | km/sec | Moore, Lick Bull. 342, 1922. |
| *R* | 26 | 25 | « | Sanford, Ap J 59, 329, 1924. |
| *Se* | 14 | 24 | « | Merrill, Ap J 58, 215, 1923. |
| *M*1e—8e | 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 $\bar{\rho}' = 25{\cdot}5$ km/sec-ot kapott.[4] Ugyanilyen eltérést mutatnak a bolygószerű 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 abszolut 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. előszeretettel 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 feltünő. 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 pekuliáris sebességek abba az irányba eső komponenseinek nem a középértékét, hanem az ú. n. diszperzióját szokás megadni. Ez alatt a komponensek négyzeteinek középértékéből vont négyzetgyököt kell érteni.

**Sebesség-ellipszoid és spektráltípus.**

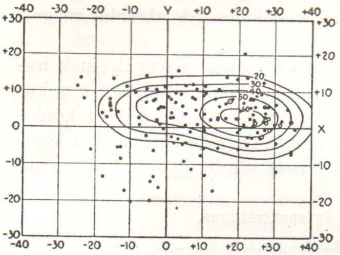
| | Típus | *B* | *B*7—*F*2 | *F*0—*G*5 | *G*6—*K*1 | *K*2—*K*9 | *Ma*—*Md* | *Go*—*M* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *M* | — | — | ≦2·9 | ≦3·9 | ≦3·9 | <3 | ≧3·0 | |
| | n | 247 | 229 | 197 | 252 | 220 | 115 | 343 | |
| Nagytteng. | $l_1$ | — | 338 | 353 | 1 | 338 | 327 | 333° | |
| | $b_1$ | — | +7 | +3 | +2 | —10 | —11 | —5° | |
| | $a_1$ | 10·2 | 21·4 | 18·9 | 25·2 | 21·8 | 23·5 | 51·3 | km/sec |
| Középteng. | $l_2$ | — | 245 | 263 | 272 | 245 | 234 | 243° | |
| | $b_2$ | — | +22 | —6 | —16 | —16 | —14 | —5° | |
| | $a_2$ | 10·2 | 8·5 | 13·5 | 20·2 | 18·8 | 19·1 | 32·3 | km/sec |
| Kisteng. | $l_3$ | 355 | 84 | 238 | 265 | 280 | 275 | 285° | |
| | $b_3$ | +37 | +67 | +83 | +74 | +71 | +72 | +83° | |
| | $a_3$ | 4·5 | 6·7 | 8·9 | 15·6 | 11·1 | 16·1 | 22·6 | km/sec |

A táblázatban *M* az abszolút magnitudót, *n* a csillagok számát, *l*, *b* a tengelyek galaktikai irányát, *a* pedig az illető irányba eső sebességkomponensek diszperzióját jelenti. A *B*-csillagokra vonatkozó adatok *Gyllenberg*től,[2] a többi *Strömberg*től[3] származik. Mint látjuk, az ellipszoid nagytengelye a Tejút síkjában fekszik, a középtengely sincs attól messze, míg a kistengely inkább a galaktikai pólus közelébe mutat. Eltekintve a *B*-csillagoktól, a nagytengely a nagyobb abszolút fényességű csillagoknál nem mutat nagyobb változást a színképtípussal, míg a másik két

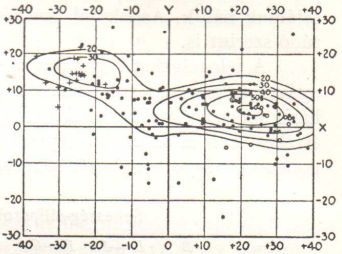
[1] Gr. P 37, 1925. [2] Lund Med. (2) 13, 1915.
[3] Ap J 56, 265, 1922. (*F*-*M* csill.); 57, 77, 1923 (*A*-csill.).

tengely növekszik, ha az *A* (*B7—F2*) csillagoktól kiindulva haladunk a vörös csillagok felé. Az átlagos pekuliáris sebesség és a szinképtípus között elébb talált szisztematikus összefüggést tehát nagyobbrészt a vertexirányra merőleges sebességkomponensek szísztematikus 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

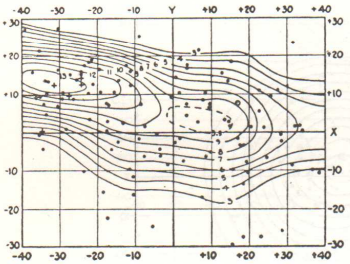
Sebességeloszlás az *A*-csillagoknál

ismert térsebességű csillagokkal vihető végbe. Gondoljuk e célból a csillagok térsebesség-vektorát, irányuk megtartása mellett a koordinátarendszer középpontjába eltolva és számláljuk meg különböző helyeken, hogy hány vektor végpontja esik egy alkalmasan választott térfogategységen, mondjuk 10 × 10 × 10 km³-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 koordinátasíkokkal való metszésgörbéit aztán grafikusan is ábrázolhatjuk. A galaktikasíkkal (XY-sík) való metszésgörbéket különböző színképtípusokra a 16—22., *Strömberg* értekezéseiből[1] vett ábrákon láthatjuk. A görbék mellé írt számok jelzik, hogy a görbe mentén mekkora a vektorsűrűség (térfogategység : 1000 km³) és pedig az illető csillagok összszámának ezrelékeiben kifejezve. A pozitív X-tengely a Galaktika és az aequator síkjának a Sas csillagképben fekvő metszéspontja felé mutat.[2] Az ábrák

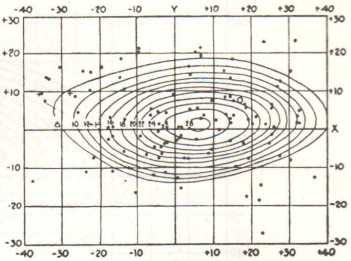
[1] Ap J 56, 265, 1922 ; 57, 77, 1923.

[2] *Strömberg* a galaktikai pólus (pozitív *Z*-tengely) koordinátáira *Kapteyn* után az $\alpha = 190{\cdot}6°$, $\delta = +27{\cdot}2°$ értékeket veszi.

szélére írt koordinátaértékek kilométereket jelentenek. A térsebességek már korrigálva vannak egy átlagos napmozgásra ($A = 270°$, $D = +30°$, $V = 20$ km/sec), tehát a koordinátarendszer origója a Naphoz képest $A = 90°$, $D = -30°$ irányban 20 km/sec sebességgel halad. A Nap sebességének az XY-síkra való vetületét az ábrákon ⊙ 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).

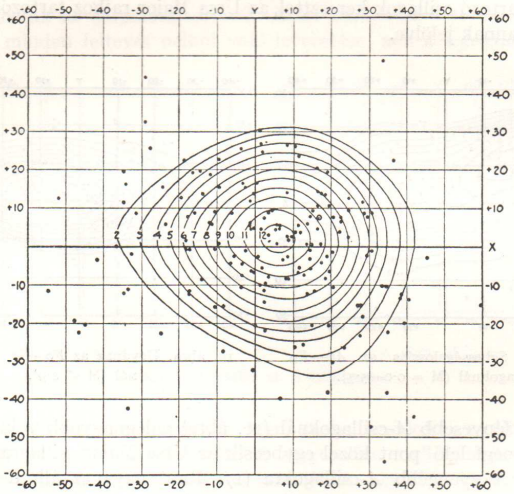
A fényesebb $A$-csillagoknál (16. ábra) a legnagyobb vektorsűrűségnek megfelelő pont közel egybeesik az Ursa Maior csillagraj sebességével. A gyengébb $A$-csillagokra (17. ábra) ugyanez áll, de itt az Y-tengelytől balra is mutatkozik egy sűrűsödés, amely a Taurus-rajnak felel meg. Amit a Taurus- és Ursa Maior-raj nagy kiterjedéséről annak idején mondtunk, itt is igazolást nyert. Azoknak az $A$-csillagoknak összességét, amelyik egyik csillagrajhoz sem tartoznak, *centrális-csoport*nak 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 szembetünik (18. ábra). A másik sűrűsödési hely oda esik, ahol az $A$-csillagoknál a centrális-csoporté volt. A $G$-típusú óriáscsillagoknál[1] (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.

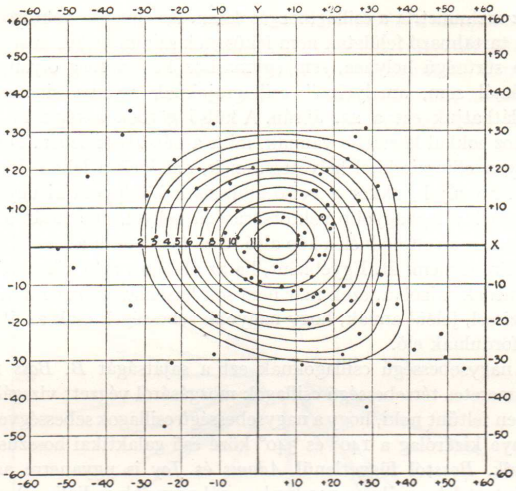
Az óriáscsillagoknál tehát a spektráltípussal csak az egyenlő sűrűségű helyeket tartalmazó felületek alakja változik, míg a leggyakoribb sebesség minden típusra ugyanaz és pedig: $x = +5{\cdot}8$, $y = +2{\cdot}7$, $z = +1{\cdot}7$. A Naphoz képest a sebesség 13·4 km/sec, $l = 102°$, $b = -27°$ galaktikai irányban.



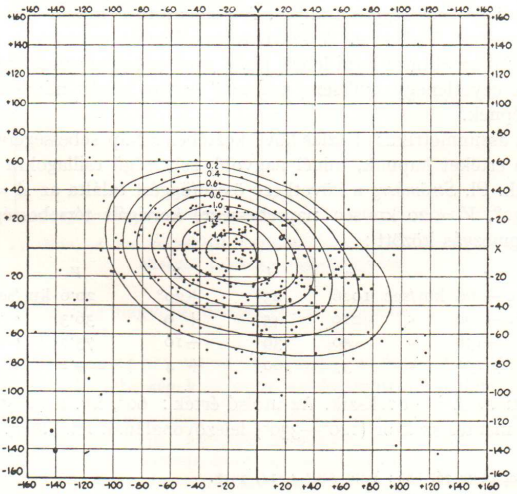

20. ábra. Sebességeloszlás a *K*2—*K*9 csillagoknál. M $\leq$ 3·9.

A törpecsillagoknál (22. ábra) a leggyakoribb sebesség koordinátái: $x = -19$, $y = -2$, $z = +1$, a Naphoz képest: $V = 37{\cdot}7$ km/sec, $l = 195°$, $b = -10°$. A görbék nagyjából ellipszisek, a nagytengely 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 *Strömbergtől* származik.




21. ábra. Sebességeloszlás az *M*-típusú óriáscsillagoknál (M < 2·0).




22. ábra. Sebességeloszlás az *M*-típusú törpecsillagoknál (M ≥ 3·0).

**Az aszimmetria a csillagmozgásokban.** Az egyenlő vektorsűrűségű helyeket tartalmazó felületek nem feküsznek 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 görbéket olyan ellipszisekkel helyettesítenők, 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, jeléül annak, hogy nagyobb sebességek csak az ábra alsó felében fordulnak elő.

A nagysebességű csillagoknak ezt a sajátságát *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. *Boss*tól függetlenül *Adams* és *Joy* is ugyanerre 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 nyilak hossza magával a radiális sebességgel arányos. A szaggatottan rajzolt kör sugara 63 km/sec-nak felel meg. A szaggatottan húzott egyenes a vertex-vonal. 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.

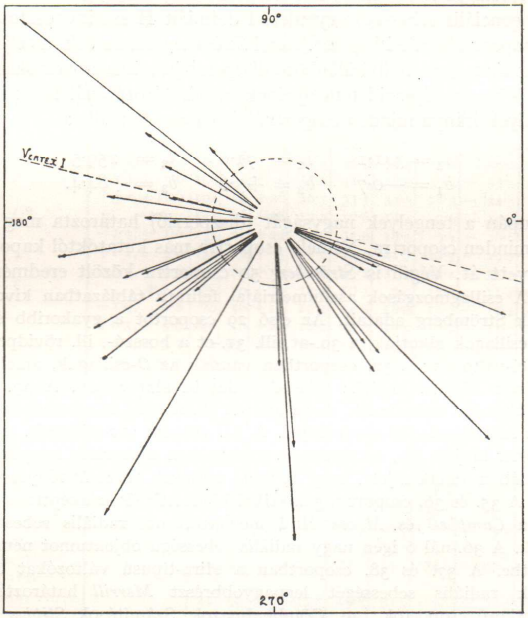
Az aszimmetrikus eloszlás következtében a Nap sebességére annál nagyobb értéket kapunk, minél nagyobb sebességű csillagokra vonatkoztatjuk. Pl. *Strömberg* a következő összefüggést találta az $A = 270°$, $D = +30°$, $V = 20$ km/sec napsebességre korrigált térsebességek ($v$) és a napmozgás között:

| $v$ | | n | $L$ | $B$ | $V$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0— 60 | km/sec | 1026 | 23° | +20° | 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 sebességektől 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 jelentkezik és mivel általában a csillagok mért sebességével együtt nő a rájuk vonatkoztatott napmozgásra korrigált 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 pekuliáris radiális sebességek eloszlása galaktikai hosszúságokban.

legyen. Mégpedig nagyobb diszperziónak nagyobb csoportmozgás felel meg és fordítva.[2]

*Strömberg* 1924-ben ezt az összefüggést az összes akkor rendelkezésére 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

$$H = m + 5 \log \mu = M + 5 \log T - 8{\cdot}378$$

(m: látszólagos magnitúdó, M: abszolút magnitúdó, $\mu$: 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:

$$l_1 = 341{\cdot}1 \qquad l_2 = 71{\cdot}0 \qquad l_3 = 259{\cdot}5$$
$$b_1 = -0{\cdot}7 \qquad b_2 = +5{\cdot}6 \qquad b_3 = +84{\cdot}4.$$

Igy csupán a tengelyek nagyságát (diszperzió) határozta meg különkülön 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 színképtípusú 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 térsebességek alapján végzett számításainak[1] eredményei. A 34. csoport a *c*-csillagok. Azokat a csillagokat hívják így, amelyeknek színképében 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 színképtípus). A számítás a *Campbell* és *Moore* által meghatározott radiális sebességeken[2] 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 legnagyobbrészt *Merrill* határozta meg.[3] A következő csoportok: 39. Gömbhalmazok. Számítások *Slipher* radiális sebességei alapján.[4] 40. Extragalaktikai ködfoltok. 41. Igen nagy térsebességű, nagyobbrészt *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

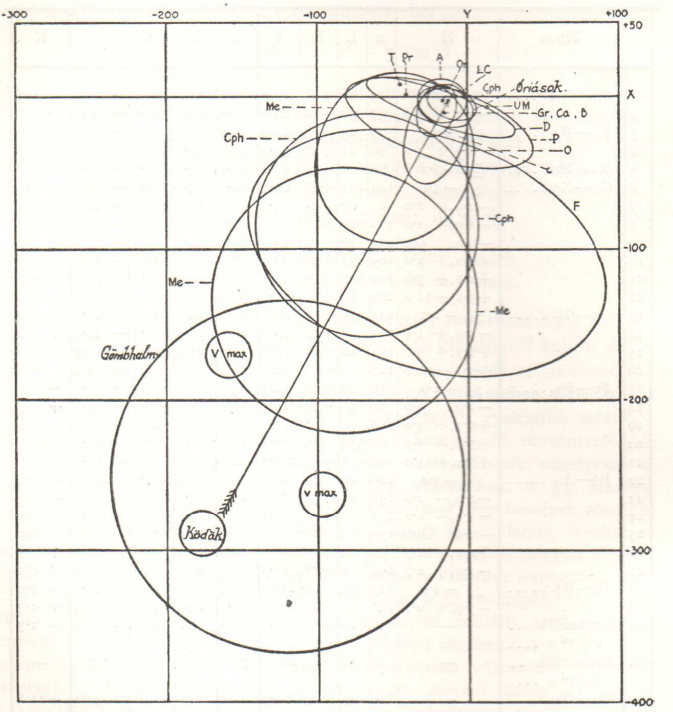
[1] AJ 36, 841, 1924.
[2] Lick Publ. 13, IV. 1918.
[3] Ap J 58, 215, 1923.
[4] L. Ap J 61, 353, 1925.
[5] *Strömberg* az apexre csak equatoriális koordinátákat adott. Ezeket *Pearce* és *Hill* grafikonjai (Victoria Publ. IV. 4) alapján számítottuk át galaktikai koordinátákba.

A csillagmozgások aszimmetriája.

| | Típus | H | n | L | B | *V* | a | b | c | $y_0$ | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Mo—M9 .... | ≦ −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 | 20·4 | 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 .... | ≧ +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 | Fo—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 ... P > 1d 0 .... | — | 37 | 22 | + 9 | 11·5 | 17·3 | 10·0 | (10) | − 9·0 | − 1·7 |
| 31 | Cepheidák .. P < 1d 0 .... | — | 26 | 52 | + 3 | 109 | 74 | 74 | 74 | −107 | — |
| 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 | M1e—6e .... | — | 86 | 40 | +13 | 65·2 | 52 | 57 | 46 | − 60·5 | — |
| 38 | M2e—5e .... P=150d—210d | — | 13 | 58 | +13 | 162 | 88 | 88 | 88 | −161 | — |
| 39 | Gömbh. ..... | — | 18 | 63 | +13 | 286 | 117 | 117 | 117 | −285 | +25 |
| 40 | Extrag. köd. . | — | 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 koordinátarendszer origójában van. Az

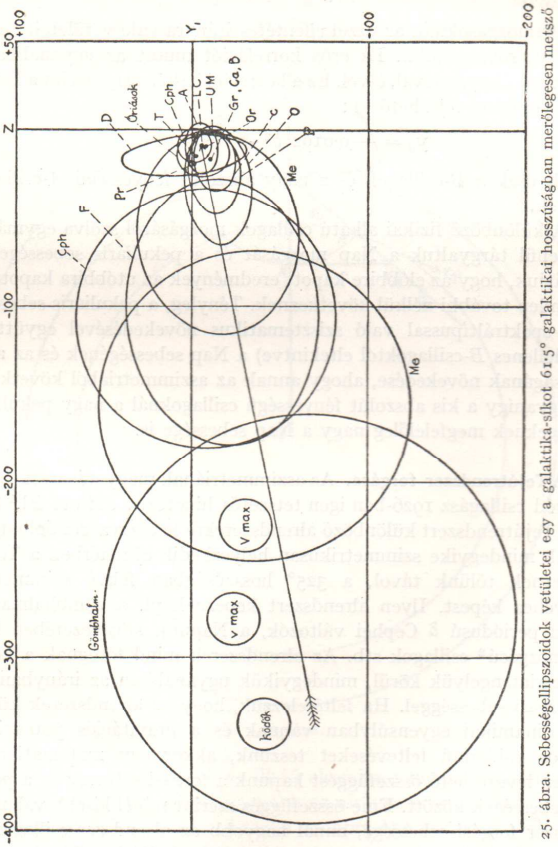



24. ábra. Sebességellipszoidok vetületei a galaktika-síkra. (Jelölések: A : *A*-csillagok, Óriások : *Fo*—*M*-típusú óriáscsillagok, D : *K*—*M*-típusú törpecsillagok, P : galaktikai ködfoltok, O, c, F : *O*-, *c*-, ill. *F*-csillagok, Cph : δ Cephei-változók és pedig felül a hosszúperiódusúak (Per. > 1ᵈ), lejjebb a rövidperiódusúak (Per. < 1ᵈ), Me : felül az *M*1e—6e-csillagok, lejjebb az *M*2e—5e változók 150ᵈ—210ᵈ 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, Gömbhalm. : gömbhalmazok, Ködök : extragalaktikai ködfoltok, V max és v max : mint a tabellában.)

origót valamelyik ellipszis vagy kör[1] 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-tól több mint 300 km/sec-ig




25. ábra. Sebességellipszoidok vetületei 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 $l = 61{\cdot}5°$ 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 szöget alkot. A csoportmozgások irányának galaktikai koordinátái tehát:

$$l = 241{\cdot}5^\circ \qquad b = -9^\circ.$$

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:

$$y_0 = -0{\cdot}0192\ b^2 - 10{\cdot}0. \tag{6}$$

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

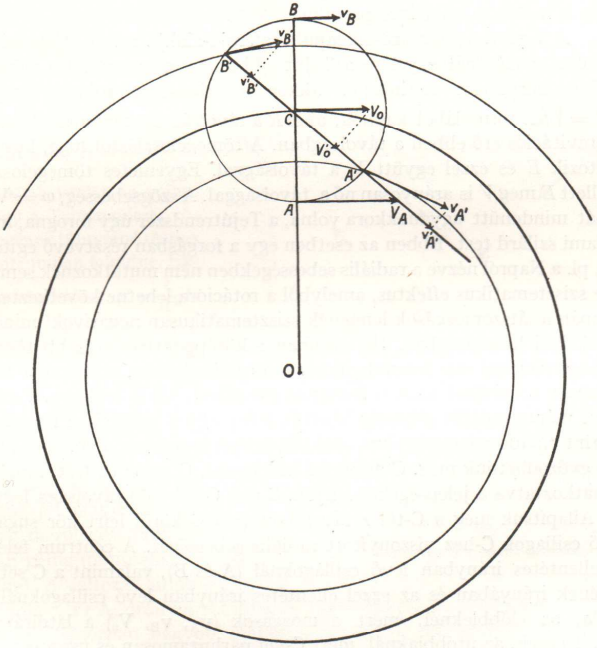
A különböző fizikai alkatú csillagok mozgásáról szólva egymástól függetlenül tárgyaltuk a Nap mozgását és a pekuliáris sebességeket. Most látjuk, hogy az előbbire kapott eredmények az utóbbira kapottakból minden további nélkül következnek. Tényleg, a pekuliáris sebességnek a spektráltípussal való szisztematikus 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 pekuliáris 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 mozgású[2] csillagok stb. Az alrendszerek mind forognak a közös szimmetriatengelyük körül, mindegyikük ugyanabban az irányban, de más forgási sebességgel. Ha feltételezzük, hogy az alrendszerek különkülön dinamikai egyensúlyban vannak és a gravitációs potenciálra bizonyos valószínű feltevéseket teszünk, akkor egy matematikailag könnyen levezethető összefüggést kapunk a forgási sebesség és a pekuliáris sebességek között. Eme összefüggés szerint minél kisebb valamely alrendszer forgási sebessége, annál nagyobb az alrendszer csillagainak átlagos pekuliáris sebessége. A legnagyobb pekuliáris 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 kellőkép 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 szisztematikusan negatívok[1] 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 $\omega$ szögsebességgel elforognak.

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

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

$$\rho = rA \sin 2 (l - l_0), \tag{7}$$

a látszómozgásra ($\mu$) pedig

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

ahol $l_0$ a centrum galaktikai hosszúsága, l ama csillagok hosszúsága, amelyekre $\rho$ és $\mu$ vonatkoznak, továbbá

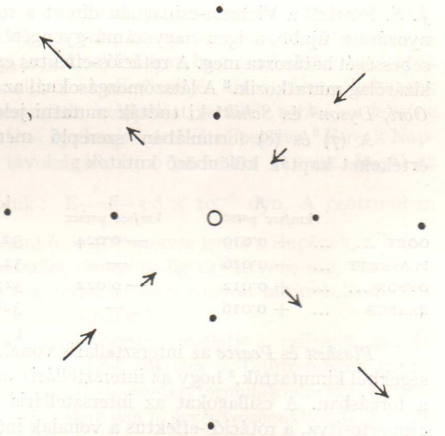
$$A = \frac{V}{4R}\left(1 - \frac{R^2}{V^2}\frac{\partial E}{\partial R}\right); \quad B = -\frac{3V}{4R}\left(1 + \frac{R^2}{3V^2}\frac{\partial E}{\partial R}\right); \quad V = \sqrt{RE} \tag{9}$$

Egyenletes anyageloszlásnál $E \sim R$, tehát

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

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

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



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

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: 2 r A, arányos a csillagok távolságával. A rotációs-effektusnak tehát elsősorban nagyobb távolságban fekvő csillagoknál kell mutatkozni. 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 *B*-csillagoknál változik a galaktikai hosszúsággal. *Schilt*[3] és *Henroteau*[4] a *c*-csillagok radiális sebességében találtak menetet a hosz-

[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 meggondolások 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 vonalakból 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 vonalakból levezetett rotációs-effektus pontosan a fele volt az egyéb, a csillagok légköréből származó vonalakból 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, amellett, 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 *Gyldén* 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 nyujtanak arra is, hogy betekintést nyerhessünk a Tejútrendszerben uralkodó gravitációs erő tulajdonságaiba. A (9) egyenletekből ú. i. kiszámíthatjuk a $\frac{V}{R}$ és $\frac{\partial R}{\partial E}$ menynyiségeket. *Oort* értékeit felhasználva

$$V/R = +0{\cdot}043 \text{ km/sec parsec}, \quad \frac{\partial E}{\partial R} = +1{\cdot}5 \times 10^{-30} \text{ g sec}^{-2}.$$

Ha feltesszük, hogy E két részből tevődik össze, amelyek egyike $E_1 \sim \frac{1}{R^2}$, a másik $E_2 \sim R$, akkor $E_1/E = 0{\cdot}59$-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* $V = 272$ km/sec értékét elfogadva,[2] R-re, a Napnak a centrumtól való távolságára 6300 parszeket kapunk. Végül az $E = \frac{V^2}{R}$ egyenletből kapjuk: $E = -3{\cdot}8 \times 10^{-8}$ dyn. A centrumban összesűrűsödő tömeg eszerint $6 \times 10^{10}$-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 *Bottlingert*ől szár-

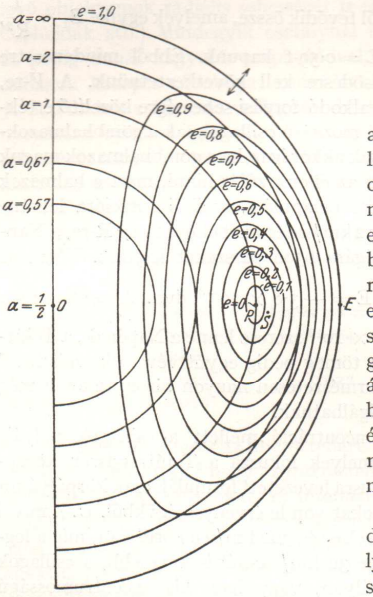
[1] *Redman* ugyan a *K*-csillagoknál $l_0$-ra lényegesen magasabb értéket kapott, de a felhasznált megfigyelési anyag nagyon kicsi volt. (Victoria Publ. IV. 20. és MN 90, 690, 1930.)

[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.

mazó[1] 28. ábrán szemlélhetjük 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* félnagytengellyel 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 $\varphi$ 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 feküsznek. 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 pekuliáris 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.), nagyobbrészt a rendszer belső részeiben tartózkodnak.

*S* a Nap sebességét jelöli. Az ábra szerint a nappálya excentrumossága 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 rótáció-hipotézissel tehát kielégítően sikerül megmagyaráznunk mindazt, amit ma a csillagok mozgásáról tudunk. Kevésbbé egyeztethetők össze ezekkel a csillagok térbeli eloszlására más úton kapott eredmények,[1] különösen *Shapley* szupergalaktika hipotézise. A centrum tőlünk 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 egyébb 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 késztetheti az embert az igen nagy magasságokba való felszállásokra vagy repülésre, a legközelebb fekvő felelet lenne: a rendkívülire, a «rekord»-ra való törekvés. Mégis különös figyelmet érdemel itt az a tény, hogy korunk, amely telítve van a legféktelenebb sportszenvedéllyel, ezt a minden rekordok legnagyobbját évtizedeken át két német tudósnak engedte át. Elsősorban tehát az a *Piccard* tanár által ismételten 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 képzettel, 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 legkevésbbé figyelemre méltó rétege. Ez némely tekintetben helytálló, de a gyakorlati időjárástudomány 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, csapaddékképződményekkel 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 veendők. Egyebekben is még igen hiányosan ismert a levegőösszetétele a sztratoszférában és igen kívánatos volna, hogy egyrészt a szénsav, másrészt a hydrogéntartalom százalékát pontosabban megismerjük.

Legfontosabbak azonban e magasságokban a sugárzásmérések, amelyek jelenleg úgy a fizikai, mint a meteorológiai kutatások középpontjában állanak. Itt elsősorban a tulajdonképpeni értelemben vett sugárzásra gondolunk, a fénysugaraknak olyfajta elektromágneses hullámaira, melyek az ibolyán- és vörösöntúli hősugárzást is magukban foglalják, különösen tehát a Nap sugárzására. Ismeretes, hogy mily nehézségeket okoz ezeket «extraterresztrikusan», vagyis úgy mérni, amilyenek a földatmoszféra abszorpciója nélkül lennének. Bizonyos, hogy ez sokkal könynyebb lesz akkor, ha oly magasságban végezhető a mérés, ahol az atmoszférának csak mintegy tizede nehezedik a mőreszközökre. 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 abszorbeáltatnak. 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 sajátsugárzásnak 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 röntgensugarak; vagy amelyek gyorsan mozgó elektromos részecskékből (elektronokból) állanak, mint amilyenek többek között a béta-sugarak. Ilyenek, mint ismeretes, nagy mennyiségben áradnak ki a Napból 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 «kozmikus» 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 ismételten hangsúlyozandó egyetlen ismert hatásuk*. Már közepes magasságokig való felszállásoknál kimutatható volt, hogy ezeknek a sugárzásoknak erőssége a magasság növekedésével nagyban fokozódik; ezért termeszetesen 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 potenciálesés 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. Kühl W.*

cikke nyomán: *Posonyi Erzsébet.*

---

# APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

**A román csillagászat.** Romániában négy működő csillagvizsgáló van és pedig Bukarestben, Jassyban, Kolozsvárt és Starya Doubossaryban. A két első tehát regatbeli, 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. nyilású és 600 cm. fokusztávolsággal 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. nyilás mellett 80 cm. fokusztávolsággal bír. Legújabban pedig egy modern 19 cm. nyilású meridiánkörrel is felszerelték az obszervatoriumot.

Az obszervatorium eredetileg a meteorologiát is művelte és 1921-ig csillagászati és meterologiai osztályból állott. Utóbbit ekkor a légügyi főigazgatóság fennhatósága alá helyezték, míg a tisztán csillagászati osztály a román közoktatásügyi miniszterium 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 kapcsolatainál fogva természetesnek kell találnunk. A jelenleg szervezés alatt álló új intézet egy 20 cm. nyilású vizuális refraktort és egy 50 cm. nyilású fotografiai reflektort kap. Előbbinek nyilásviszonya 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 legrégibb 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 necsak a nagyritkán beálló napfogyatkozáskor lehessen megfigyelni, sokat foglalkoztatta a csillagászokat. A problémát, legalább részben, B. *Lyot* francia csillagásznak nemrégen sikerült megoldania. *Lyot* a 2850 méter magas Pic du Midi hegycsúcson végezte erre vonatkozó megfigyeléseit. Bár attól még talán messze vagyunk, hogy a koronáról bármikor 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 napfogyatkozáskor volt megtehető.

A napkorona kimutatására szolgáló műszer maga egy nagyon érzékeny polariméterből állott. A napkorong szélétől bizonyos távolságra (körülbelül $^1/_5$ 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 sokszorosan 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 napfogyatkozáskor 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 $16{\cdot}5^{m}$-tól $18{\cdot}1^{m}$-ig terjed. Mivel nem tételezhető fel, hogy éppen maximális fényességükben sikerült rájuk találni, azt nagyobbnak kell vennünk. *Mayvall* e csillagok fénygörbéjét a szokott formájának 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 nóvával. — A Hooker-tükör csodálatos teljesítőképességű: egy 1930 október 19-én, csupán négyperces exponálással készült felvételen a 95. számú nóva $17{\cdot}5^{m}$ 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° 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 kereken 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 úgylátszik, 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 sötéten 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 fotoszféra-rétegeiben kifelé áramlik az anyag, hogy azután a Nap felületén elosztódjék. 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 sejteni. Arra lehet ebből következtetni, hogy az áramló anyag kitágul, eközben lehül s azért látjuk sötétnek, mert hőmérséklete alacsonyabb a környezetéénél.

*Pettit* és *Nicholson* a 22 000—4000 Å színképszakaszban termoelektromos úton, a 4000 ångströmnél rövidebb hullámhosszakra fotografiai módszerrel határozták meg az intenzitáseloszlást a napfoltok színképében (Mount Wilson Contribution Nr. 397, 1930. január). Első alkalommal a Mount Wilson nagy torony-teleszkópjával dolgoztak, mely kb. 50 méteres gyujtótávolságnál mintegy 42 cm átmérőjű napképet ad. Tehát a Napnak valamely meghatározott helye elég pontosan volt a résre 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 konkávrács felhasználásával, más, csupán tükrökből álló készüléken 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 gyujtótávolságnak megfelelő nagyságban vetítették a résre.

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 színképszakaszban, miközben 0.21-ről 0.80-ra emelkedik. 20 000 Å-ig a viszony állandónak látszik. E viszonyok és a fotoszféra színképelosztódásának ismeretével meghatározhatjuk a napfolt színképének 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 Obszervatórium a megfigyelés szempontjából nagyon kedvező fekvésű Flagstaff Obszervatórium (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 megfigyelés-anyagot lehet majd összehozni, mint az eddigi összes megfigyelések. *L. K.*

---

**A nagybolygók összetétele.** Erről a tárgyról érdekes tanulmányt közölt nemrégen *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 hőmérsékletmérései a bolygók felületén, melyek —100°-nál is alacsony felületi hőmérsékletet szolgáltattak, kevésbbé 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 jégréteg, 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 csillagászai a nagybolygókról nyert színképekből szabad hidrogénre következtettek a bolygók légkörében. *Menzel* azonban ezt nem fogadja el, valamint azt sem, hogy a színkép $\lambda$ 6300 helyén mutatkozó abszorpciós sáv — mint egyesek állították — víztől eredne. *Menzel* szerint ebben főkép a légkörben lebegő jégrészecskéknek 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 dizperziónál 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. Előrebocsájtandó, 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 sajátságos viselkedése. Ez részben a színkép egész jellegében, részben periódusos változásaiban nyilvánult meg. A periódus hossza változatlan maradt ugyan, de egy-egy perióduson belül a tünemények 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 színképének jellege hasonló valamely közönséges B-csillagéhoz ; a hidrogén-vonalak állandóan világosak voltak, azonkívül a vörös felöli oldalról időnként sötét abszorpciós vonalak kísérték őket. Legérdekesebb volt a hélium-vonalak magatartása. 1919-ig közönséges abszorpciós-vonalaknak látszottak, majd átmenetileg egészen eltüntek, hogy azután hirtelen s egyre határozottabban emissziós-vonalakként tünjenek fel. 1921 óta állandóan igen erős emissziós-vonalak maradtak, melyeket az ibolya irányában sötét abszorpciószélek kísértek. Tehát 1920 körül hatalmas «helium-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 tünemények lefolyása a lehető legbonyolultabb módon történt. Nehogy a minden magyarázatot kizáró teljes bizonytalanság területére tévedjünk,

csupán a hidrogén- és hélium-vonalak viselkedésének változásáról szólunk 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 sejthető. 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 magnitudó és helye 1900-ban $\alpha = 2^h30^m34^s$, $\delta = +6°24'12''$. Erős látszó mozgása: $+0.121' + 1.46''$ már előzőleg ismert volt.

A másik csillag csak 13.8 magnitudójú és 2.8′-nyi távolságra áll 110° irányában. Az 1893 és 1928 között készült felvételekből megközelítőleg $+0.125^s$, 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 mult év közepéig 1152-re emelkedett. Az 1929 július hó 1-től 1930 június 30-ig terjedő periodusban 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 periodusban Heidelberg 132 felfedezéssel szerepel, melyekből 23 *Wolf*ra és 109 *Reinmuth*ra esik. Simeïsben *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-emlékünnep 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 efemeriszben közöltnél. 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 észlelteknek 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 ez 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 pályaellipszise 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 *Reinmuthiá*nak, az (1124)-et *Stroobantiá*nak és az (1129)-et *Neujmináná*nak. A (914) számút a bécsi *Palisas*ról nevezték el; az ő emlékét dicsőítik még az általa felfedezett utolsó bolygók is: Probitas (902), Perseverentia (975) és Hilaria (996), mint a jeles csillagász jellembeli kiválóságának, kitartásának és vígkedélyének 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 távcsövével 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 Obszervatóriumban, a másik meg a Harvard Csillagvizsgáló fiókobszervatóriumában, a délafrikai Bloemfonteinben. *L. K.*

---

**A csillagászat halottai.** *S. J. Bailey* (1854—1931.) legrégibb 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 gömbcsillaghalmazokkal 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 amatőrcsillagász volt, ki mint magántisztviselő szabad idejében sok hasznos megfigyelést végzett. A vatikáni csillagvizsgáló kiadványaiban megjelent csillagszínkatalógusa, mely több mint 2500 csillagnak becsléssel meghatározott színét tartalmazza, szakkörökben 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 gyüjteményes munka szerkesztésével szerzett magának maradandó nevet.

---

# KÖNYVSZEMLE.

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

Mint minden újszerű elmélet, úgy a relativitáselmélet is természetszerűen 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 Zeitschrif für Physik és az Astronomische Nachrichtenben 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 invektivává 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., szept. 7.). *Stark* cikkét az alábbiakban szószerinti 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* könyvénél 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 bírálnak. 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 relativitáselméletek 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 definiciója segítségével. Ezek a definiciók 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 megegyező 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 anomaliájára, sem a fénysugárnak transzverzális gravitációsmezőben való elhajlására, sem a színképvonalak 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 fénynek a Nap gravitációs mezejében való eltéréséről» 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 fénynek 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 időkig fel akarnók 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 2·2″ fényeltérítést eredményeztek az 1·75″ helyett, amit a relativitáselmélet követel. A fejtegetés a következő mondattal fejezi be:

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

Talán szabad nekem, mint oly fizikusnak, aki a színképvonalak eltolódásával behatóan foglalkozott, az *Einstein*-féle vörös-felé való eltolódásról véleményemet itt nyilvánítanom. *Einstein* a színképvonalaknak gravitációs térben vörös-felé való eltolódásához az ő új időfeltevés alapján jutott, hogy az atomok bizonyos frekvenciájú színképvonal kisugárzásánál ugyanolyan periódusú órákként szerepelnek. Ma legalább is valószínű, hogy *Einstein*-nek ez a felfogása nem felel meg a valóságnak, hanem ellenkezőleg egy elemi fénymennyiség periódusa az emissziónál nem egyenlő az atom periódusaival. A fényemisszióról szóló ismereteink mai állása szerint nagyon valószínűtlen, hogy a színképvonalnak gravitációstérben való frekvenciaváltozása egyszerűen arányos a vonal frekvenciájával, amint azt *Einstein* következteti, hanem a színképvonal gravitációs térbeni frekvenciaváltozásának, ha ilyen effektus egyáltalán létezik, függenie kell az egyes színképvonal és az azt kibocsátó atom sajátságaitól. 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 színképvonalak 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, amelyik 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 megcsodált elméleteiről bebizonyosodott, hogy nem helytállóak és nem megfelelőek; a mai időben, amikor a színképvonalak emissziójának egyik elmélete gyorsan követi a másikat, úgy hogy a «fizikai ujságírók»-nak bizonyos gondot okozott, hogy a hiszékeny publikumot annak bizonyítgatásával megnyugtassák, hogy az új elmélet alapjában 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 tünő 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. Szimptomatikus 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 leszegezni. 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 nyiltan és határozottan kell szólanunk. 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 nyilt terrorral lépjen fel a tudományos kiadókkal szemben egy oly könyv megjelenésének megakadályozására, amely egy név propagálására kellemetlen.

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 ítéletreképes 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 sajátságos 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 fönt említett *Freundlich* Berlinben a «Deutsche Physikalische Gesellschaft» egyik júniusi ülésén beszámolt az 1929 májusi napfogyatkozás alkalmával Sumatra szigetén készült fényképlemezek méréseredményeiről, melyeknek célja a fénysugár elgörbülésének tanulmányozása a Nap közelében. *Freundlich* szerint kétségtelen, hogy a Nap peremének közvetlen közelében a fénysugár 2''·2-nyi eltérést szenved $+$ 0''·1 közepes hibával. A relativitás elmélettől követelt érték ennél kisebb, 1·''753.

*Freundlich* azt is megállapítja, hogy az 1922. évi amerikai expedíciók lemezeiből *Campbell*- és *Trümpler*-től nyert eredmények hibásak és helyes számítás mellett szintén 2·''2-et szolgáltatnak. Pedig annak idején ezeket a méréseredményeket mint a relativitáselmélet döntő 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 ő 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 jelentőséget tulajdonítani oly értelemben, mintha minden tőlük 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 *másod*rendűek legyenek. A *Freundlich*-féle megfigyeléseknek talán alapvető jelentőséget kell tulajdonítanunk, nem oly értelemben, amint azt a relativitáselmélet ellenzői szeretnék, hogy t. i. az egész épület rombadőlését várhatnók tőlük, hanem abban az értelemben, hogy most *empirikus* oldalról is érkezik impulzus az $R_{ik} = 0$ téregyenletek speciális megválasztásának feladására és olyan újabb lehetőségek 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 előadásain visszavonta az ú. n. «kosmológiai állandót ($\lambda$) és ezzel alapját vesztette az a számos kozmikus-stabilitási elmélet, mely erre a $\lambda$-ra épült.»

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

Az előadottakból látható, hogy egyenesen kívánatos volt oly komoly tudományos kritikai munka, mint amilyen a *Gleich*-féle, mely az egymást hajszoló elméletek káoszában 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 kereken 1 millió. Ez azonban csak a szabadszemmel látható meteorokra vonatkozik. A távcsővel megfigyelhető meteorok száma jelentékenyen nagyobb; *Olivier* azt a szabadszemmel láthatóknak az ötvenszeresére 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 ilymódon 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 meglehetős 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 égnek 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.

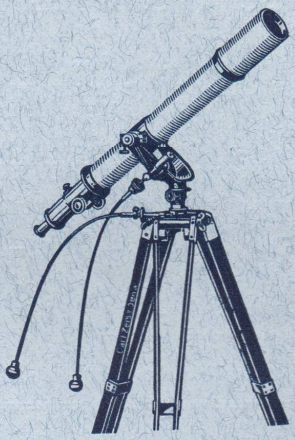
**Kérelem.** A súlyos gazdasági viszonyok miatt a Stellát két kettős-számban kellett ez évben megjelentetnünk. Csak ezzel a redukcióval volt lehetséges a folyóiratot egyáltalán megjelentetni. Hogy a nyomdával szemben fennálló kötelezettségeinknek megfeleljünk, kérjük előfizetőinket és olvasóinkat, hogy esetleges hátralékos díjaikat mielőbb átutalják, továbbá arra is kérjük tagjainkat, hogy a lehetőség szerint újabb előfizetőket és tagokat szerezni szíveskedjenek. 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.

FELELŐS KIADÓK: A SZERKESZTŐK.

# ZEISS

## CSILLAGÁSZATI MŰSZEREK



## ASEGUR

**60 mm-es távcső, - igen kedvelt modell műkedvelő csillagászok részére földi és csillagászati megfigyelésekhez.**

**Zenit-prizmák, binokuláris okulárok és revolverokulárok.**

*Részletes katalogussal és árajánlattal kívánatra készséggel szolgál*

CARL ZEISS JENA

magyarországi vezérképviselete:

IFJ. JURÁNY HENRIK

BUDAPEST, VI., ANDRÁSSY-ÚT 28.

TELEFON: Aut. 186—17. TELEFON: Aut. 186—17.

# STELLA

VIERTELJÄHRLICH ERSCHEINENDE ZEITSCHRIFT FÜR VERBREITUNG ASTRONOMISCHER KENNTNISSE

HERAUSGEGEBEN VOM
UNGARISCHEN ASTRONOMISCHEN VEREIN „STELLA"

REDIGIERT VON
A. TASS und J. WODETZKY
STERNWARTEDIREKTOR O. Ö. UNIVERSITÄTSPROFESSOR

SECHSTER JAHRGANG (HEFT 3—4)
1931.

BUDAPEST
STEPHANEUM BUCHDRUCKEREI A. G.

**INHALT:** *K. Lassovszky:* Die veränderlichen Sterne. II. S. 57—68. — *L. Dunst:* Die Bewegungen der Sterne. III. S. 68—95. — *E. Posonyi:* Wozu fliegt man in die Stratosphäre? S. 96—98. — **Kleinere Mitteilungen:** Über die rumänische Astronomie. *A. T.* S. 98—99. — Die Beobachtung der Korona außer Sonnenfinsternis. *K. L.* S. 99. — Schon hundert neue Sterne im großen Andromedanebel. *E. P.* S. 99—100. — Ein supergalaktisches System in 42,000.000 Lj. Entfernung. *K. L.* S. 100. — Die Energieverteilung im Spektrum der Sonnenflecke. *E. P.* S. 100—101. — Beobachtungsstationen zur Beobachtung der Meteoren. *K. L.* S. 101—102. — Die Zusammensetzung der großen Planeten. *K. L.* S. 102—103. — Ein «Wunderstern». *E. P.* S. 103—104. — Ein weites Sternpaar mit großer Eigenbewegung. *E. P.* S. 104. — Die kleinen Planeten im letzten Jahr. *E. P.* S. 104—106. — Der Spiegel des Perkins Observatoriums. S. 106. — Die Verluste der Astronomie. S. 106. — **Bücherschau:** *G. v. Gleich:* Einsteins Relativitätstheorien und physikalische Wirklichkeit. Ref. von *J. Wodetzky.* S. 107—111. — **Briefkasten:** Fragen: 6—7. — Antworten: 6. Die Zahl der Meteoren. *K. L.* S. 112. — 7. Die Gesamthelligkeit der Sterne. *K. L.* S. 112. — **Redaktionsnachrichten:** S. 112.

Stephaneum nyomda r. t. Budapest. — Nyomdaigazgató: Kohl Ferenc.

Nyittassa csekkszámlát a magyar királyi Postatakarékpénztárnál!

A befizető tölti ki!

M. kir. Postatakarékpénztár

## Elismervény

pengő ..... fillér, azaz

.....

P ..... f-ről, mely

összeget *37.343 számú

csekkszámlára a mai napon befizettek.

A csekkszámla tulajdonosának neve és lakcíme:

**Stella csillagászati egyesület,**
**Budapest**

A postaalkalmazott aláírása

A befizető tölti ki!

P. Tp. Ny. sz. 108

M. kir. Postatakarékpénztár

## Értesítő-lap

P ..... f, azaz

.....

P ..... f-ről.

*37.343

sz. csekkszámlára befizette:

Kelt .....

A postaalkalmazott aláírása

M. kir. Postatakarékpénztár

## Könyvelési szelvény

P ..... f-ről,

*37.343

sz. csekkszámlára a mai nap befizette:

Kelt

A postaalkalmazott aláírása

Az értesítő-lap és könyvelési szelvény az aláírókhoz csatolandó.

---

**M. KIR. POSTATAKARÉKPÉNZTÁR**

BUDAPEST

V., Hold-utca 4. (Központ)
IX., Lónyay-utca 30-32. (Zálogüzlet)

Állami felügyelet és szavatosság!
Alakult az 1885: IX. t.-c. alapján

Üzletágak:

I. Takaréküzlet. Betétek előnyös kamatozásra. A mindenkori kamatláb bármely postahivatalnál megtudható.
II. Csekküzlet. Befizetések, visszafizetések s átutalások Magyarország egész területére és a külföldi (nemzetközi) forgalomban is
III. Értékpapírüzlet. Értékpapírok vétele és eladása. Idegen pénznemek és devizák vétele és eladása a legelőnyösebb árfolyamok mellett
IV. Zálogüzlet. Előnyös kölcsönök kézi zálogokra. Művészi és közhasználati tárgyak állandó árverése

NYISSON CSEKKSZÁMLÁT A M. KIR. POSTATAKARÉKPÉNZTÁRNÁL!

Írásbeli közlemények céljára szolgáló helyiségnybevétel esetén Budapesten történő befizetésnél 4, vidéken történő befizetésnél 8, adott esetben pedig a nyomtatványdíjnak megfelelő 2 fillér es bélyeget kell ide felragasztani

Stádium Rt. Budapest.

**M. KIR. POSTATAKARÉKPÉNZTÁR**

**ÁRVERÉSI CSARNOKA**

IX., Lónyay-utca 30-32 Távbeszélő: Automata 879-65.

ÁLLANDÓ KIÁLLÍTÁSOK naponta d. u. 3—6-ig

ÁLLANDÓ ÁRVERÉSEK naponta d. u. 3—6-ig

**ÁLTALÁNOS ÉS MŰVÉSZI AUKCIÓK**

FEBRUÁR, ÁPRILIS, JÚNIUS, OKTÓBER, DECEMBER
hónapokban