

Encycl. O.

52

7.

TAMPFEL-FÉLE
NYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

86.

Dr. Bozóky Endre

KOSMOGRAFIA

Ára 60 fill. - 30 kr.





POZSONY - BUDAPEST
KIADJA
STAMPFEL K.

STAMPFEL

1881

STAMPFEL-FÉLE
TUDOMÁNYOS ZSEB-KÖNYVTÁR.

—  86.  —

KOSMOGRAFIA.

(A VILÁGEGYETEM RÖVID LEIRÁSA.)

IRTA

DR. BOZÓKY ENDRE

ÁLL. FŐGYMN. TANÁR.

31 ÁBRÁVAL.

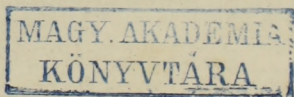


POZSONY. 1901. BUDAPEST.

STAMPFEL KÁROLY KIADÁSA.

A „TUDOMÁNYOS ZSEB-KÖNYVTÁR“-ban
ugyanazon szerzőtől meg fog jelenni:

**Kis physikai földrajz.
Meteorologia.**



Kosmografia.

1. A kosmografia lényege. A csillagászat a legrégibb tudományok egyike. Célja: megállapítani az égitestek mozgásainak törvényeit, megtalálni a mozgások okait és megismerni az égitestek physikai alkatát. Az első feladatot a matematikai vagy számító astronomia oldja meg; a másodikra az égboltozat mechanikája, a harmadikra az astrophysika vállalkozik. Ezen tudományágakba csupán bőséges mennyiségű, physikai és chemiai előismeretek segítségével hatolhatunk mélyebbre s így az astronomia maga a tanulmányok legvégére kerülne. Minthogy azonban az astronomia legnevezetesebb vívmányairól, bőségesebb előismeretek nélkül is eléggé pontos és megbízható képet adhatni, az égitestek leírását, mozgásaiknak alapvető törvényeit, némely égitestnek méreteit, Földünkötől és egymástól való távolságait meg lehet ismertetni: mindezek egy bevezető tudományágba foglalhatók össze. Ezt a tudományágat *kosmografiá*-nak nevezzük.

2. A kosmografia tárgya. Leírja az égboltozatot és annak naponkinti látszólagos mozgását. Megállapítja Földünk alakját, méreteit és jellemzi a tengelykörüli forgását. Ismerteti a Nap látszólagos mozgását tekintettel Földünkre, a Nap méreteit, tengelykörüli forgását és *physikai* alkatát. Foglalkozik a bolygók látszólagos mozgásával, mozgásaik törvényeivel és leírásukkal. Tárgyalja a mellékbolygók (satelliták) mozgásait, az üstökösöket és meteoritokat, az állócsillagok világának jelenségeit és tárgyalásait a *Newton*-féle gravitáció-elmélet vázolásával fejezi be. E mellett, amennyire szűkre szabott terünk megengedi, kiterjeszkedünk mindazon kérdésekre, melyek a művelt embert gyakorlati szempontból érdekelhetik, mint pl. az égboltozaton való tájékozódás műszerei, az időmeghatározás, a kalendárium, távolságmérés az égboltozaton stb.

I.

3. Az égboltozat. A fehértlen égboltozat mint óriási félgömb borul a lapos korongnak látszó földfelületre. Látszólag az észlelő ennek a korongnak kö-

zében áll, s középpontja az égboltozatnak is. A Föld különböző helyein az égboltozatnak más- és más részeit látjuk, s ezért az égboltozatot oly üres gömbnek tekinthetjük, melynek középpontját Földünk foglalja el. Így képzeltek a dolgot a régiek, s erre alapították csillagászati felfogásukat. Tárgyalásaink folyamán ez a nézetünk tetemes módosításokat fog szenvedni.

Az égboltozathoz felénél többet nem észlelhetünk. Az a vízszintes sík, mely az észlelő szemén megy



1. ábra.

át, az égboltozat látható felét elválasztja láthatatlan felétől és *horizontsík*-nak neveztetik. Azt az egyenest, mely átmegy az észlelő szemén és a horizontra merőleges, mely tehát a függő-ón irányába esik s így függőleges, *tetővonal*nak nevezük. Ez az égboltozatot az észlelő fölött a *zenit*-ben (tetőpont), az észlelő alatt a *nadir*-ban (lábpont) metszi.

Nappal az égboltozatot kék színe jellemzi. Naplemente után lassankint elsötétül, s a fekete háttéren fényes pontok, a ragyogó csillagok tűnnek föl. A csillogó fényűeket *állócsillagok*-nak nevezük, mert egymáshoz képest viszonylagos helyzetüket észrevehetőleg nem változtatják meg. A régiek ezeket a

csillagokat csoportokba foglalták és emberi, állati testek, vagy tárgyak körvonalalaival kerítették körül. Így származtak a csillagképek. A csoportosítás egészen önkényes, és a legélénkebb képzelet sem ismeri föl a gönczölszekerét, a kaszást stb. annak, aminek elnevezéseik után indulva, kellene ezen csillagesopor-
tozatokban látnia.

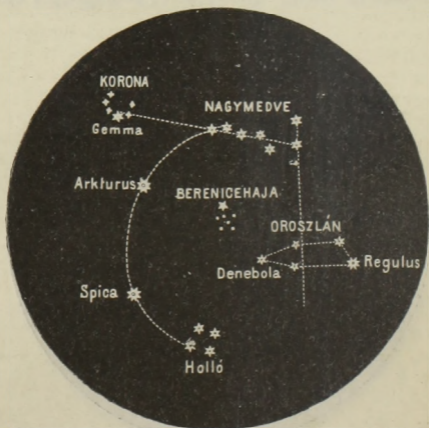
4. Az égboltozat nevezetesebb csillagképei. Az állócsillagok legrégebb jegyzékében, az *Almagest*-ben *Ptolomaeus* az északi égboltozat 21 csillagképét külön-



2. ábra.

bözteti meg. (Kis- és Nagy Medve, Sárkány, Cepheus, Bootes, északi Korona, Herkules, Lant, Hattyú, Cassiopeja, Perseus, Fuvaros, Ophiuchus, Kígyó, Nyíl, Sas és Antinous, Delfin, Csikó, Pegasus, Andromeda, Háromszög.) Az égboltozatnak egy bizonyos legnagyobb köre, az *ekliptika* mentén (erről később még szó lesz), 12 csillagkép fekszik, melyek az *állatöv*-et (zodiacus) alkotják. („Sunt: aries, taurus, gemini, eancer, leo, virgo, libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.“) Ezeken kívül még 15, a déli égboltozaton fekvő csillagkép következik. (Bálna, Orion, Eridanus, Nyúl, nagy és kis Kutya, Argo, Vizikígyó, Serleg, Holló, Centaur, Farkas, Oltár, déli Korona,

déli Hal.) Ezen 48 csillagképhez *Tyho de Brahe* a *Berenice Hajá-t*, *Plancius Péter* pedig a *Galamb-ot* csatolta. *Bartsch* 1624-ben megjelent „*Usus astronomicus planisphaerii stellati*“-jában még 15, *Hevel* pedig „*Firmamentum Sobiescianum*“-ában még 7 csillagképet csatol. Végül *Lacaille* 1752-ben fokföldi tartózkodása alkalmával a déli égboltozat térképét 12 csillagképpel gazdagította. Ez a 84 csillagkép most általánosan elfogadott.



3. ábra.

5. Tájékozódás az északi égboltozaton. Az állócsillagok világának jellemzését későbbre hagyjuk. Egyelőre az északi égboltozat legnevezetesebb csillagképeinek fölkeresésére az alábbi 3 képecskére hivatkozunk, melyek bővebb magyarázatra nem szorulnak (1. 2. 3. ábra). Mindháromnál a *Gönczöl-szekere* (melyről a magyar népdal is azt mondja, hogy 7 csillagból áll) szolgál kiindulásul, s a csillagain átmenő egyenesek és görbe vonalak szolgálnak arra, hogy a képecskében megítélhető távolsági arányok betartásával a megjelölt ismeretlen csillagképekhez és feltűnő csillagokhoz eljussunk. Mindezek között kiemelkedő fontosságú a *Sarkcsillag*.

6. Az égboltozat naponkinti látszólagos mozgása. Ha csillagos éjjelen egy bizonyos állócsillagnak egy hegyóromhoz vagy a toronyhoz mért elhelyezését körülbelül egy félóráig megfigyeljük, csakhamar észreveszszük, hogy a csillag ezekhez képest helyzetét az égboltozaton megváltoztatja. Még feltűnőbbé válik ez, ha a csillagot szilárdan felállított távcsövön át szemléljük; mert annak látómezejét a csillag csakhamar elhagyja. Ez a mozgás minden állócsillagnál észrevehető, s úgy tűnik föl, mintha az állócsillagok mindannyian egy közös tengely, a *világtengely* körül forognának. Gondosabb megfigyelések azt mutatják, hogy a világtengely közel a Sarkcsillag mellett éri az égboltozatot, s így ez a csillag látszólag egy helyben vesztegel.

A Föld középpontján át a világtengelyre állított merőleges sík az égboltozatot az *égi egyenlítő*-ben (a Földet a földi egyenlítőben) metszi, s azt egy északi és déli féltekére osztja föl. Északnak azt a féltekét tekintjük, amelyen a sarkcsillag fekszik.

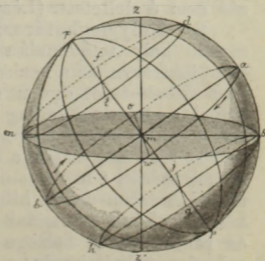
Minden a világtengelyen átmenő sík az égboltozatot egy *meridián*-ban metszi. A meridiánok, mint legnagyobb gömbi körök egymás közt egyenlőek.

Az észlelőhely tetőpontján átmenő meridián síkja a horizontsíkot az észlelőhely *délvonala* mentén metszi (4. ábra). A délvonal az égboltozatot két pontban metszi, melyek közül a Sarkcsillaghoz közelebb fekvő az *északi pont*, a másik pedig a *déli pont*.

A délvonalra az észlelőhelyen át a horizontsíkban merőlegeset húzván, ez a kelet-nyugati irányt adja meg. Ha az észlelő úgy áll

föl, hogy az északi pontnak hátat fordít, akkor balkeze felől van *kelet*, jobbkeze felől van *nyugat*.

Az észlelőre nézve látható csillagok egy része keleten kerül a horizontsík fölé, az égboltozaton köríveket futnak be, a meridiánban érik el a horizontsík fölötti legmagasabb helyzetüket (ekkor *delel*-nek), és nyugaton merülnek a horizontsík alá. (Felkelnek és



4. ábra.

lenyugszanak.) A Sarkcsillag közelében levő csillagok egész köröket írnak le, miért is *sarkkörüli* (circumpoláris) csillagoknak neveztetnek. Mozgásuk iránya az előbbiekével megegyezik. Ezek a csillagok tehát akkor is láthatók, amikor a horizontsík fölött legmélyebb állással mennek át az észlelőhely meridiánján, tehát *alsó delelésük* alkalmával.

Az égboltozat látszólagos forgása keletről délen át nyugat felé megy végbe. Felső deleléskor a csillag keletről nyugat felé haladva megy át a meridiánon, alsó deleléskor ellenkező irányban. (Culminatió.) A csillagpályának a horizontsík fölött fekvő ívét *nappali ív*-nek nevezzük, azt az ívet, mely azt körré egészíti ki *éjjeli ív*-nek hívjuk. A circumpoláris csillagoknál ez a megkülönböztetés elesik. Az égi egyenlítő mentén fekvő csillagok nappali íve egyenlő éjjeli ívükkel.

7. Csillagidő. Azt az időtartamot, amely egyazon csillag egymás után következő két-két felső delelése közt eltelik, *csillagnap*-nak nevezzük. A csillagnapot 24 órára, az órát 60 perczre, a perczet 60 másodperczre osztjuk föl. Amióta pontos csillagászati följegyzéseink vannak, azóta a csillagnapnak nevezett időtartam hosszúságában számbavehető változás nem észleltetett. (Lásd később.)

8. Helymeghatározás az égboltozaton. Az észlelő hely tetővonalán és egy adott csillagon át síkot fektetvén, az a horizontsíkra merőleges helyzetű, s az égboltozatot egy u. n. *magassági kör*-ben metszi. Ennek a körnek a csillag és a horizontsík közt fekvő ívét a csillag *magasságának* nevezzük. Az égboltozaton lemért ívek nagyságát a hozzájuk tartozó középponti szögek mérik, s így a csillag magasságát is fok, percz, másodperczben lehet kifejezni. A csillag és a zenit közt fekvő ív a csillagnak *zenit-távolsága*. A magasság és zenittávolság összege = 90° -kal. A magasságot a horizontsíktól kezdve a zenitig (0° — 90°) számítjuk.

Azt a szöget, melyet a csillag magassági körének síkja az észlelő hely meridiánjának síkjával bezár a csillag *azimut*-jának nevezzük. Ezt a szöget a horizontnak azon íve méri, mely a délpont és a magassági körnek talppontja közt fekszik (5. ábra). Az azimutot a délponttól kezdve és nyugatfelé haladva (0° — 360°) számítjuk.

Egy bizonyos időpillanatra nézve magasság és azimut a csillagnak helyét az égboltozaton kétség-

árnyék lassankinti megrövidülése közben a többi körökön is. Dél elmúltával az árnyék végpontja fordított rendben halad végig a körök rendszerén, s a végpont helyzetét ismét minden egyes körön megjelölhetjük. Ha már most egy bizonyos körön így az A és B pontokat nyertük, T pedig a gnomon talp-pontja, akkor az ATB szögnek felező vonala elegendő pontossággal adja meg a délvonal helyzetét.

Sokkal pontosabban megállapíthatjuk a délvonalat a theodolit segítségével, ha még ezenkívül egy pontosan járó óra áll rendelkezésünkre. Abban a pillanatban, amikor a gnomon árnyéka összeesik a délvonallal, a Nap a meridiánban áll, tehát delel. Ez a *valódi dél* ideje.

10. Az aequatoriális coordinata-rendszer. A világtengelyen és a helyzetét illetőleg meghatározandó csillagon átfektetett síkot az illető csillag *declinációs-sík*-jának, azt a kört, melyben ez a sík az égboltozatot metszi, a csillag *declinációs kör*-ének vagy *óra kör*-ének nevezzük. A declinációs körök az aequatorra mindannyian merőlegesen állanak. A declinációs körnek az aequator és a csillag közt fekvő ívét a csillag *declináció*-jának nevezzük, s az aequatortól a polusig (0° — 90°) számítjuk. A declináció lehet északi, illetőleg déli, aszerint, amint a csillag az északi, illetőleg a déli féltekén foglal helyet.

A declinációs körnek és a csillag és a polus közt fekvő ívét a csillag *sarktávolság*-ának nevezzük. A declináció és sarktávolság összege = 90° -kal.

Mint hogy a csillag egy az aequatorral párhuzamos kört látszik leírni, ennél fogva a csillag declinációja az égboltozat naponkinti látszólagos forgása közben változatlan marad. A csillagpályák köreit *párhuzamos körök*-nek nevezzük (parallelák).

Azt a szöveget, melyet a csillag óráköre a meridiánnal bezár, a csillag *óraszög*-ének nevezik. Az óraszöveget az az ív méri, mely az aequatornak a meridiánnal való déli fekvésű metszéspontja és a csillag declinációs körének az aequatorral való metszéspontja közt fekszik. Az óraszög kifejezése céljából az aequatort vagy 360° -ra, vagy 24 órára osztjuk.

$$1^h = 60^m = 15^{\circ}$$

$$1^m = 15' \text{ tehát } 4^m = 1^{\circ}$$

$$1^s = 15'' \text{ tehát } 4^s = 1'.$$

A szöget az aequator és meridián metszéspontjától nyugat felé haladva fejezzük ki.

A csillagnak egy bizonyos pillanatra vonatkozó óraszögét óra- perc- másodperczben kifejezván, azt a csillagidőt adjuk meg, mely a csillagnak utolsó culminatioja óta az illető pillanatig eltelt.

Declinatio és óraszög a csillag helyét az égboltozaton egy bizonyos pillanatra vonatkozólag kétségtelenül meghatározzák, s az aequatoriális coordinata-rendszernek coordinatái. Ezen coordinaták közül csupán az óraszög változik.

Az időtől független, tehát állandó coordinatákat kapunk, ha az aequatoron fekvő íveket nem az aequatornak a meridiánnal való és folytonosan változó metszéspontjától, hanem egy állandó helyzetű meghatározott pontjától számítjuk. Mint ilyen pontot a csillagászok a *tavaszpont*-ot használják, melynek értelmezését későbbi helyen adjuk. A tavaszponttól az ívet délen át kelet felé mérjük addig a pontig, melyben a csillag declinatio köre az aequatorra metszi. Az így nyert szöget a csillag *rectascensio*-jának nevezzük. (6. ábra.)

11. A passage-cső. Ha egy távcsövet úgy állítunk föl, hogy az csakis az észlelőhely meridián-síkjában forgatható, akkor ezzel, az ú. n. *passage-cső*-vel és egy jó órával pontosan megállapíthatjuk egy adott csillag delelésének idejét. Föltéve, hogy két csillag delelésének idejét ismerjük, akkor a két delelés közt fekvő, és csillagidőben kifejezett időköz a két csillag *rectascensio*inak különbségével egyenlő. Ennélfogva csupán egy csillag *rectascensio*ját kell ismernünk, hogy észleleteink alapján minden más csillagét megállapíthassuk.

A csillag declinatioját meghatározandó, megmérjük a csillag magasságát a delelés pillanatában. Ebből az ívből le kell vonnunk azt az ívet, mely a meridiánon a horizont és az aequator között fekszik. Az utóbbi ív egyenlő a polusnak a zenittől mért távolságával, ez pedig pótszöge a sarkmagasságnak. Föltéve, hogy oly helyen, melyre nézve a sarkmagasság 50° , egy bizonyos csillagnak delelésekor $56^{\circ}17'0''$ a magassága, minthogy 50° -nak 40° a pótszöge, tehát ennek a csillagnak declinatioja

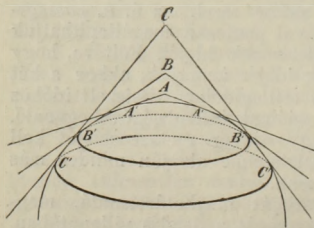
$$56^{\circ}17'0'' - 40^{\circ} = 16^{\circ}17'0''.$$

12. Az aequatoriális műszer. Ami a horizonra nézve azimut és magasság, az az aequatorra nézve óraszög és declinatio. Kell tehát oly műszernek léteznie, mely az aequatorra vonatkozólag ugyanazt a szerepet játszsza, mint amelyet a horizonra vonatkozólag a theodolit betölt. Ez az *aequatorialis műszer*. Minden theodolit átalakítható ilyenné, ha vízszintes körét az aequatorral párhuzamos helyzetbe hozzuk. Az erre merőleges forgási tengely akkor a világtengelylyel esnék egybe. Ebben áll az aequatoriális műszer jelentősége. Minthogy azonban az ilyen műszerrel sohasem lehet azt a pontosságot elérni, amelyre a theodolit vagy a passage-cső képes, azért bővebb ismertetésébe nem bocsátkozunk.

Jegyzet. A csillagászok az égboltozaton való helymeghatározás céljából még egy harmadik coördinata-rendszert is használnak, az ú. n. *ekliptikális rendszert*, ennek azonban csupán elméleti jelentősége levén, az bennünket közelebről nem érdekel.

II.

13. Földünk alakja. Azt, hogy Földünk egy a térben létező, véges méretű, körülhatárolt test, a felületén végzett utazások eléggé bizonyítják. Alakját illetőleg az első felvilágosítást az az észlelet adja,



7. ábra.

hogy minden észlelőhelyre vonatkozólag a látóhatár köralakú, mely körnek küllője annál nagyobb, mennél magasabban fekszik az észlelő álláspontja a tengerszintje fölött. (7. ábra.) Ennélfogva Földünk oly test, melynek felülete domború. Még pedig gömbhöz hasonló alakúnak kell lennie, mert csak ennek a testnek körrajza látszik minden álláspontból tekintve köralakúnak. A földfelület görbültsége mellett szól az is, hogy a tenger partjáról szemlélve egy távozó hajót, annak előbb teste merül alá, s árboczainak csúcsai utoljára tűnnek el a láthatárról.

Azt, hogy Földünk észak-déli irányban görbülő felülettel határolt test a sarkmagasság megfigyeléséből

is következtethetjük, amennyiben észak felé haladva a sarkmagasság növekszik, az egyenlítő felé utazva pedig fogy, s az egyenlítőn 0 értékűvé válik. Pontosabb mérésekből kitűnt, hogy észak felé haladás közben egyenlő utaknak a sarkmagasság közelítőleg egyenlő növekedése felel meg.

De Földünk felületének keletnyugati irányban és görbültnek kell lennie; mert bár a meghatározott csillag felé irányuló látósugarak a csillag mérhetetlen távolsága miatt párhuzamosak is, az illető csillag a kelet felé fekvő észlelőhelyre nézve korábban kel föl és korábban nyugszik le, mint a nyugat felé fekvő észlelőhelyre nézve. Ez az időkülönbség is egyenlő utakra vonatkozólag egyenlőnek bizonyult.

Ennélfogva Földünk felülete mind észak-déli, mind kelet-nyugati irányban egyenletes görbültségű, ami gömbhöz hasonló alakja mellett bizonyít.

Végül, holdfogyatkozások alkalmával, mikor a Hold átmegy a Föld vetett árnyékán, a két égitest minden lehetséges viszonylagos elhelyezése mellett is a Föld árnyékának a Hold korogján észlelhető határa körívnek mutatkozik. Ez a körülmény szintén csak gömbhöz hasonló alakú test esetében lehetséges.

14. A Föld méreteinek közelítő megállapítása. Keressünk a Föld felületén két olyan, egymástól lehetőleg távol fekvő pontot, a melyek egyikéről a másikig még elláthatni. Állapítsuk meg mindkettőre nézve azt a szöget, amelyet a függő-ön iránya összekötő vonalukkal bezár. Föltéve, hogy Földünk gömbalaku, akkor ezen két szögnek összege kevesebb lesz 180° -nál, mert a Föld középpontjában találkozó két függőleges a helyeket összekötő vonallal háromszöget alkot. Így pl. a strassburgi székesegyház és a durlachi őrtorony esetében *Kloss* ezredes 1833-ban a következő értékeket találta: az elsőnél a kérdéses szög $89^\circ 48'$, a másodiknál pedig $89^\circ 35'$. E két szög összege $179^\circ 23'$ s így a 180° -tól való eltérésük $37'$. Ilyen szög alatt találkozik a két függőleges a Föld középpontjában. Minthogy a fölvetett két pontnak távolsága 71058 m., ennélfogva a földkerület $\frac{1}{4}$ részének kiszámítására a következő aránypár vezet:

$$37' : 71058^m = 90^\circ : x$$

vagy másképen

$$37' : 71058^m = 5400' : x$$

honnét $x = 10,370,000$ meter.

Ebből most már a Föld küllője a $2r\pi = 4x$ egyenlet alapján számítható és

$$r = 6,602,000 \text{ meter}$$

hosszuságúnak fog találatni.

15. Helymeghatározás a Föld felületén. Föltevé, hogy Földünk gömbalaku, akkor az égboltozaton való helymeghatározás aequatoriális koordinata rendszerét felületére közvetlenül átvihetjük. Ugyanis a Sarkcsillag felé irányuló világtengely átmenvén a Föld középpontján, a Föld felületét két pontban, az északi és déli polusban metszi. Az egyenlítő síkja a földfelületet a földi egyenlítő mentén, az égi meridiánok síkjai pedig a földi meridiánok mentén metszik. Az utóbbiak közül egyet kezdő meridiánnak (greenwich-i, ferro-i, párisi stb.) választván, a rectascensiónak megfelelőleg a Föld felületén a földrajzi hosszúság adatát nyerjük. Az egyenlítő a a polusoktól 90° -nyira levén, az egyenlítőtől a sarkok felé haladva állapíthatjuk meg a declinációnak megfelelő adatot: a földrajzi szélességet.

Földrajzi szélességgel és földrajzi hosszúsággal egy a Föld felületén fekvő pont helyzete teljesen meg van határozva. A szélesség lehet északi illetőleg déli, a hosszúság pedig keleti, illetőleg nyugati. Némelyek ez utóbbit a kezdő meridiántól kelet felé haladva 0° -tól 360° -ig számítják, s ekkor a föntebbi megkülönböztetés fölöslegessé válik.

16. A földrajzi szélesség meghatározása. Az eddigiek alapján világos, hogy *valamely földi hely szélessége egyenlő a sark magasságával.* Minthogy a Sarkcsillag maga is circumpoláris csillag, a sarkmagasság pontos meghatározásánál nem elég a távcsövet közvetlenül rá irányítani. A polus pontos meghatározásánál lemérjük egy circumpoláris csillagnak magasságát felső és alsó delelésének idejében, s a két szög számtani középárányosa (összegének fele) adja meg a hely sarkmagasságát, tehát földrajzi szélességét is.

17. A földrajzi hosszúság meghatározása. A földrajzi hosszúság értelmezése szerint meghatározásánál keresnünk kell azt a szöget, amelyet az észlelő hely meridiánjának síkja a kezdő meridián síkjával bezár. Ha tudjuk azt, hogy a két meridián egyikén

mennyi idővel később delel egy tetszésszerinti állócsillag, mint a másikon, akkor ezen időkülönbségnek 15 szöröse megadja a hosszúságok különbségét ívmértékben kifejezve. Ezt az időkülönbséget oly két órának összehasonlítása szolgáltatja, amelyek egyike az első, másika a második meridián szerint jár. Ha a két hely nem fekszik egymástól nagyon távol, akkor közöttük oly pontot veszünk föl, melyre mindkét helyről elláthatni, pl. egy hegytetőt vagy egy tornyot stb. Ezen a helyen egy kis puskaport villantván föl, mindkét hely észlelői följegyzik a saját órájuk szerint a felvillanás idejét, s a feljegyzett adatok összehasonlítása megadja a kívánt időkülönbséget. Könnyebb az eljárás, ha a két hely telegrafikus összeköttetésben áll egymással. Az első állomás saját órája szerint megállapított időben jelt ad a másodiknak, hol ugyancsak saját órájuk szerint följegyzik a jel megérkezésének idejét.

Ha földi jeladások közös megfigyelése lehetetlen volna, akkor az égboltozaton előálló tűnemények, pl. csillagelfodések, a Jupiter holdjainak elsötétülései stb. észleltetnek. A tengeren egyenletesen járó chronometerekre kell magunkat bízni. A hajó elindulása előtt megállapítjuk a chronometernek a normális meridián idejétől való eltérését. Ha ismeretes a chronometer járása, akkor egy oly helyen, amelynek földrajzi hosszúsága ismeretlen, meg kell állapítani a valódi dél idejét, s ezen adatokból a földrajzi hosszúságot elegendő pontossággal kiszámíthatjuk.

18. Fokmérések. A meridián valamely, szögértékben ismeretes ívének tényleges megmérése a legbiztosabb mód arra nézve, hogy a Föld méreteit megállapíthassuk. Ilyen méréseket már az ókor tudósai is tettek. Az I. francia fokmérést 1736-ban végezték. Ekkor *Godin*, *Bouguer* és *La Condamine* Péruban, *Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus*, *Lemonnier* és *Outhier* Lapponiában dolgoztak. Az elsők az 1^o-nak megfelelő ív hosszúságát 56750 toisenak, az utóbbiak 57422 toise-nak találták, tehát a sark közelében 1^o-nak hosszabb ív felel meg, mint az egyenlítő közelében. Ezt az észleletet az összes későbbi mérések igazolták. Tudvalevőleg a II. francia fokmérésre alapították a francziák a hosszúságegységet a *métert*. Ez a mérés 1799-ben végeztetett, amikor *Delambre* és *Méchain* a párisi meridiánon a

Földközi-tengerig mérték. A francziák szerint a délkör negyedrészenek hosszúsága 5130740 toise, ennek 10 milliomodrésze pedig a *méter*.

A fok hosszúságának eltérő adatait az alábbi táblázat mutatja:

Ország	Közepes szélesség	1° hosszúsága
Peru	1° 31'	56750 toise
India	12° 32'	56795·9 "
Franciaország .	46° 8'	57024·6 "
Anglia.	52° 2'	57066·1 "
Lapponia	66° 20'	57422 "

Ezekből az adatokból az következik, hogy Földünk a sarkok tájékain lapult, hogy tehát a földi meridiánok nem körök, hanem olyan ellipszisek, melyeknek kis tengelyük a földszarkokat összekötő vonal, Földünknek tengelye. Ha *a*-nak nevezzük a meridián-ellipszis nagy tengelyének felét, *b*-nek pedig kis tengelyének felét, akkor a *lapultságot* az $\frac{a-b}{a}$ arány szolgáltatja.

Az újabb mérések eredményei az alábbi táblázatban találhatóak:

	a méter	b méter	$\frac{a-b}{a}$	A délkör-negyed hosszúsága
Airy 1830	6377491	6356184	$\frac{1}{299\cdot33}$	10000976 m.
Bessel 1841	6377397	6356079	$\frac{1}{299\cdot15}$	10000856 "
Schubert 1861	6378547	6356011	$\frac{1}{283\cdot03}$	10001708 "
Fischer 1868	6378338	6356230	$\frac{1}{288\cdot50}$	10001714 "
Clarke 1880	6378249	6356513	$\frac{1}{293\cdot47}$	10001869 "

Közelítő számításoknál a Földet gömbalakunak vehetjük, s ekkor küllője 6370 km-re tehető. Felszíne 510,000.000 km², köbtartalma pedig 1083,000.000 köbmyriaméter.

19. A Föld tengely körüli forgása. Az égboltozat látszólagos mozgásának leírásánál egyelőre azt tételeztük föl, hogy Földünk ennek az égboltozatnak közepén nyugalomban van. Így aztán az összes égitestek Földünk körül keringenek, még pedig keletről délen át nyugatfelé. Föltéve, hogy valamely csillagnak Földünkötől mért távolsága 1 milliószor akkora mint Földünk küllője, akkor ezen csillagnak másodpercenként 460000 km-t kellene megtennie, hogy pályáját 24 óra alatt befuthassa. Ha már ez a sebesség is hihetetlenül nagy, mekkora annak a csillagnak a sebessége, melyről a fény hozzánk csak néhány 100 esztendő alatt ér el? Valószínű-e, hogy a Nap, mely $1\frac{1}{2}$ milliószor akkora mint Földünk, s tőlünk körülbelül 20 millió mértföldnyire van, az igénytelen Föld körül keringjen? Sokkal valóbbszínű, hogy Földünk forog egy a világtengelylyel egybeeső tengely körül, még pedig nyugatról délen át kelet felé. Ez a körülmény ugyanazokat a tüneteményeket létesíti, mint amelyeket az égboltozat látszólagos mozgásánál alkalmunk volt megismerni. Hasonlít ez ahhoz az érzethez, melynél fogva a gyorsvonaton ülő utas azt véli, hogy a fák, épületek rohannak el mellette, ő maga pedig nyugalomban van. A Föld forgásának időtartama 1 csillagnappal egyenlő. A Föld forgása következtében egyenlítőjének pontjai másodpercenként 463 m-nyi utat irnak le.

20. A tengely körüli forgás bizonyítékai. A forgás következtében jelentkeznie kell a centrifugális erőnek. Ha r a forgás küllője, t a keringés ideje másodpercekben kifejezve, π pedig a *Ludolf*-féle szám ($=3\cdot14$) akkor azt a p utat, melyet a test a centrifugális erő következtében a forgás tengelyétől távozva 1 mp alatt megtenne (ha más erő lekötvé nem tartaná) $= \frac{2\pi^2 r}{t^2}$. Minthogy $2\pi r = K$ a közpályának kerülete, tehát $p = \frac{3\cdot14 K}{t^2}$. Tekintsük az egyenlítőnek valamely pontját, s mondjuk, hogy az egyenlítő kerülete 40,000,000 méternyi, akkor ez esetben $p = \frac{3\cdot14\cdot40,000,000}{86,000^2}$ vagyis $= 0\cdot0168$ m. Ennyivel távoznék egy az egyenlítőn fekvő pont másodpercenként a Föld középpontjától, ha a nehézségi erő nem tartaná lekötvé. Ez a hatás azonban abban fog

nyilvánulni, hogy az egyenlítőn a szabadon eső test az esés első mp.-ében 0.0168 m.-rel kisebb utat tesz meg, mint amekkorát a sarkokon befut. Ha a szabadon eső test a sarkokon az 1. mp alatt 4.909 m.-nyi utat tesz meg, akkor az egyenlítőn $\frac{1}{292}$ -részszel kisebb utat fut be.

A szabad esés tüneményének megfigyelése ennek a körülménynek igazolására nem alkalmas. Azért előnyösebb oly mozgást választani, mely ugyancsak a nehézségi erő hatása folytán áll be, s amelyre a centrifugális erő is hatással van. Ilyen az ingamozgás.

1672-ben *Richer* francia csillagász azt vette észre, hogy ingás órája, mely Párisban pontosan járt, Cayenne-ben, az egyenlítő közelében naponként $2\frac{1}{2}$ perczel késik. Párisba visszatérve, ismét azt találta, hogy a Cayenne-ben pontosan járó óra most $2\frac{1}{2}$ perczel siet. Világos, hogy ebben nem az óra volt a hibás. Tényleg, pontos ingamegfigyelésekből az következik, hogy a másodperc-inga hosszúsága az egyenlítőn a legrövidebb, s a sarkok felé közeledés közben mindinkább hosszabbá válik. Ha l a másodperc inga hosszúsága az egyenlítőn, L pedig ugyanaz a hosszúság egy φ szélesség alatti megfigyelő helyen, akkor cm-ekben $L = 99.0918 + 0.5262 \sin^2 \varphi$.

A másodperc-inga hosszúságának ezen megnövekedése nagyobb részben a centrifugális erő rovására irandó; de része van benne a Föld lapultságának is. Ugyanis a lapultságnál fogva az egyenlítő alatt lengő inga a Föld középpontjától távolabbra fekszik, mint a sarkokon, s így, egyenlő hosszúság mellett az ingának az egyenlítőn lassabban kell lengenie mint a sarkok közelében.

A Föld lapultsága is a tengely körüli forgás következménye.

Dinamikai törvényekből következik, hogy az inga lengési síkja önmagával párhuzamos marad, bármilyen mozgásokat végez is az inga felfüggesztési pontja. Erre a gondolatra alapította 1852-ben *Foucault* a Föld forgásának legszebb bizonyítékát. Ha az inga valamelyik földszark fölött lenne felfüggesztve, s méreteinél fogva a surlódás és a közeg ellenállása órákig sem lenne képes lengéseit megszüntetni, akkor azt vennők észre, hogy az inga lengési síkja keletről

nyugatfelé elfordul. Ennélfogva kell, hogy a Föld nyugatról keletfelé forogjon. A számítások szerint a φ szélesség alatti észlelőhelyen az inga lengési síkjának másodpercenkénti elfordulása csak $15'' \sin \varphi$. Ezt *Foucoult* azzal a 68 m hosszúságu ingával bebizonyította, amelyet a párisi Pantheon kupolájában függesztett föl.

III.

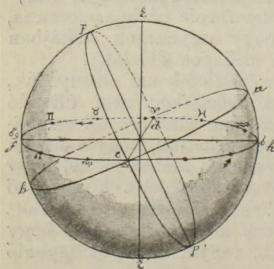
21. A Nap évenkénti látszólagos mozgása. Már felületes megfigyelésekből is azt következtethetjük, hogy a Nap az égboltozaton helyzetét folyvást változtatja. Míg márczius vége felé pontosan keleten kel föl, addig nyáron ettől az iránytól északfelé, télen pedig dél felé tér el. Nyáron pályájának nappali íve legnagyobb értékét éri, télen pedig a minimumig csökken. Ennélfogva nyáron a Nap az aequatortól északra, télen ettől délre tartózkodik. De a Nap az égboltozaton nemcsak az aequatorra merőleges irányban változtatja helyét, hanem vele párhuzamosan is, ami abból következik, hogy ugyanazon időtájban nap-nap után más és más csillagok delelnek.

A gnomonnal végzett észleletek azt bizonyítják, hogy a gnomon árnyéka deleléskor nem állandó hosszúságu, s ha egy pontosan járó óra áll rendelkezésünkre, akkor azt is észrevehetjük, hogy a delelés pillanata nem mindig ugyanazon időben áll be, hogy tehát a két egymásra következő delelés közt fekvő időköz hosszúsága nem állandó. Hosszasan folytatott megfigyelésekből azt lehetne következtetnünk, hogy mindkét változás időszakos, vagyis bizonyos egyenlő időközökben ismétlődő.

Ha a szabálytalan járásu Napot oly képzelt csillaggal helyettesítenők, melyre nézve a gnomon árnyékának deleléskor való hosszúsága és a két egymásra következő delelés közt eltelt idő állandóan ugyanakkora lenne, akkor ezen képzelt csillagnak, a *Közép-Napnak*-nak delelése a *középdél* idejét adná, melyet a valódi dél részint megelőz, részint követ. A *Közép-Nap* (égitest) két egymásra következő delelése közt egy *közép-nap* (időtartam) telik el. A valódi Nap látszólagos mozgásának periodusát *tropikus év*-nek nevezzük, s az egyenlő $365 \cdot 24222$ közép-nappal vagyis = $365 \text{ nap } 5 \text{ óra } 48 \text{ percz } 46 \cdot 8 \text{ mp. közép-idővel}$.

A gnomon-árnyék hosszúságának egy tropikus év folyamán való változásait megfigyelve, a következőket vesszük észre: Az árnyék hosszúsága június 21-én éri minimumát, december 21-én pedig maximumát. Ebből az következik, hogy a Nap június 21-én delel legmagasabban, december 21-én pedig legmélyebben. A két szélső érték között kétszer delel a Nap közepes magasságban, t. i. márczius 21-én és szeptember 23-án, amikor éppen az égboltozat egyenlítőjén halad végig. A gnomonnal megmérhetjük azt a szöveget, melyet a *nappálya síkja*, más néven az *ekliptika síkja* az egyenlítő síkjával bezár. A mérés eredménye szerint ez a hajlásszög = $23^{\circ} 27' 22.2''$ -cel. Ezen sík az égboltozatot azon körben metszi, melynek ekliptika a neve, s melynek mentén az állatöv 12 csillagképe helyezkedik el. A Közép-Nap állandóan az egyenlítő síkjában végezné látszólagos mozgását.

Az ekliptika síkja az egyenlítő síkját egy egyenesben, a *csomóvonal*-ban



8. ábra.

tartamuak. Ezért márczius 21-e a *tavaszi*, szeptember 23-a az *őszi nap-éjegyenlőség* (aequinoctium) idei.

A június 21-iki és december 21-iki delelésekkor a Nap a *ráktérítő*, illetőleg a *baktérítő* köreit éri el; az első a *nyári*, a második a *téli solstitium*-nak napja. Június 21-én a nappálya nappali íve az év folyamán a legnagyobb hosszúságu, december 21-én pedig a legrövidebb. Ennélfogva június 21-én van a leghosszabb nappalunk és a legrövidebb éjszakánk; december 21-én viszont a legrövidebb nappalunk és leghosszabb éjszakánk. A déli féltekén a viszonyok éppen ellenkezőleg állanak.

nesben, a *csomóvonal*-ban metszi; ez pedig az égboltozatot a *tavaszpontot*, illetőleg az *őszpontot* jelöli ki. (8. ábra.) A nap márczius 21-én a tavaszponttal, szeptember 23-án az őszponttal egyidejűleg delel; mindkét alkalomkor pontosan keleten kel föl. Ezekén a napokon a Nap látszólagos körpályájának fele a láthatár fölött, fele pedig alatta fekszik, tehát a nappal és éjjel egyenlő

A Nap évenkénti látszólagos járását az északi féltekére vonatkozólag így jellemezhetjük: márczius 21-én, a tavaszi nap-éj-egyenlőség idejében a Nap pontosan keleten kel s az égboltozat egyenlítőjén halad végig, s így a nappal és éjjel egyenlő időtartamuak. A márczius 21-ét követő napokon keltekor a Nap kelettől mindjobban észak felé tér el, s mindinkább magasabbra emelkedik az egyenlítő fölé; június 21-én legmagasabban, a ráktéritőn delel. Innét kezdve nappali íve folyton kisebbedik, szeptember 23 án az éjjeli ívvel válik egyenlővé, a Nap ismét az égboltozat egyenlítőjén halad végig: ez az őszi nap-éj-egyenlőség ideje. Ennek elmúltával keltekor a Nap kelettől mindinkább dél felé tér el, nappali íve mindjobban megrövidül és december 21-én éri el minimumát, amikor a nappal a legrövidebb, az éjjel pedig a leghosszabb. Ekkor a baktéritőn delel. Majd innét kezdve keltekor a Nap ismét mindjobban közeledik a kelet pontos irányához, melybe márczius 21-én elérve, egy tropikus év mult el s a Nap leírt látszólagos mozgását újra kezdi.

A tavaszpont a *halak*, az őszpont a *szűz* csillag képében fekszik.

22. Időszámítás. A Nap az ekliptikában nyugatról kelet felé halad előre, tehát a csillagok járásával ellenkező irányban mozog. Innét van az, hogy a soláris nap hosszabb, mint a csillagnap; mert ha a Nap ma egy bizonyos csillaggal egyidejűleg delel, akkor holnap, a csillag delelésének idejében a Napot kissé kelet felé előrehaladottnak fogjuk látni, s ezért valamivel később fog delelni.

Egy *siderikus év* elmúltával a Nap a kérdéses csillaggal ismét egyidejűleg delel. *Hansen* szerint ez az idő = $365 \cdot 256358$ közép nappal, vagyis = 365 d. 6 h. $9 \cdot 33$ s.

Ha egy tetszésszerinti csillag helyett a tavaszpontot vesszük tekintetbe, akkor ugyanezen időköz a *tropikus év*. A Nap egy tropikus év alatt az ekliptikának ugyanazon pontjába tér vissza. A tropikus év tartama nem állandó; mert minden évszázadban $0 \cdot 6$ s.-vel csökken; azonkívül rövidebb mint a siderikus év. 1800-ban *Hansen* szerint:

$$\begin{aligned} 1 \text{ tropikus év} &= 365 \cdot 242204 \text{ középnap} \\ &= 365 \text{ d. } 5 \text{ h. } 48 \text{ m. } 46 \cdot 43 \text{ s.} \end{aligned}$$

Mintogy a valódi nap és a csillagnap közt körülbelül 4 min. a különbség, s az 1 év alatt 24 órát tesz ki, tehát:

1 tropikus év = 366·242204 csillagnappal.

A csillag 1 tropikus év alatt egygyel többször delel mint a Nap. Ennélfogva:

$$\begin{aligned} 1 \text{ középnap} &= \frac{366 \cdot 242204}{365 \cdot 342204} \text{ csillagnappal} \\ &= 1 \cdot 002738 \text{ csillagnappal} \\ 1 \text{ csillagnap} &= \frac{365 \cdot 242204}{366 \cdot 242204} \text{ középnappal} \\ &= 0 \cdot 997270 \text{ középnappal.} \end{aligned}$$

Másképen:

$$\begin{aligned} 1 \text{ középnap} &= 1 \text{ cs. n.} + 3 \text{ min. } 56 \cdot 555 \text{ sec. cs. i.} \\ 1 \text{ csillagnap} &= 1 \text{ k. n.} - 3 \text{ min. } 55 \cdot 909 \text{ sec. k. i.} \end{aligned}$$

A polgári életben az időbeosztásnak a Nap járása szerint kell igazodnia. Ezért vált szükségessé a Közép-Nap felvétele, melynek alapján a közép-idő létesült.

A soláris napok majd hosszabbak, majd rövidebbek mint a közép-napok. A valódi Nap majd későbbben, majd korábban delel mint a Közép-Nap. A *közép-dél* és a *valódi dél* között eltelő időközt *időegyenlet*-nek nevezzük. Ha fölteszszük, hogy a Közép-Napnak akkor van egyenlő rectascensiója a valódi Nappal, amikor az utóbbinak rectascensiója a leggyorsabban nő, tehát december 24.-én, akkor 8 nappal 8 napra az időegyenletet a következő táblázat tartalmazza:

Hónap Nap	Időegyenlet	Hónap Nap	Időegyenlet	Hónap Nap	Időegyenlet
Jan. 1.	+ 3 m 48 s	Máj. 1.	- 3 m 3 s	Szept. 6.	- 1 m 47 s
9.	+ 7 22	9.	- 3 44	14.	- 4 33
17.	+10 21	17.	- 3 49	22.	- 7 22
25.	+12 34	25.	- 3 19	30.	-10 4
Febr. 2.	+13 57	Jun. 2.	- 2 17	Okt. 8.	-12 28
10.	+14 28	10.	- 0 51	16.	-14 25
18.	+14 19	18.	+ 0 50	24.	-15 44
26.	+13 6	26.	+ 2 33	Nov. 1.	-16 18
Márcz. 6.	+11 24	Jul. 4.	+ 4 7	9.	-16 2
14.	+ 9 18	12.	+ 5 20	17.	-14 51
22.	+ 6 56	20.	+ 6 5	25.	-12 47
30.	+ 4 29	28.	+ 6 14	Decz. 3.	- 9 56
Ápr. 7.	+ 2 7	Aug. 5.	+ 5 45	11.	- 6 28
15.	- 0 1	13.	+ 4 38	19.	- 2 36
23.	- 1 47	21.	+ 2 56	27.	+ 1 23
		29.	+ 0 45		

A + jel azt mutatja, hogy a középdél korábban áll be, mint a valódi dél, a — jel pedig az ellenkezőt. Az időegyenlet évenként 4-szer zérus értékű, t. i. ápr. 15-én, jun. 14-én, aug. 31-én és decz. 24-én. Szélső értékei:

máj. 14-én	—	3 m 50 s
jul. 26-án	+	6 m 16 s
nov. 2-án	—	16 m 19 s
febr. 10-én	+	14 m 27 s.

A valódi dél beálltát egy jól járó óra és egy theodolit segítségével észlelhetjük; beálltának időtartamához az időegyenletet hozzáadván, a középdél idejét kapjuk.

23. Zóna-idő. A Nap delelése minden meridiánra vonatkozólag más időben áll be. Egymástól 15^o-nyira fekvő meridiánokon a valódi dél ideje 1 órával különbözik. Gyakorlati szempontokból, különösen a vasuti menetrendek érdekében kívánatos volt valamely egységes időszámítást bevezetni. Így keletkezett a most használatos *zóna-idő*. A Föld felülete 15^o-os zónákra osztatott. Minden zóna órái a felező meridián középtideje szerint igazodnak. Ha tehát kelet felé haladva lépjük át a zónát, akkor későn járó óránkat 1 órával kell előre igazítanunk, ha nyugat felé haladva lépjük át a zónát, akkor korán járó óránkat 1 órával kell hátra igazítanunk. Hazánk a *közép-európai zóná*-hoz tartozik, mely a Greenwich-től 15^o-kal keletre fekvő meridián középtideje szerint igazodik.

24. A kalendárium. A megelőzőkben láttuk, hogy 1 tropikus év = 365 d. 5 h. 48 min. 46·43 sec. k. i.-vel. A tropikus évet már a régi aegyptomiak 365 naposnak vették. Így azonban évenként 5 h. 48 min. 46·43 sec.-nyi időkülönbség áll elő, melyet a kalendáriumban valami módon ki kell egyenlíteni. Mert ha ez nem történnék meg, akkor az évnek egy bizonyos napja az idők folyamán minden évszakon végighaladna. Ha pl. valamikor márczius 21-e a tavaszi aequinoctium idejére esett, akkor az utóbbi 4 év múlva már márczius 22-ére, 40 év múlva márczius 31-ére, és 365 év múlva június 22-ére esik, s így 365 év leteltével a márczius 21-e éppen a nyári solstitium idejére kerülne.

Ezt a körülményt kiküszöbölendő, s az akkortájt már nagy rendetlenségbe jött római kalendáriumot rendbe hozandó, Kr. e. 45-ben *Julius Caesar* római consul

Sosigenes alexandriai csillagász tanácsára elrendelte, hogy a *közönséges év* 365 nappól álljon, de minden 4-dik év 366 napos legyen. Ezt a 366 napos évet, melyben a különben 28 napos február 29 nappól áll, *szökő év*-nek nevezzük.

A hiba azonban ezzel sincs még kiegyenlítve, mert az ezelőtt elhanyagolt 5 h 48 m 46⁴³sec-nek 4-szerese = 23 h 15 m 5⁷²sec, s így a pótlás 44 m. 54²⁸sec-val nagyobb a kelleténél, Más szóval a pótlás 0⁰⁰⁷⁷⁶nappal nagyobb, mint amekkorának lennie kellene, a hiba tehát 100 év alatt 0⁷⁷⁶napra növekszik, ami 400 év alatt 3¹⁰⁴napot, kerek számban 3 napot tesz ki. Ennélfogva a *julianusi kalendárium* minden 400 év alatt 3 mal több napot számít, mint kellene.

Kr. u. 325-ben a nicäai zsinat azt határozta el, hogy a húsvét-vasárnap arra az első vasárnapra essék, mely a tavaszi aequinoctium után beálló első holdtöltére következik. Tudvalevőleg a katolikus naptár változó ünnepei a húsvét vasárnapja szerint igazodnak. A nicäai zsinat évében a tavaszi nap-éj-egyenlőség márczius 21-re esett. Ha már most innét kezdve a julianusi naptár szerint számítunk tovább, akkor évszázadok mulva az eltérések már észrevehetőkké válnak, a húsvét vasárnapja mindinkább korábbra esik. Az eddigiek alapján könnyen ki lehetne számítani azt az időtartamot, amely mulva a húsvét vasárnapja összeesnék Karácsony nagy napjával. 1582-ben a tavaszi aequinoctium már nem márczius 21-ére, hanem márczius 11-ére esett. Mert a nicäai zsinat óta 1582-ig 1257 év mult el, s így a hiba 1257-szer 0⁰⁰⁷⁷⁶napot vagyis, 9⁷napot tett ki. A hibát kijavítandó, XIII. *Gergely* pápa elrendelte, hogy 1582. október 4-e után másnap 1582. október 15-ét írjanak, s ezután minden 400 évben 3 szökőnap ki-maradjon. Az évszázadok évei csak akkor maradnak szökőévek, ha évszámuk 400-zal osztható. Különben minden oly év szökőév, melynek évszáma 4-gyel osztható.

A *gregoriánus-kalendárium* hibaigazítása sem tökéletes, de a hiba oly csekély, hogy csak évezredek multán fog majd 1 napra felszaporodni, amikor aztán a naptár új javítása válik majd szükségessé.

25. A Nap évi látszólagos mozgásának magyarázata. Azt a mozgást, melyet mi mint a Nap

évenkinti látszólagos mozgását jellemeztünk, régen a Nap valódi mozgásának tartották. A Nap járásának egyenetlenségeit *Hipparchus* azzal vélte megmagyarázhatni, hogy Földünk nem áll a Nap körpályájának középpontjában. Tényleg, ha a Föld nem O -ban, hanem T -ben állana, akkor az N pont körül mozgása lassubbnak látszanék, mint az M pont közelében. A Nap N -ben *apogaeum*-ban, M -ben *perigaeum*-ban lenne. Az MN átmérőt az *apsidák vonalának* nevezhetnők. *Hipparchus*-nak a fentebbi föltevés támogatására szolgáló számításai szerint

$$TM : TN = 3432 : 3670$$

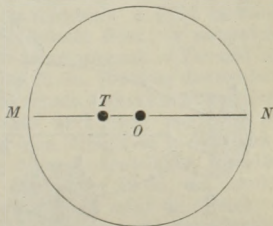
volna, s így az OT excentricitás a nappálya küllőjének $\frac{1}{30}$ -ada lenne. Ha a föltevés helyes volna, akkor a Napnak január 1-én és július 1-én lemért látszólagos átmérői is úgy aránylnának egymáshoz, mint

3432 : 3670. De január 1-én a Nap átmérője $32'35.3''$ -nyi, július 1-én pedig $31'30.8''$ -nyi látószög alatt látszik, s ez a két szög úgy aránylik egymáshoz, mint 1955 : 1891, amiből az következik, hogy az OT excentricitás csak $\frac{1}{60}$ lenne, ami pedig a föltevéssel nem egyeztethető össze.

A Naprendszerben uralkodó törvények kifejtése alkalmával bővebben megokoljuk azt az állításunkat, hogy Földünk kering a Nap körül, még pedig oly ellipsis alakú pályában, melynek egyik gyújtópontja közelítőleg a Nap középpontjával esik egybe.

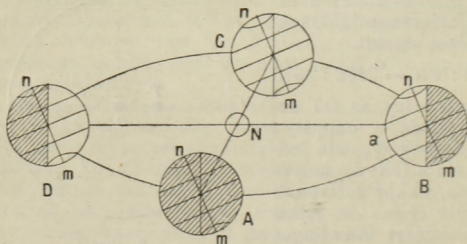
Ezzel a felfogással sokkal jobban megmagyarázhatjuk mindazon tüneteményeket, melyeket megelőzőleg leírtunk.

A Nap küllőjének látszóje közepes értékben $15'59.63''$ -nak vétetvén, egy könnyű számítás alapján mondhatjuk, hogy a Föld és Nap középpontjainak távolsága 214.9-szer akkora, mint a Napnak küllője. A csillagászok a *Nap parallaxisa* alatt azt a szöget értik, mely alatt egy a Nap középpontjában elhelyezett szemlélő Földünk küllőjét látná. Ennek a szög-



9. ábra.

nek meghatározására több módszer áll a csillagászok rendelkezésére, s körülbelül 200 év óta minden törekvésük oda irányul, hogy azt mentől pontosabban meghatározzák. Fontossága azért oly nagy, mert segítségével mind a földpálya félátmérője, mind pedig a Nap küllője kiszámíthatók, s az első adat a világtérnek tulajdonképeni hosszúság-egysége. *Harkness* szerint a parallaxis ez időszerinti legvalószínűbb adata $8.834''$. Ha a Föld egyenlítői küllőjét 6378.25 km.-re tesszük, akkor a közepes naptávolság a parallaxis



10. ábra.

adata alapján 23370.82 földugárral, vagyis 149.06 millió km.-rel egyenlő. A Nap küllője = 108.73 földugárral, vagyis 693509.5 km.-rel.

A földpálya excentricitását megelőzőleg már jeleztük, s annak értékét a küllő $\frac{1}{60}$ -részével egyenlőnek állítottuk. Így aztán első közelítéssel a földpályát körnek, a Föld mozgását ebben a pályában egyenletesnek tekinthetjük. Pályamenti sebessége másodpercenként 29516 m.-re tehető.

A földpálya síkja az égboltozatot az *eklíptika* mentén metszi. A Föld tengelye az eklíptika síkjára ferdén áll; hajlásszöge az eklíptika ferdeségének (= $23^{\circ}27'28.2''$) pótszöge, vagyis = $65^{\circ}32'31.8''$ -czel. Keringés közben ez a hajlásszög állandó marad, mert a Föld tengelye önmagával párhuzamosan halad előre. A keringés nyugatról délen át kelet felé történik.

A 10. ábra túlzott mértékben adja ezen mozgás képét, amennyiben a pálya és a Nap méretei kicsinyek, a Föld méretei pedig aránytalanul nagyítottak. A rajzon azon 4 főhelyzet van feltüntetve, melyeket Földünk márczius 21-én (A), június 21-én

(B), szeptember 23-án (C) és december 21-én (D) foglal el.

A Föld rajzán *mn* a tengelyt jelzi, az erre merőleges középső vonal az egyenlítő, ettől északra és délre az egyenlítővel párhuzamosan rajzolt vonalak a $23^{\circ}27'28.2''$ -nyi szélesség köreit, az u. n. *térítőköröket* ábrázolják, melyek közül az északi a *ráktérítő*, a déli a *baktérítő*; a sarkok közelében látható kis körívek a $66^{\circ}32'31.8''$ -nyi szélességek körei, az u. n. *sarkkörök*.

A márczius 21-iki és szeptember 23-iki főhelyzetekben a megvilágítás határvonala a Föld sarkain megy át, s így minden parallelát felez; a nappalok és éjjelek akkor egyenlő hosszúságúak. (Tavaszi és őszi aequinoctium.) Junius 21-én, illetőleg december 21-én a megvilágítás határvonala a sarkköröket érinti. Az első esetben az északi sarkkörön belül fekvő gömbsüveg teljesen meg van világítva, a déli sarkkörön belül fekvő pedig egészen árnyékban fekszik. Megfordítva áll a dolog december 21-én. Az északi félgömbön a nappalok hosszabbak mint az éjjelek, s mert az északi félgömböt a Nap sugarai meredekebben érik, azon nyár van, míg a déli félgömbön a nappalok rövidebbek az éjjeleknél s ott a téli időszak uralkodik. December 21-én a dolog a két félgömbre nézve megfordítva áll. (Nyári és téli solstitium.)

Könnyen belátható, hogy a Napot mindenkor az égboltozatnak a Földdel szemköztes tájain látjuk. Az ekliptika mentén fekvő 12 csillagkép mindegyikében a Nap körülbelül egy-egy hónapig időzik.

A Föld január 1-én van *napközelen* (periheliumban) és július 1-én naptávolban (apheliumban). Az a vonal, mely ezt a két helyzetet összeköti, az *apsidák tengelye*, s könnyen beláthatólag a földpálya ellipszisének nagy tengelye.

26. Az évszakok változása. Földövek. Mennél meredekebben érik a napsugarak Földünk felületét, és mennél huzamosabban tűznek arra, annál magasabbra emelkedik a hőszugárzás következtében a lég-hőmérséklet. A megelőzőkben elmondottak alapján Földünk felületén bizonyos évszakok váltakoznak, melyek a következők: *tavas*, *nyár*, *ősz* és *tél*. Az évszakok váltakozásának kettős oka: a Föld kerिंगése a Nap körül és az ekliptika ferdesége.

A Föld felületét a két sarkkör és a két térítőkör 5 övre osztja föl: 1. a térítő körök közt fekszik az

egyenlítői öv, 2. az egyik térítő és a közelében fekvő sarkkör közt fekszenek a *mérsékelt övek*, 3. a sarkkörökön belül fekszenek a *sarki övek*. Az utóbbiakon általában igen zord időjárás uralkodik, s csak két évszak különböztethető meg, a sötét és dermedtő tél, s a világos, hideg nyár. A sarkkörtől a térítő felé haladva, a tél mindinkább veszt erejéből s mind határozottabban föllépnek az átmeneti évszakok, a tavasz és az ősz. Mind a 4 évszak legjobban a 45. szélességi körön különböztethető meg. Innét tovább haladva az egyenlítői öv felé, a nyár mindinkább túlnyomóvá válik, s azon belül ez veszi át az uralmat. Ebben az övben is csak két évszak különböztethető meg, a forró és száraz nyár és a meleg, esős tél, jobban mondva a *száraz és esős évszakok*.

Az északi félgömbön a perihelium idejére esik a tél, és apheliumkor van nyár. A Nap látszólagos mozgása periheliumkor levén leggyorsabb, ennél fogva a Nap ősztől-télig gyorsabban látszik mozogni, mint tavasztól-nyárig. Megfordítva áll a dolog a déli félgömbön. Ebből az északi félgömbnek előnyösebb helyzetére következtetünk, és tényleg itt

a tavasz tartama	92 d 20 h	} . . . 186 d 11 h
a nyár	93 d 15 h	
az ősz	89 d 18 h	} . . . 178 d 19 h
a tél	89 d 1 h	

s így a melegebb évszakok javára eső különbség 7 d 16 h.

A térítő körök közt fekvő helyekre nézve a Nap évenként kétszer áll a zenitben; magán az egyenlítőn ez a tavaszi és őszi aequinoctiumok idején történik. Mentől inkább távozunk az egyenlítőtől, annál közelebb fekszik a zenitben időzésnek két ideje. A ráktérítőn június 21-én, a baktérítőn december 21-én áll a Nap a zenitben. A Föld egyéb helyeinek egyikén sem áll a Nap az év egész folyamán a zenitben.

27. A nappalok váltakozó hossza. Ha a Föld tengelye az ekliptikára merőlegesen állana, akkor az ekliptika síkja egybeesnék az egyenlítő síkjával s a Föld felületének minden pontjára nézve a nappal és éjjel az egész tropikus év tartama alatt egyenlő hosszúságú lenne. Minthogy azonban az említett két sík $23^{\circ} 27' 28.2''$ -nyi szög alatt hajlik egymáshoz, a

Föld tengelyének önmagával párhuzamos haladása folytán a nap-éj egyenlőség évenként csak kétszer áll elő. A nappalok hosszúságának az év folyamán való változása lényegesen függ a hely földrajzi szélességétől. Az egyazon pararellán fekvő összes helyekre nézve a körülmények az év folyamán egyenlőek.

A solstitiumok idején az egyik sarkkörön a Nap 24 óra alatt egyáltalában nem nyugszik le s ugyanakkor a másikon 24 óra alatt egyáltalán nem kel föl. A sarkkörök mindegyikén tehát a solstitiumok idején évenként egyszer von 24 órás nappal, illetőleg 24 órás éjjel. A sarkkörökön belül 24 óránál hosszabb nappalok és éjjelek is vannak. A viszonyokat az alábbi táblázat tünteti föl:

Szélesség	Leg-hosszabb nappal	Leg-rövidebb nappal	Szélesség	A Nap nem nyugszik le	A Nap nem kel föl
Egyenlítő	12 ó 0 p	12 ó 0 p	Sarkkör	1 napig	1 napig
10°	12 " 35 "	11 " 25 "	70°	65 "	60 "
20°	13 " 13 "	10 " 47 "	75°	103 "	97 "
30°	13 " 56 "	10 " 4 "	80°	134 "	127 "
40°	14 " 51 "	9 " 9 "	85°	161 "	153 "
50°	16 " 9 "	7 " 51 "	90°	186 "	179 "
60°	18 " 30 "	5 " 30 "			

A déli féltekére vonatkozólag az utolsó két rovat czimei fölcserélendőek lennének. Ennek a körülménynek magyarázata az északi félgömb előnyösebb helyzetében keresendő.

IV.

28. **A Nap méretei.** Már korábban láttuk, hogy a Nap küllője 108·73-szor akkora mint Földünk sugara, tehát 693509·5 km.-nyi. Ennélfogva a Nap felszíne a Föld felszínének 11852-szerese, térfogata pedig 1,290,271-szer akkora mint Földünké. Hogy Földünkről mégis csak átlag 32' 3"-nyi látószög alatt látjuk, annak oka a két égitest rengeteg távolságában fekszik. *Cornu* szerint a fény mp.-enkint 298,500 km.-nyi utat tesz meg. Ennélfogva a Napról jövő fénysugár a 149 millió km.-nyi út megtételére 8 m 16 s-nyi időt használ föl. Az ágyugolyó ezt a távolságot 12 év alatt futná be.

A Napnak a Földéhez képest óriási méreteiről legjobban a következőképen alkothatunk némi fogalmat. A Hold a Földtől átlag 60 földugárnyi távolságban kering. Föltéve, hogy a Nap üres lenne, s a Földet a Holddal együtt úgy helyezzük belé, hogy a Föld a Nap középpontjába kerüljön, akkor a Holdtól a Nap felületéig még 48·73-szor akkora távolság maradna, mint a mekkora Földünk küllője.

29. A Nap tengelykörüli forgása. Ha a Napot kormozott üvegen át nézzük, fényes felületén némelykor szabad szemmel is foltokat veszünk észre. Ezen *napfoltok* pontos megfigyelése azt mutatta, hogy a huzamosabb tartamuak a Nap korongjának keleti oldalán tűnnek föl, s gyöngén hajló ívben haladnak végig a Nap korongján, hogy nyugati szélén ismét eltűnjenek. Gyakran az eltűnés után két hétre a folt keleten ismét feltűnik, úgy hogy némelykor 3-szor is megfigyelhető. A folt naponkinti haladása a korong széleinek közelében hosszabb, mint annak közepe táján; másrészt a folt a korong széleinek közelében hosszukásnak, a korong közepén kerekdednek látszik. Ennek alapján megállapítható volt a Napnak tengelykörüli forgása, mi mellett azonban a foltok önálló mozgásai az adatokat némileg pontatlanokká teszik. Az erre vonatkozó számítások legvalószínűbb eredménye szerint a forgás időtartamát $25\frac{1}{2}$ középnapnak vehetjük.

30. A Nap ábrázata. Ha a Nap felületét jó távcsövön át szemléljük, azt fényes részein sem látjuk egyenletesen fényesnek, hanem *Langley* szavai szerint olyan, mint a napsütötte zivatarfelhők.



11. ábra. Granulatio.

Ezen felhőalakú formációk nagyszámú, apró világos szemcsékre bonthatók, melyeket sötétebb erek választanak el egymástól. A Nap felületének ezt a *granulatióját* *Hershel* a narancs ránczos felületéhez, *Secchi* a durva itatóspapír felületéhez stb. hasonlították. A különböző észlelők becslései szerint a granulák átmérői 200—700 km.-esek. Mindenesetre a granulák sugározzák ki a

legerősebb fényt, és *Janssen* szerint, ha közöttük sötét erecskék nem lennének, a Nap 10—20-szorta fényesebb volna. (11. ábra.)

A Napnak szemmel látható fényes felületét *photosphaerá*-nak nevezik. A *photosphaera* anyaga állandó és heves kavargásban levőnek látszik. Így a már említett napfoltok, melyeket *Scheiner* és kortársa *Galilei* vették először észre, valószínűleg a *photosphaerában* alakuló nyílások, melyeken át a fényt kevésbé kisugárzó, tehát sötétebbnek látszó alsóbb rétegekre látunk.

A *napfolt* belsejét, amely a legsötétebb, *mag*-nak nevezük; ezt egy félárnyék, a *paenumbra* veszi körül. Némelykor a folt belseje heves örvénylés képét tünteti föl. A *paenumbrában* sötétebb sávok észlelhetők, melyeknek fényessége a *photosphaeráénak* csak



12. ábra. Napfoltok.

$\frac{1}{15}$ -része, míg a *paenumbra* többi részeinek fényessége a *photosphaeráénak* $\frac{2}{3}$ -da. *Langley* szerint a mag 500-szorta, *Zöllner* szerint 4000-szerte fényesebb a teli Holdnál. (12. ábra.)

A foltok átmérői eléggé pontosan megmérhetők. A 7000—10000 km.-esek nem tartoznak a ritkaságok közé, de előfordulnak 10-szer akkorák is. A különálló nagy foltok ritkák. Rendesen a kisebb foltok csoportosan fordulnak elő. Néhány megfigyelő szerint a folt mélyedése 5—6000 km.-re tehető.

1611 óta a napfoltok szorgalmas megfigyelések tárgyai. Azt vették észre, hogy mind gyakoriságuk, mind hatalmasságuk periodikus változásoknak van alávetve. *Wolf* szerint az összes megfigyelések alapján a minimák 11 év 108 nap alatt, a maximák 11 év 104 nap alatt ismétlődnek; a foltok maximáinál egy nagyobb periodust is véltek constatálhatni, melynek időtartama 55—83 év. A foltok területei is 11 éves periodust mutatnak; a maximális érték beálltakor a foltok összes területe a Nap korongjának $\frac{1}{500}$ -részére tehető. Ezzel a 11 éves periodussal együtt

jár a mágnes-tű declinatiójának periodikus változása és a sarkfények gyakoriságának periodusa. Nagyon valószínű, hogy a periodus az évi középhőmérsékletre is befolyással van.

A foltokkal szoros kapcsolatban állóknak látszanak a *napfáklyák*, amennyiben rendszerint a foltok közelében tűnnek föl, fényerejük nagyobb, mint a



13. ábra. Protuberantiák.

granulaké. Teljes napfogyatkozáskor a sötét napkorong szélein mutatkozó fáklyákat *protuberantiáknak* nevezik. Magasságuk szemmel láthatólag növekszik, alakjuk igen változatos. A spectroscopikus vizsgálatok szerint óriási hidrogen explóziók, melyek a Nap légkörében dülő nagy kataklyzmáknak tekinthetők. 1893. szept. 20-án a kalocsai observatoriumon oly protuberantiát észleltek, melynek magassága 39 földátmérőre tehető, mely tehát tovább ért volna, mint a mennyire a Hold kering Földünk körül. (13. ábra.)

Teljes napfogyatkozáskor a Nap eltakart korongját halovány, sugáros szerkezetű dicsfény veszi körül, a *corona*. Ebbe nyúlnak bele a vörös lángnyelvekként feltűnő protuberantiák, melyek egy a Hold korongján túlterjedő vörös rétegből, *Lockyer* szerint, a *chromosphaerából* látszanak kiindulni. A *chromosphaera* alkalmas módok segítségével fotografálható. Alakja változatos. Néha egy a Nap korongját körülvevő fényes sávnak, máskor sugarasnak látszik, mint a szélben hullámzó buzaföld. Vastagságát 7000—11000 km.-re becsülik.

A coronát, — kivéve a fogyatkozás totalitásának rövid idejét — eddig minden törekvés dacára nem sikerült megfigyelhetővé tenni. Általában következőképen írják le: a Nap elsötétített korongját egy keskeny, vakítóan fényes fénygyűrű veszi körül, ezt egy körülbelül 12-szerte szélesebb, fehéres öv veszi körül, s ehhez csatlakozik egy még szélesebb, szürkés öv, melynek fényereje kifelé haladva gyorsan enyészik. A középső övből sugarak lövellenek ki, melyek messzire behatolnak a világűrbe. Ezek adják, a coronának szabálytalan, szeszélyes alakját.

31. A Nap spectroskopiája. Napfényt ejtven egy spectroscop hasadékára, az u. n. *közepes nap-spectrumot* észlelhetjük. Imeretes, hogy a szívárványszínű képben a sötét *Fraunhofer*-féle vonalok válnak észrevehetőkké. *Vogel*, *Müller* és *Kempf* potsdami csillagászok a vonalokról katalogust készítettek, melyben $389.5 \mu\mu$ ($1 \mu\mu$ a milliméternek milliomodrésze, az u. n. mikromilliméter) és $692.4 \mu\mu$ hullámhosszuságok közt, és Rowland $372.2 - 591.4 \mu\mu$ közt 11372 ilyen vonalat vettek föl. Ezek a munkálatok a spectrumnak szemmel látható részét sem ölelik föl teljesen, nem is szólván az ultravörös és ultraviola színeképekről. *Cornu* és *Huggins* az utóbbi részben $295 \mu\mu$ -nyi hullámhosszuságig terjeszkedtek. Az ultravörös részben *Langley* $2030 \mu\mu$ -nyi hullámhosszuságu sugarakig haladt.

A Nap spectrumát a földi anyagok spectromaival összehasonlítván, 33 elemről megállapították azt, hogy azok a Napban is előfordulnak. Ezek: vas, szén, chrom, titan, nikkell, mangan, kobalt, vanadium, zirkon, calcium, lanthan, cerium, yttrium, neodym, scandium, barium, magnesium, silicium, strontium, palladium, hydrogen, molybdän, ólom, urán, zink, aluminium, cadmium, indium, kalium, ezüst, thallium és wolfram. Ez azonban nem jelenti még azt, hogy a többi elemek a Napban nem fordulnak elő, mert spectromaikat a fémspectrumok eltakarhatják.

Ez a közepes színekép egyúttal a photosphaerának színeképe, melyet a fölötte fekvő absorbeáló réteg fordít meg.

A napfoltok spectroma erősebb absorptiót mutat, amennyiben a folt táján a sötét vonalok megerősödnek. Ez különösen a vas vonalaira vonatkozólag constatáltatott. Nevezetes körülmény az, hogy a vonalak eltorzulásokat szenvednek, ami a foltban létező föl- és leszálló áramlatoknak tulajdonítható.

A fáklyák spectromai semmi nevezetességet sem mutatnak. A chromosphaera spectroma a hydrogen vonalain kívül egy $587.6 \mu\mu$ hullámhosszusága sárga vonalat és egy $531.7 \mu\mu$ hullámhosszuságú világos vonalat tüntet fel. De ha protuberantia közelében észleljük, akkor a spectrum sok világos vonalat (*Young* szerint 273-at) mutat, melyek vas, barium, calcium, chrom, magnesium, mangan, natrium és titan gőzeinek tulajdoníthatók. Az $587.6 \mu\mu$ -es vonal addig,

mig semmi földi anyag szinképében nem volt észlelhető, a *helium* elemnek tulajdonított, melyre utóbb a *cleveit* ásványban ráakadtak.

A protuberantiák spectruma különösen a hydrogen vonalait tartalmazza.

A corona spectruma meglehetősen világos, folytonos spectrum, melyben egy 531.7 μ -es zöld vonal villan föl. Az utóbbit eddig földi anyagban nem észlelték, s így azt egy *coronium*-nak nevezett elemnek tulajdonítják.

32. A Nap fény- és hőviszonyai. A Nap minden ismeretes fényforrást fényesség tekintetében messze túlszárnyal. *Smith* azt találta, hogy a Nap fényereje 300000-szer akkora mint a teli Holdé, amit *Bouguer*, aki mindkét égitest fényerejét a gyertyafénynyel hasonlította össze, megerősített. Különben e tekintetben az adatok igen eltérőek. 1829-ben *Wollaston* a vetett árnyékok sötétségéből 801072-szeresnek találta a Nap fényerejét, de e mellett a földi légkör elnyelő képességét nem vette tekintetbe. Számításai ennek figyelembe vételével ismételtetvén, 372450-szeres erősséget eredményeztek. *Zöllner* szerint a számadat 619600, illetőleg 542300.

A megvilágítás erejére vonatkozólag *Müller* potsdami tanár azt találta, hogyha a Nap a zenitben áll, egy adott felületet oly erősen világít meg, hogy ugyanezt a megvilágítást a felülettől 1 m.-nyire felállított 44250 német normálgyertya idézhetné elő; ha a Nap fényét a földi légkör elnyelő képessége nem csökkentené, akkor ugyanerre a célra 53100 gyertya volna szükséges.

A Nap fényessége 195060-szor akkora, mint a szemtől 1 m.-nyire felállított német normálgyertyáé. *Fizeau* és *Foucault* szerint a Nap felülete 146-szorta fényesebb a *Drummond*-féle mézsfénynél, és 3-szorta fényesebb a *Volta*-féle ívnél. *Langley* szerint 5300-szorta fényesebb, mint a megolvadt vas.

Zöllner szerint a napfolt magja 4000-szerte fényesebb, mint a teli Holdnak egy épen akkora darabja. Ha a Nap korong közepes fényességét 100-nak vesszük, akkor *W. Herschel* szerint a penumbráé 47-re, a magé 0.7-re teendő, ellenben *H. C. Vogel* szerint 63 és 6.7 volnának a megfelelő értékek.

A coronára vonatkozólag csak megbizhatatlan adatok állanak rendelkezésünkre. Az 1870. december

22-iki napfogyatkozás alkalmával a corona fényerejét 2·6-szer, az 1878. július 29-ikinél 2·7-szer, az 1886. augusztus 29-ikinél 1·4-szer akkorának találták, mind a teli Holdét.

Hogy a Napon uralkodó hőmérsékletet közelítőleg megállapíthassuk, e czélból pontosan ismernünk kellene a Nap összetételét. Minthogy ezt nem ismerjük, a számítások eredményei teljesen megbízhatatlanok lesznek. Egyedül a hősugárzás mérhető, s ennek alapján elméletileg lehet a Nap hőmérsékletére következtetni. Anélkül, hogy ezen kérdésbe mélyebben belehatolnánk, csak a határértékekre hivatkozunk, melyek 1398°C és 5684000°C közt állanak,

Hasonló nehézségekkel állunk szemben, ha a Naptól kisugárzott hőmennyiséget akarjuk megállapítani. Ezzel áli kapcsolatban a Nap lehülésének kérdése, mely azonban a Nap anyaga átlagos fajhőjének ismerete nélkül még csak hozzávetőlegesen sem oldható meg. Mindössze annyi bizonyos, hogy a Nap évenként kimondhatatlan nagyságu és elképzelhetetlen hőmennyiséget sugároz ki. Bármekkora hőreservoir legyen is a Nap, kell, hogy az a folytonos hőveszteséget végre megérezze, s ez finom műszereink segítségével mindenesetre észrevehetővé válnék. Minthogy ez a körülmény emberemlékezet óta nem állott be, kell, hogy a hőveszteség valami úton pótoltsassék. *Robert Mayer* szerint a Napra hulló meteorok pótolják a hőveszteséget. A számítások szerint a pótlásnak ez a módja a Nap átmérőjének megnövekedése folytán csakhamar észrevehetővé válnék. *Helmholtz* szerint a Nap a *Kant-Laplace* féle elméletnek megfelelőleg folytonosan összehúzódik. Ha e mellett a Nap sűrűsége 1·4-ről a Föld sűrűségéig (5·6) növekednék, a hőkiadás 17 millió esztendőre fődözve volna. A Nap átmérője e mellett kisebbednék, de a számítások szerint 24000 év alatt csak 1"-czel (720 km.) válnék kisebbé. Valószínű, hogy első sorban a *Helmholtz*-féle pótlás játszik szerepet, de e mellett a hőpótlásnak még számos egyéb módjai is közreműködnek, s késleltetik a világ végének bekövetkeztét.

33. A Nap alkatára vonatkozó elméletek. Az első elméletet 1769-ben *Wilson* állította föl. E szerint a Nap sötét, hideg test, melyet egy izzó gázatmosphaera vesz körül. Az ebben keletkező nyílásokon

át a sötét belső testre látunk, ami a napfoltokat magyarázza meg. Ez ellen egyebeken kívül az szól, hogy a kihülő test nem belül kezdi a kihülés folyamatát, hanem a felületén; másrészt az izzó atmosphaera végre a hideg belső testet is kellőképen fölmelegítette volna.

Kirchhoff szerint a Nap szilárd vagy cseppfolyós halmazállapotú test, mely igen magas hőmérsékletű. Ezt egy valamivel alacsonyabb hőmérsékletű atmosphaera burkolja. Ebben a napfoltok mint felhők úsznak; de a hőkisugárzást akadályozván, alattuk hőmérsékleti emelkedés áll elő, mely végre a felhőt eloszlatja. Minthogy a Nap felületének főalkatrészei vas és hydrogen, a vas pedig oly magas hőmérsékletnél nem lehet folyékony állapotban, ennél fogva a Nap belseje szilárd vagy folyékony vasból állana, amely körülmény anyagának csekély sűrűségével (1.4) nem egyeztethető össze.

Zöllner szerint, s ehhez a nézethez az újabb kutatók kevés kivétellel szintén csatlakoznak, a Nap izzó gáztömeg, melynek külső burkolata fehérizzó folyékony vasból áll. Ez a kéreg akkor képződött, amikor a *Kant-Laplace*-féle elmélet szerint a bolygók a Nap testéből kiszakadtak. Az így beállott hirtelen lehűlés folytán csapódtak le a vaspárák. A folyékony külső réteg a belső gázokra óriási nyomást fejt ki, s ennek folytán a gázok a külső réteget helyenkint áttörik. Így magyarázhatók meg a protuberantiák. A kilövellt gáztömegek lehűlvén, leszállanak a folyékony vasrétegre, azt annyira lehűtvén, hogy felületén salakképződés áll elő. A salak megakadályozván a hőkisugárzást, fölötte az atmosphaerában lehűlés, és így felhőképződés létesül. Így magyarázhatók a napfoltok. A felhők a salak éles körrajzait enyhítik, s így a mag körül keletkezik a penumbra, míg a salak repedésein átsugárzó folyós anyag, a magban szemlélhető fényes sávokat magyarázza meg. Ennek az elméletnek főgyöngéje az, hogy a spectrumot megfordító és sok vaspárát tartalmazó rétegnek nem tud kellő helyet kijelölni.

A belsőnek gázállapota ellen nem lehet ellenvetéseket tenni. Az óriási nyomás miatt itt a vegyrokonság megszűnik, s az anyag dissociált ősállapotában van jelen. A középponttól kifelé haladva, oly felületi rétegekre kell akadnunk, melyek

alacsonyabb hőmérsékleténél és kisebb nyomásánál a vegyrokonság hatni kezd, sőt ezen felül már sűrűsödések is létesülhetnek. Így áll elő a photosphaera, melynek külső felülete világítja meg Földünket is. A photosphaera külső felületén alakuló felhők a vonzás következtében alámerülnek, de izzóbb rétegekbe kerülvén, ismét disszociálódnak. Így áll elő a napfolt, a benne észlelhető le- és felszálló áramlatokkal. A felszálló áramlat oly erőre tehet szert, hogy a photosphaerából kiemelkedve, protuberantiákat létesít. A photosphaerát egy sűrű gágréteg, tele fémpárákkal, veszi körül. Ennek külső felén a hydrogen a túlnyomó. Belső fele a színeképet megfordító réteg, külső fele pedig a chromosphaera. Erős kitöréseknél fémpárák is áttörhetik a chromosphaerát, míg gyöngébbeknél csak a könnyű hydrogen szerepel. A chromosphaerán kívül foglal helyet a corona, melynek helyes magyarázatot adni igen nehéz dolog. Lehetséges, hogy a coronium egy a hydrogennél is könnyebb gáz, mely oly óriási magasságokban létezhet, lehet, hogy a corona elektromos fénytünemény, amilyen a földi légkörben is mutatkozik.

Az itt vázolt elmélet bővebb kifejtésébe, s egyéb elméletek leírásába nem bocsátkozhatunk.

V.

34. A Hold pályája. Földünkhöz a szó szoros értelmében a Hold a legközelebbi égitest. Valamint a Földre vonatkozólag a Nap a központi égitest, úgy a Holdra vonatkozólag Földünk az. Valamennyi égitest közül a Holdnak mozgása a legváltozatosabb. Az égboltozat látszólagos mozgásával szemben óránként 0.56° -kal halad előre; ugyanazon meridiánon két egymásra következő felső delelése közt $24^h 50^m 28.3^s$ középidő telik el; hogy egy bizonyos állócsillaggal kétszer egymásután egyidejűleg deleljen, erre nézve

$$27.321661 \text{ d} = 27 \text{ d } 7^h 43^m 11.5^s$$

középidőnek kell eltelnie; hogy a tavaszpont szélességi körébe ismét visszatérjen, ehhez — a praecessió miatt valamivel kevesebb idő, t. i.

$$27.321581 \text{ d} = 27 \text{ d } 7^h 43^m 4.6^s$$

középidőnek kell eltelnie; s hogy az egyező irány-

ban mozgó Nappal egyenlő hosszúsághoz visszatérjen, ahhoz valamivel több időre t. i.

$$29.530588 \text{ d} = 29 \text{ d } 12^{\text{h}} 44^{\text{m}} 2.8^{\text{s}}$$

középidőre van szüksége.

A csillagra vonatkozó keringési ideje a *siderikus hónap*, a tavaszpontra vonatkozó a *tropikus hónap* és a Napra vonatkozó a *synodikus hónap*.

A Hold látszólagos pályája az égboltozatnak egy legnagyobb köre, mely az ekliptikával átlag $5^{\circ}8'43''$ -nyi szöget zár be. Ez a hajlásszög a közepes érték körül $8'47.8''$ -cel ingadozik. Az ingadozás periódusa a synodikus hónap fele. Az a két pont, amelyben a holdpálya az ekliptikát metszi, a *leszálló* és *felszálló csomó*, a szerint, amint a Hold az ekliptika északi oldaláról a délire tér, vagy megfordítva.

Már a régi görögök észrevették, hogy a *csomóvonal* keletről nyugat felé forog, a Nap járásával ellentett irányban. Ez a forgás egy julianusi év alatt ($365\frac{1}{4}$ d) a tavaszpontra vonatkozólag $19^{\circ}20'29.296''$, a csillagokra vonatkozólag $19^{\circ}21'19.448''$, s így a felszálló csomó egy siderikus fordulatot 6793.42 , egy tropikus fordulatot 6798.34 középnap alatt végez.

A Hold egy *sárkányhónap* múlva ugyanabba a csomóba kerül. Ez az időköz = $27.21219 \text{ d} = 27 \text{ d } 5^{\text{h}} 5^{\text{m}} 35.7^{\text{s}}$.

Látszólagos átmérője szintén időszakosan változik és $29'23.6''$ — $33'33.2''$ értékek közt ingadozik. Ez arra mutat, hogy pályája excentrikus. A pályamenti naponkinti haladás átlaga $13^{\circ}10'35''$. Perigaeumkor a mozgás gyorsabb (15° -os), apogaeumkor pedig lassabb. A pályaellipszis excentricitása $\frac{1}{18}$.

Az apsidák vonala a pálya síkjában nyugatról keletre halad előre, még pedig egy julianusi év alatt $40^{\circ}40'36.138''$ -cel; ennél fogva siderikus keringési ideje = 3232.56 , tropikus keringési ideje = 3231.47 középnapal.

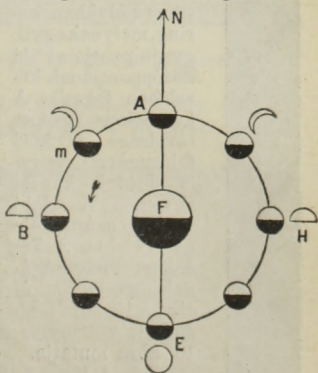
A Hold vezérsugara a perigaeuméval azt a szöget zárja be, melyet *anomalíának* nevezünk. Egyik perigaeumtól a másikig egy *anomalistikus hónap* mulik el, s ez a perigaeum saját mozgása miatt = 27.554550 d vagyis $27 \text{ d}, 13 \text{ h}, 18 \text{ m}, 33.2 \text{ s}$.

A most elmondottak a következő adatokkal fejezhetők ki:

223 synodikus hónap	=	6585·32 d
239 anomalistikus „	=	6585·55 „
242 sárkány „	=	6585·35 „
18 jul. év 11 nap	=	6585·50 „
19 tropikus év	=	6939·60 „
19 jul. év	=	6939·75 „
235 synodikus hónap	=	6939·69 „

Ezek az adatok a kalendárium és a fogyatkozások szempontjaiból fontosak.

35. A Hold fényváltozatai. Ha két csillag hosszúságai egyenlőek, akkor azok *conjunctióban* (együttállás), ha 180° -kal eltérnek, akkor *oppositióban* (ellenállás) vannak. Mig ha a hosszúságok eltérése 90° vagy 270° , akkor a *quadraturák* (negyedek) ideje áll be. Mikor a Hold a Nappal conjunctióban van, akkor *ujhold*, mikor oppositióban van, akkor *holdtölte* áll be. Az ujholdtól a holdtölte felé menet az *első*, a holdtöltétől az ujhold felé menet az *utolsó negyed* következik be. Mint-hogy a Hold fényét a Naptól kapja, s azt mint tükör veti a Földre, ennél fogva korongja fényváltozatokat mutat. Ujholdkor az egész korong árnyékban van s



14. ábra. A Hold változása.

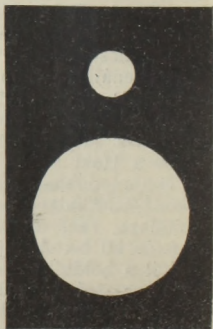
jó szem kell ahhoz, hogy a szürke égitestet az égboltozaton észrevegye, innét kezdve a Hold a Naptól keletre tér el, s nyugat felé domboruló (d-alaku) vékony fényarlót kezd mutatni, mely nap-nap után szélesedik, végre az első negyed idején már a holdkorong nyugati felét foglalja el. A fényesség a Hold tányérán még jobban terjedvén, végre holdtöltekor az egész korong meg van világítva. Innét kezdve a holdtányér nyugati széle mindjobban árnyékba borul, utolsó negyedkor már a korongnak csak keleti fele van megvilágítva. Az árnyék tovább

L

hatolván kelet felé, a Hold kelet felé domboruló (c-alaku) sarlót mutat, mely mindinkább vékonyodik, s ujholdkor egészen elenyészik (14. ábra).

Ujholdkor Nap és Hold együtt kelnek, együtt nyugszanak. Első negyedkor a Hold délben kel és éjfélkor nyugszik; holdtöltekor este kel és reggel nyugszik; utolsó negyedkor éjfélkor kel és délben lenyugszik.

Mindezen körülmények abban lelik magyarázatukat, hogy a Hold a Föld körül oly elliptikus pályában kering, melynek egyik gyújtópontja a Föld középpontjának közelében fekszik. A két égitest közepes távolsága 60·2693 földugárral, vagyis 384396 km-rel egyenlő. A Hold valóságos átmérője = 1741 km. A két égitest nagyságának összehasonlítására a 15. ábra szolgálhat, viszonylagos távolságukat pedig a 16. ábra mutatja.



15. ábra. A Föld és a Hold viszonylagos nagysága.

36. A Hold felülete, physikai alkata, tengely körüli forgása. Holdtöltekor a Hold korongján már szabad szemmel is sűrű foltokat vehetünk észre. Erős távcsővel szemlélve a Holdat, ezek a foltok hegységeknek bizonyulnak, melyek hosszú láncokban vonulnak végig a Hold felületén, és szépen kifejlődött vulkánkráterekben bővelkednek.

Hevel a Holdon észlelhető hegységeket földi hegységek neveivel jelölte. Így kerültek a Holdra a Kárpátok, Apenninek stb. *Riccioli* az egyes krátereket, csúcsokat nevezetes emberek, különösen csillagászok

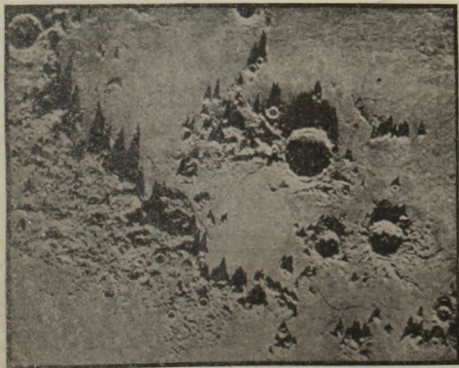
16. ábra. A Hold távolsága a Földtől.

T



17. ábra. Theophilus, Cyrillus és Catharina sánczterületek.

után nevezte el, mint pl. Archimedes, Tycho, Kepler, Galilei stb. A lapályos vidékeket tengereknek tar-



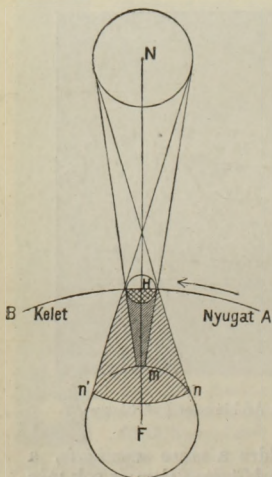
18. ábra. Az Apenninek és Archimedes gyűrűhegye.

tották, s így került a Holdra a *mare serenitatis*, a *mare crisium* stb. Most már Müdler, Beer és sok más selenográphus (köztük hazánkfia Weinek is) kutatásai

nyomán a Hold felületét részben pontosabban ismerjük, mint Földünkét. A hegyek vetett árnyékaiból ki lehet számítani azok magasságait. Így pl. a Dörfel 7500 m-es, az Apenninek 5500 m-esek, a Kaukaszus 5500 m-es, a Newton 7250 m-es, a Tycho 5200 m-es, a Copernikus 3600 m-es, az Aristarchus 1950 m-es stb. (17. és 18. ábrák.)

A Hold felületén látható repedéseknek eddig kielégítő magyarázatot adni nem sikerült.

Minthogy a Hold felénk állandóan ugyanazt az oldalát fordítja, tehát egy körülményelete alatt tengelye körül is egyszer megfordul. Tengelye majdnem merőlegesen áll a holdpálya síkjára. Hansen kimutatta, hogy keringési és forgási ideinek ezen egyenlősége csakis úgy magyarázható meg, hogy a Hold a Földtől elforduló irányban megnyúlt alakú, tehát tömegközéppontja tőlünk 75 km-rel távolabb fekszik, mint idomának középpontja. Ezen egyenetlensége miatt tengelye ingadozásoknak van kitéve, melyeket *libratio*-nak nevezünk, s melyek miatt a holdfelületből $\frac{1}{3}$ -énél valamivel többet észlelhetünk.



19. ábra. Napfogyatkozás.

Physikai alkatát illetőleg az a felfogás uralkodik, hogy a Hold a teljes kihülés stadiumában van. Mint-hogy a Holdon a vetett árnyék absolute fekete, csillag-elfödéseknél pedig sugártörés nem mutatkozik, abból arra következtetnek, hogy nincs légköre. Vannak azonban, akik ellenkező nézeten vannak, s egyes a Hold felületén észlelt apró változásokból arra következtetnek, hogy a Holdon van élet. A két vélemény közt dönteni egyelőre nehéz dolog lenne.

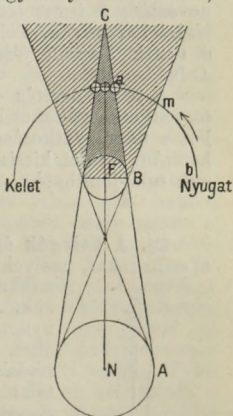
37. Fogyatkozások. A Naptól megvilágított Föld hatalmas árnyékkúpot vet, melynek magja 215 föld-sugár hosszúságú, s mely széles félárnyéktól van kö-

rülvéve. Ha a Földtől csak $60\frac{1}{4}$ földugárnyi távolságban keringő Hold ezen az árnyékon kénytelen áthaladni, ami holdtöltekor állhat be, ha a Hold az ekliptika közelében, tehát valamely csomópontja tájékán időzik, akkor a Föld éjjeli oldalán a *holdfogyatkozás* szép tüneménye észlelhető. A magárnyék átmérője a Hold távolságához még 0.72 földugárnyi lévén, s az árnyék a Holddal egyirányban haladván, a tünemény hosszú lefolyásu, órákig eltart. A holdfogyatkozás lehet *totális* és *partiális*. Maximális tartama 4 óra.

Ha újholdkor a Hold valamelyik csomópontja közelében tartózkodik, akkor a Hold vetett árnyéka a Föld felületére eshet, s a Hold korongja elfödheti a Nap korongját, s beállhat a *napfogyatkozás* szép tüneménye. A Hold magárnyék-kúpjának hosszúsága körülbelül 60 földugárnyi lévén, ha a tünemény beálltakor a Hold perigaeumban van, az árnyék-kúp a Földet éri, s legjobb esetben azon egy 220 km-nyi szélességű sávot ír le. Ennek a sávnak a helyein teljes napfogyatkozást látnak, még pedig a totalitás időtartama (maximum 10 perc) a sáv középvonala mentén a leg-

hosszabb, innét a szélek felé haladva mindinkább rövidebb, épen a széleken pillanatnyi. A totalitás sávját egy szélesebb sáv veszi körül, melynek helyein a fogyatkozás partiális. Ide esik a félárnyék. Ha azonban a Hold napfogyatkozásakor apogaeumban van, akkor a földet az árnyékkúp vége érintheti, vagy egyáltalán nem éri. Az első esetben a vonal mentén pillanatig tartó teljes napfogyatkozás észlelhető, a másodikban a gyűrűs fogyatkozás szép tüneménye áll elő, mely az árnyékkúp tengelyétől leirt vonal mentén centrális.

A teljes napfogyatkozás a legszebb és legmegdöbbentőbb tünemények egyike. Belőle a Nap fizikai alakátára vonatkozólag fontos következtetések vonhatók.



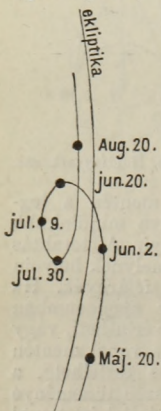
20. ábra. Holdfogyatkozás.

Minthogy a fogyatkozások beállta ahhoz a követelményhez fűződik, hogy Nap és Hold egyidejűleg valamelyik csomópont közelében időzzenek, ennél fogva a tűnemények ugyan abban a rendben 6585 d = 223 lunatio = 18 jul. év 11 nap időközében ismétlődnek. A láthatóság területei azonban kissé megváltoznak. Ezt a körülményt már Kr. e. a 6. században ismerték a chaldeusok, ez időszakot *Saros*-nak nevezték, s ismeretét a fogyatkozások megjövendölésére használták. Tőlük tanulhatta a dolgot *Thales*, s ennek alapján jóslott meg egy holdfogyatkozást *Columbus* is.

A Saros mentén 41 napfogyatkozás és 29 holdfogyatkozás váltakozik. Hogy túlnyomó számuk mellett a napfogyatkozások mégis a ritkábbak, ez a láthatósági terület kicsiségének és folytonos változásának tulajdonítható.

IV.

38. A bolygók és látszólagos pályáik. Azokat a csillagokat, melyek az égboltozaton saját mozgásukkal kitűnnek, *bolygóknak* nevezük. Az állócsillagoktól nem csillogó, nyugodt fényük is megkülönbözteti őket. Szabad szemmel láthatók, s a régiek előtt is már ismeretesek voltak: *Mercur*, *Venus*, *Mars*, *Jupiter* és *Saturnus*. Távcsovön át szemlélve apró korongoknak látszanak, s általában az ekliptika közelében, tehát az állatövben tartózkodnak. Pályáik igen szeszélyesek. A 21. ábra a *Venus* pályájának egy darabját tünteti föl. Ebből láthatjuk, hogy a bolygó egy ideig előre halad, majd egy ideig állani látszik (jun. 20.) *stationär*, azután visszafordul, ismét *stationär* lesz (jul. 30.), hogy aztán megint előre haladjon.



21. ábra. A *Venus* pályája.

Mercur és *Venus* mindig a Nap közelében tartózkodnak. Az első a Naptól legfölbjebb 29°-nyira, a második legfölbjebb 45°-nyira távozik. Ezért a két csillag csak közvetlenül napkelte előtt mint *hajnalcsillag*, vagy közvetlenül napnyugta után mint

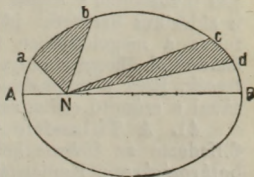
esti csillag észlelhető. Ezek az *alsó bolygók*. Náluk a Napra vonatkozólag csak a felső és alsó conjunctió, a legnagyobb keleti és nyugati digressió különböztethető meg. A többiek, az u. n. *felső bolygók* a Napra vonatkozólag minden állásba — conjunctió, oppositio, keleti és nyugati quadratura — kerülhetnek. Mozgásuk lassabb, mint a Napé. *Claudius Ptolomaeus* Kr. u. a II. század közepe táján a bolygók látszólagos mozgását az *epicycloisok elméletével*, egy rendkívül bonyolódott geometriai apparatussal magyarázta meg, s ennek alapján írta meg híres művét, az *almagest*-et. Ez a régiék *geocentrikus elmélete*, mely a XVI. század közepéig az egyedül uralkodó volt.

39. A bolygók valódi mozgásai. A geocentrikus elmélet megjavítását már *Tyho de Brahe* (1546—1601) is szükségesnek tartotta. Szerinte a Föld áll, s a Nap kering a Föld körül, de a bolygók a Nap körül keringenek. A híres csillagász tehát nem hajlott *Copernicus* (1473—1543) felfogásához, mely szerint a Nap áll s a bolygók, közöttük Földünk is concentrikus körpályákon keringenek a Nap körül. Ezt az elméletet, amelylyel a főntebb vázolt tüneményeket egyszerűen meg lehet magyarázni, *Galilei* lelkesen fölkarolta, de a csillagászok elvetették, mert az *almagest* szerinti számításaik a valóságnak pontosabban megfeleltek, mint *Copernikus* teoriája. Tyho hosszú ideig pontos megfigyeléseknek vetette alá a Mars bolygót. Ezen észlelési anyag alapján segédje és későbbi utóda *Kepler János* (1571—1630) először a földpályát határozta meg, majd ennek segítségével a Mars pályáját számította ki s azt találta, hogy a pálya ellipszis. Később sikerült neki a többi bolygók pályáit is megállapítani, és 1613-ban föllépett híres törvényeivel, melyek szerint:

I. Minden bolygó ellipszis-alakú pályában kering, melynek egyik gyűjtőpontjában a Nap áll.

II. A bolygó vezérsugara egyenlő időközökben egyenlő területeket surol.

Az utóbbi törvényből az következik, hogy a bolygó periheliumkor gyorsabban mozog, mint apheliumkor. (22. ábra.)



22. ábra.

1618-ban közölte *Kepler* harmadik törvényét, mely szerint:

III. A bolygók keringési ideinek négyzetei úgy aránylanak, mint a Naptól mért közepes távolságaik köbei.

Ezt a törvényt az alábbi táblázat igazolja:

Bolygó	Keringési idő. A Földé=1	Közepes távolság. A Földé=1	A keringési idők négyzetei	A közepes távolságok köbei
Mercur .	0·241	0·387	0·058	0·058
Venus . .	0·615	0·723	0·378	0·378
Föld . . .	1·000	1·000	1·000	1·000
Mars . . .	1·881	1·524	3·54	3·54
Jupiter .	11·86	5·203	140·7	140·8
Saturnus.	29·46	9·539	867·9	868·0
Uranus .	84·02	19·183	7059·2	7059·5
Neptunus	164·76	30·054	27147·2	27147·1

40. A bolygó pályájának meghatározó adatai.

A pályaellipszis meg van határozva, ha ismeretes nagy tengelye és az excentricitás. Hogy a bolygó helyét a pálya mentén megállapíthassuk, ahhoz szükséges tudnunk a bolygó helyét egy bizonyos pillanatban, vagyis az *epochát* kell ismernünk, továbbá a bolygó siderikus keringési idejét, vagy e helyett a naponkinti közepes elmozdulását. A pálya síkja meg van állapítva, ha ismerjük az ekliptikával bezárt hajlásszögét s a felszálló csomó hosszúságát. A pálya helyzete a megelőzőleg meghatározott síkban akkor ismeretes, ha meg van állapítva a *perihelium szélességének argumentuma*, vagyis azon szög, melyet a perihelium radius vectora a bolygó mozgásának irányában a csomóvonallal bezár. Minthogy a közepes távolságból a *Kepler*-féle III. törvény segítségével a siderikus keringési időt meghatározhatjuk, ennél fogva a megelőzőkben felsorolt adatokból 6-ot kell ismernünk, hogy a bolygó mozgása teljesen jellemeztessek. Ezek a *pályaelemek*, melyeknek meghatározásával a számító csillagászat foglalkozik.

41. A Titius-féle törvény. 1781-ben *Herschel* fölfedezte az *Uranus* bolygót. Pályaelemeinek meghatározására a *Kepler*-féle törvények elegendőknek bizonyultak, mert pályája majdnem köralaku, s az

ekliptikával bezárt hajlásszöge kicsiny. De a jelen században fölfedezett *asteroidok* esetében új módszerekről kellett gondoskodni. Ezeket az apró égitesteket u. i. nem lehet hónapokig megfigyelni, hanem néhány, egymáshoz közel fekvő hely föl vételével be kell érni. A számító módszer ezekre az esetekre nézve *Gauss* érdeme, ki azt 1809-ben *Theoria motus corporum coelestium* cz. művében adta közkinccsé.

A Mars és Jupiter közötti feltűnően nagy távolságból már régen sejtették, hogy e két bolygó között valamely egyelőre ismeretlen bolygónak kell léteznie. Ez a *Titius-féle* törvényből is következik. Ugyanis, ha a 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192 számok mindegyikéhez 4-et adunk, akkor

$$4 : 7 : 10 : 16 : 52 : 100 : 196$$

a Mercur, Venus, Föld, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus bolygók közepes távolságaival arányosak. A 16-os szám után 28-nak kellene következnie, de ennek megfelelő bolygó nem találtatott.

42. Az asteroidok. 1801. január 1-én *Piazzi* egy apró bolygót fedezett föl, s azt *Ceres*-nek nevezte. *Gauss* elmélete alapján ez a csakhamar elveszett bolygó 1802. január 1-én ismét megtaláltatott. 1802-ben fedezte föl *Olbers* a *Pallas*-t, 1804-ben *Harding* a *Juno*-t, 1807-ben *Olbers* a *Vesta*-t és huzamosabb pausa után 1845-ben *Hencke* az *Astrádt*. Ez óta ezek, a Mars és Jupiter közt keringő apró bolygók, melyek a *Titius-féle* 28-as számnak nagyjából megfelelnek, gondosabb vizsgálat tárgyai; a csillagászok valóság-gal vadásznak rájuk, s napjainkban közülök már 425-nek pályái ismeretesek.

A Marshoz legközelebb áll *Brucia* (N^o323) 2·1575-szörös földtávolságnyira a Naptól (321·6 mill. km), a Jupiterhez legközelebb áll *Thule* (N^o279) 4·2625-szörös földtávolságnyira a Naptól (635·4 mill. km). Keringési ideik megfelelőleg: 1157·56 ill. 3214·40 középnap.

Az ekliptikára legmeredekebben áll *Pallas* pályája (34°41'22·7'') míg *Massalia* (N^o20) pályája vele majdnem egybeesik (0°41'10·9''). Legnagyobb a *Siri* (N^o332) pályájának excentricitása (0·3767) míg a *Chicago* (N^o334) pályája legközelebb áll a körhöz (0·0037), vagyis a Nap a *Siri* pályájának középpontjától 182·5, a *Chicago*étól 2·2 mill. km-nyire fekszik. Leg-

nagyobb a *Vesta* átmérője (500 km), míg a legkisebbnek átmérőjét photometrikus uton 5 km-re becsülik. Nagyon valószínű, hogy az asteroidák raja egy nagy bolygó romjait képviseli; de erre vonatkozólag semmi bizonyosat sem tudunk.

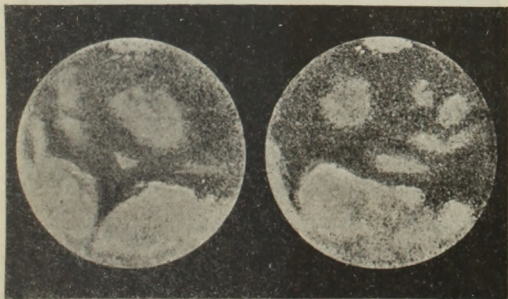
43. A főbolygók leírása. Az eddig felsorolt bolygókhoz az 1847-ben felfedezett Neptunt hozzácsatolván, most leírásukkal fogunk foglalkozni.

Mercur. A Naphoz igen közel állván, annak sugaraiban vész el. Különben olyan phasisokat mutat, mint a Hold. Ha alsó conjunctiókor a bolygó a pálya egyik csomópontja közelében tartózkodik, akkor mint apró fekete pont vonul el a Nap korongja előtt. Ilyen átvonulás minden évszázadban átlag 13 fordul elő. A legközelebbi átvonulás 1901. november 4-én lesz. Periheliumban 46, apheliumban 70 mill. km-nyire van a Naptól. Átlagos naptávolsága 58 mill. km-re tehető. Földünktől 218 mill. km-nyire távozhat, s hozzá 79 mill. km-nyire közeledhetik. *Bessel* szerint a Nap korongja előtti átvonuláskor látszólagos átmérője $10.5''$ volt, amiből valódi átmérője 4816 km-nek adódik ki. *Schiaparelli* szerint tengelye körül ugyanannyi idő alatt fordul meg, mint a Nap körül. Forgástengelyének állása még nincs pontosan megállapítva, de valószínűleg merőleges a pálya síkjára. Felületén magas hegységeket és légkört véltek észrevehetni.

Venus. Pompás sárga fényéről nevezetes. Elongatiója $45-48^\circ$ -ká növekedhetvén, legjobb esetben már 3 órával napkelte előtt, vagy még 3 óráig napnyugta után látható. Ugyanolyan phasisokat mutat mint a Hold. Legfényesebb akkor, mikor elongatiója körülbelül 40° -nyi, ekkor látszólagos átmérője $40''$ -nyi, melyen egy $10''$ -nyi szélességű sarló a teli Hold fényességének $\frac{1}{900}$ részével világít. Fényessége miatt igen nehezen észlelhető, s így tengelykörüli forgását illetőleg a vélemények igen eltérőek. Felületén magas hegyeket láttak, s határozottan van légköre.

Közepes naptávolsága $107\frac{1}{2}$ millió km. Pályája majdnem kör alakú, amennyiben perihelium idején csak $1\frac{1}{2}$ millió km.-el fekszik közelebb a Naphoz mint apheliumkor. A Földhöz 40 millió km.-nyire közeledhetik, s tőle 257 millió km.-nyire eltávozhat. Alsó conjunctiókor látszólagos átmérője $64''$, minnek megfelelőleg valódi átmérője 11969 km.

Ha alsó conjunctiókor a bolygó leszálló csomójának közelében tartózkodik, akkor mint apró fekete korong vonul el a Nap előtt. Ez a tünemény a Nap parallaxisának meghatározására alkalmas. Az első átvonulás 1639. december 4-én észleltetett. Ezt követték az 1761. június 6-iki, az 1769. június 3-iki átvonulások. A most elmúlt században 1874. december 8-án és 1882. december 6-án voltak átvonulások. A következők 2004. június 7-én, 2012. június 5-én, 2117. december 10-én és 2125. december 8-án lesznek.



23. ábra. A Mars korongja.

Az átvonulás megfigyelésénél a Földön egymástól lehetőleg távol fekvő álláspontok adatai döntenek, s kiváló gondnal kell a belépés és kilépés ideit megállapítani. A tünemény tartama meglehetősen hosszú, amennyiben pl. az 1769-iki átvonulás Finnországban 6 h 11 m 40 s. Taiti-ben pedig 5 h 48 m 4 s időtartamú volt. Ezt az átvonulást figyelte meg a magyar származású *Hell Miksa* bécsi csillagász Vardő szigetén. Észlelési adatai azonban túlságosan nagy parallaxisra vezetvén, a tudós észlelő az adatok meghamisításával vádoltatott. Csak újabban, mikor az *Encke*-féle parallaxis kicsinek találtatott, s oly érték van elfogadva, mely a *Hell Miksa* észleletével meglepően egyezik, rehabilitálódott igazságtalanul megvádolt hazánkfia, aki megérdemelte volna, hogy életében a legügyesebb észlelőnek hírébe kerüljön. Különben a parallaxis meghatározásának

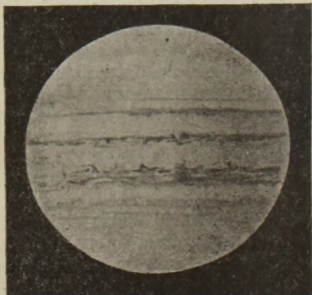
ez a módszere ujabban más pontosabb módszerekkel szemben egészen háttérbe kezd szorulni.



24. ábra. Mars-térkép.

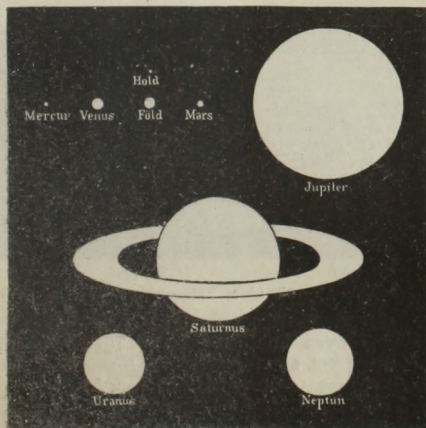
Mars. Az égboltozaton vöröses fénye miatt válik feltűnővé. Pályája igen excentrikus, amennyiben periheliumkor 1.38 egységnyire, apheliumkor 1.67 egységnyire áll el a Naptól. Közepes naptávolsága

227 millió km. Földünkhöz 57 millió km.-nyire közeledhetnek, s ha legtávolabb áll tőle, akkor 396 millió km.-nyi a távolsága. Erős távcsövön át felületén vöröses foltok, sarkainak közelében fehér foltok — valószínűleg hómezők — láthatók, melyek megfigyelése alapján rotációjának idejét 24 h 37 m-re teszik.



25. ábra. A Jupiter korongja.

Alakja gyöngye lapultságra mutat, melyet azonban még nem lehetett pontosan megállapítani. Tengelyének ferdesége majdnem akkora, mint földünké; s így a Mars-on is váltakoznak az évszakok, csakhogy körülbelül 2-szeres hosszúságuk, mert keringési ideje 687 nap. Ujabb megfigyelések a sajátságos Mars-csatornák fölismerésére vezettek, melyek a bolygó physikai

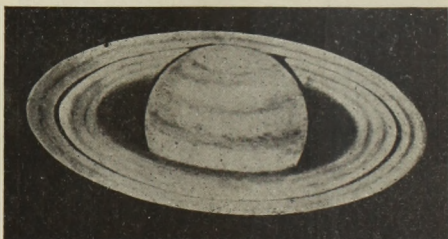


26. ábra. A bolygók nagyságainak összehasonlítása.

alkatát illetőleg a legkalandosabb föltevésekre vezettek. Annyi bizonyos, hogy a bolygónak van légköre, melyben heves viharok dúlnak. Átmérője 6770 km. 1877-ben *A. Hall* washingtoni csillagász a Marsnak 2 holdját fedezte föl.

Jupiter. Az égboltozaton mint ragyogó, élénk sárga csillag tűnik föl. A Naptól mért távolsága 736—811 millió km. közt, a Földtől mért távolsága 587—959 millió km. közt változik. Látszólagos átmérője 49 és 30" közt változik. Egyenlítői átmérője 143,757 km.-nyi

s a sarki átmérő $\frac{1}{14}$ részszel rövidebb. Lapultsága tehát igen erős. Felületén erős távcsöveken át felhőalakú sötét sávokat vehetni észre, melyeknek gyors alakváltozásaiból a bolygó légkörében dühöngő rengeteg viharokra lehet következtetni. Rotációjának időtartama 9 h 56 m. Minthogy tengelye a pálya síkjára majdnem merőlegesen áll, rajta az évszakok változása alig lehet észrevehető. A többi bolygókhoz mért viszonylagos nagyságát a 26. ábra tünteti föl.



27. ábra. Saturnus.

Négy fényes holdját először 1610-ben *Galilei* vette észre. 1892. szeptember 9-én *Barnard* a californiai Lick-observatorium óriási távcsövén át meglátta ötödik holdját is. A holdak a bolygótól számítva I—V sorszámmal különböztetnek meg egymástól. Fogyatközásaik megfigyeléséből számította ki *Römer Olaf* a fény terjedési sebességét 1675-ben.

Saturnus. Az égboltozaton mint halavány sárga csillag szabad szemmel látható. Naptávolsága 1338—1497 mill. km. Földünktől mért távolsága 1190—1646 mill. km. közt változik. Látszólagos átmérője 15—20'' s így a bolygó tényleges átmérője 119075 km.-nyi. Lapultsága az aequatoriális átmérőnek $\frac{1}{9}$ -e. Teste oly sávokat mutat, mint a Jupiter, s ezek megfigyelése alapján rotációjának idejét $10^h 16^m$ -ra teszik. Egyenlítőjének síkja $28^{\circ}40'$ -nyi szög alatt hajlik pályasíkjához.

A többi bolygóktól a Saturnust gyűrűje különbözteti meg, mely egyenlítője tájkán szabadon lebeg

az égitest körül, a melyet először *Galilei* vett észre. Már *Cassini* észrevette, hogy a gyűrű nem egy darabból áll, később kitűnt, hogy 3 koncentrikus gyűrű kering az égitest körül. *Struve* szerint a külső gyűrű átmérője 138200 km., szélessége 7900 km.-nyi, erre egy 1750 km.-nyi köz következik. A középső gyűrű átmérője 118900 km., szélessége 15900 km. Ehhez csatlakozik a legbelső sötét gyűrű, melynek belső átmérője 73110 km. Az égitest egyenlítőjének átmérője 62020 km. Eddigelé 8 holdja ismeretes.

Uranus. Teleskopikus csillag, melyet 1781. márcz. 13-án *Herschel* látott meg először. Siderikus keringési ideje 84 év 7 nap 9 óra 22 percz 7 másodpercz. Közepes naptávolsága 2864 millió km. Pályájának excentricitása 0.0464, hajlása 46'4". Földközelen látszólagos átmérője 4'3" s ennél fogva valódi átmérője 59171 km. Eszrevehető lapultsága nincs, rotációjáról bizonyosat nem tudunk. Holdjainak száma 4.

Neptunus. Szintén teleskopikus csillag. Pályájának fél nagy tengelye 30.05 egységnyi, keringési ideje 164.8 év. Pályasíkja 46'21" alatt hajlik. Látszólagos átmérője 2'5", minek megfelelőleg valódi átmérője 54979 km. Lapultságáról és rotációjának idejéről nem tudunk bizonyosat. Eddig 1 holdja ismeretes.

A közelebbi tudnivalókat illetőleg az alábbi táblázatokra utalunk.

Név	Nap-távolság mill. km.		Föld-távolság mill. km.		Siderikus keringési idő					Egyenlítői átmérő km.	Forgási idő		
	max	min	max	min	év	mp	ó	p	mp		ó	p	mp
Nap . . .	—	—	151	146	—	—	—	—	—	138700	25	4	29
Mercur . .	69	46	218	79	—	87	23	15	44	4816	—	—	—
Venus . . .	108	107	257	40	—	224	16	49	8	11969	—	—	—
Föld . . .	151	146	—	—	1	—	—	9	9	12756	23	56	41
Mars . . .	248	205	396	57	1	331	17	30	43	6745	24	37	23
Jupiter . .	811	736	959	587	11	314	20	6	58	143757	9	55	37
Saturnus . .	1497	1338	1646	1190	29	166	23	40	21	119075	10	14	24
Uranus . . .	2948	2719	3132	2570	84	7	9	22	7	59171	—	—	—
Neptunus . .	4506	4430	4655	4281	164	280	2	42	57	54979	—	—	—

N é v	Felü- let Föld=1	Tér- fogat Föld = 1	Tömeg Föld=1	Sűrűség	Nehézség az egyenlítőn	Az ésés l. mp-ében be- futott út	Holdak száma
Nap . .	11852	1290271	331301	1·39	27·625	135·6	—
Mercur . .	0·14	0·052	0·04	6·45	0·439	2·1	0
Venus . .	0·88	0·975	0·81	4·44	0·802	3·9	0
Föld . .	1·00	1·000	1·00	5·58	1·000	4·9	1
Mars . .	0·28	0·148	0·11	3·91	0·376	1·7	2
Jupiter . .	121	1279	316	1·33	2·261	11·0	5
Saturnus . .	81	719	95	0·70	0·892	4·4	8
Uranus . .	21	69	15	1·07	0·754	4·5	4
Neptunus . .	19	55	18	1·65	1·142	7·6	1

Bolygó	A Hold neve	Tropikus kering. idő				Közepes távolság km.	Egyenlítői átmérő km.
		d.	h.	m.	s.		
Mars	Phobos	—	7	39	15	9340	10
	Deimos	1	6	17	54	23320	10
Jupiter	I.	1	18	27	34	426480	4060
	II.	3	13	13	42	678660	3410
	III.	7	3	42	33	1082590	5770
	IV.	16	15	32	11	1904340	4810
	V.	—	11	57	23	183400	—
Saturnus	Mimas	—	22	37	5	184450	470
	Enceladus	1	8	53	7	236820	590
	Thetis	1	21	18	26	293350	920
	Dione	2	17	41	9	375460	870
	Rhea	4	12	25	12	527200	1200
	Titan	15	22	41	23	1218600	2260
	Hyperion Japetus	21 79	6 7	39 54	37 17	1491800 3545000	310 780
Uranus	Ariel	2	12	29	21	228600	—
	Umbriel	4	3	27	37	318350	—
	Titania	8	16	56	30	522300	—
	Oberon	13	11	17	6	698600	—
	Neptun-Hold	5	21	2	44	399700	3600

VII.

44. Newton gravitációs elmélete. A *Kepler*-féle törvények a bolygók mozgásának leírását adják, de a bolygók és a Nap közt ható erő bennök nem szerepel. *Newton Izsák* lángeszének volt fentartva az, hogy erre az erőre, a *nehézségi erőre* rámutasson. E szerint két tömeg egymást oly erővel vonzza, mely egyenesen arányos a vonzó tömegekkel, és fordítva arányos távolságuk négyzetével.

Minthogy az égitestek méretei távolságaikhoz képest elenyésző csekélyek, azokat pontoknak tekinthetjük. Ha ismerjük Földünk tömegét, — s ennek meghatározására a physika többféle eljárást nyújt — akkor Newton törvénye alapján a többi égitestek tömegeit is megállapíthatjuk. Így kerültek megelőző táblázatunkba a tömegekre vonatkozó adatok.

Newton föltevése abban áll, hogy az az erő, mely az égitestek közt hat, azonos azzal az erővel, amelylyel a Föld a rá eső követ vonzza. Törvényének igazságát maga *Newton* úgy igazolta, hogy kiszámította a Holdnak centripetális gyorsulását, s ezt a tényleges adattal megegyezőnek találta. *Clairaut* a *Newton*-féle elmélet alapján oly theoretikus képletet állított föl, melyből a Föld lapultságát lehetett kiszámítani. A számított adat a geodetikus adattal megegyezett. A *Newton*-féle elmélet alapján számításnak lehet alávetni az árapály tünetnyét, s a számítások eredményei a tényleges eredményekkel megegyeznek. De a *Newton*-féle elmélet legmeglepőbb bizonyítéka, s az emberi ész legnagyobb diadala a Neptun bolygó fölfedezése.

45. A Neptun fölfedezése. *Bouvard* 1821-ben táblázatokat adott ki az Uranus bolygóra vonatkozólag. Ezek már néhány év múlva lényegesen eltértek az észleletek adataitól. Ezt 1823-ban *Bessel* azzal magyarázta, hogy az Uranus eltér a *Kepler*-féle törvényektől, háborgatásoknak van alávetve. Ebből egy az Uranuson túl keringő bolygó létezésére következtettek. *Leverrier* 1845—46-ban Uranus eltéréseit pontosabban megvizsgálta, s abból a föltevésből kiindulva, hogy az ismeretlen bolygó a Naptól kétszer akkora távolságnyra fekszik mint az Uranus (a Titius törvénye alapján, mely azonban a Neptunusra nézve nem áll, mert 388 helyett ennél 300 az arányszám), s hogy pályasíkja egybeesik az eklipt-

tikával, kiszámította az ismeretlen bolygó pályaelemeit és 1847. évi valószínű helyét. Távirati felszólítására *Galle* 1847. szeptember 23-án a *Leverrier*-től kijelölt helytől 1^o-nyira megtalálta az új bolygót, mely a Neptunus nevet kapta. *Adams* oxfordi csillagász *Leverrier*-től függetlenül már 1844-ben tett hasonló számításokat, de a bolygót *Airy* és *Challis* csillagászok *Adams* utmutatásai nyomán nem találták meg.

46. Praecessio. Nutatio. A Föld tengelyének helyzete nem állandó. A tengely ugyanis 26000 év alatt keletről nyugat felé egyszer megfordul az ekliptika tengelye körül. Ez egy *giratiós* mozgás következménye, melynek oka abból a túlnyomó vonzásból ered, melylyel a Nap a Földnek kidomborodó egyenlítői részeire hat. Ennélfogva a földtengelynek az égboltozattal való metszéspontja az ekliptika polusa körül kört ír le. Míg most a Kis Medvének egy csillaga áll a polus közelében, addig ez a csillag *Hipparchus* idejében a polustól 12^o-nyira elállott. Az égboltozat északi polusa a 2095. esztendeig folyton közeledik a Sarkcsillaghoz, s ekkor az csak 26'-nyire fog tőle elállani. Innét kezdve a mostani Sarkcsillagtól folytonosan távozni fog, és 12000 év múlva a Lant csillagképeinek α csillaga lesz a Sarkcsillag.

Ez az ingadozás a *praecessió*, melynek következtében a tavaszpont az ekliptikán keletről nyugat felé hátrál. Hátrálása évenként 50'23572"-nyi.

Az ekliptika ferdesége sem marad állandó, hanem a legrégebb történeti idők óta fogyásban van. Jelenleg a fogyás minden évszázadban 47". *Laplace* szerint azonban ez a változás is időszakos és körülbelül 1^o-nyira tehető.

A földtengely és az ekliptikatengely ezen lassu mozgásain kívül még egy *giratiós* mozgása van a Föld tengelyének, melyet a Hold vonzása okoz. Ez a *nutatio*. Ennek következtében a valódi északi sark a közepes északi sark körül $18\frac{2}{3}$ év alatt egy 19" hosszúságu és 16" szélességü ellipsist ír le.

A Föld csillagászati viszonyai tehát korántsem oly állandóak, mint amilyeneknek képzelni szeretnők. Nem állandó a földpálya excentricitása, s így alakja sem; mert igen hosszú periodussal bíró változásnak van alávetve. Az excentricitás *Leverrier* szerint 1850-ben 0.01677 volt, s minden évszázadban 0.00004245-szel

fogy. A földpálya helyzete a pályasíkjában szintén nem állandó, amennyiben az apsidák tengelye az évenkénti mozgás irányával egyezőleg egyenletesen forog. Forgása *Leverrier* szerint egy juliánusi évben $11\cdot46''$ -nyi.

VIII.

47. A Naprendszer. Eddig csupán kétféle, a Nap mint központi égitest körül keringő égitesteket ismerünk: a főbolygókat és az asteroidokat. Ezeken kívül a Nap körül még más égitestek is keringenek, mint az *üstökösök* és a *meteorok*. Mindezek a *Naprendszert* alkotják, melynek keletkezéséről *Kant* és *Laplace* állítottak föl egy szellemes elméletet. Ezt később *Plateau* az ő híres forgatható olajcsöppjével kísérletileg is támogatta. E szerint a Naprendszer összes anyaga eleinte rengeteg kiterjedésű laza gáztömeg volt, melynek átmérője a Neptun pályájának átmérőjénél jóval nagyobb lehetett. Valamely ismeretlen oknál fogva az a gáztömeg forgásnak indult, és lassankint sűrűsödött. A mindinkább gyorsuló rotáció következtében a gáztömeg az egyenlítői táján erősen kidudorodott, s a centrifugális erő következtében innét lassankint kisebb tömegek váltak le, s hasonló módon forogtak tengelyük körül, mint a központi gáztömeg, de azonkívül e körül is keringtek. Így keletkeztek a bolygók, legelsőbbben a belsők, s utóljára a Neptunus. A Saturnus az egész processusnak kicsiben képét adja. Gyűrűi és a bolygók leválása a *Plateau*-féle kísérlettel utánozhatók. Az összehuzódás és kihülés folyamata a Naprendszerben most is tovább tart még, s assymptotikusan közeledünk ennek folytán a „világ vége” felé.

48. Az üstökösök. A babonás világnak ezen félelmes csillagai a bolygóktól első sorban abban különböznek, hogy elliptikus pályáik rendkívül megnyúltak. Periheliumkor óriási sebességgel rohannak a Nap körül, a Naptól elforduló oldalukon pedig sok millió km.-nyi hosszúságú csóvát bocsátanak ki, mely a Nap közelségéből távoztuk alkalmával ismét eltűnik. Általában minden üstökösnél megkülönböztethetjük a fényes *magot*, melyet ködszerű burkolat vesz körül.



28. ábra.
Az 1874-iki üstökös.

(28. ábra) Vannak azonban csóva nélküli üstökösök is, sőt olyanok is, melyek pusztán egy ködfolt be nyomását teszik a szemlélőre. A csóva néha több ágra szakad s ugyanazon üstökösnél minden a periheliumban való megjelenésekor más és más alakú. Az észlelt üstökösök száma igen nagy.

Pályáikat illetőleg *310 üstökös közül 204-nek parabola, 94-nek ellipsis és 13-nak hyperbola alakú pályája van. Csak az ellipsis alakú pályákon járó üstökösök periodikusak, a többiek egyszer jelennek meg a Naprendszerben, s aztán örökre távoznak belőle, más világokat fölkeresendők.

Tömegük rendkívül csekély. Így pl. az 1770-iki *Lexell*-féle üstökös, melynek keringési ideje $5\frac{1}{2}$ év volt, igen közel elhaladt a Jupiter mellett, de a Holdak mozgását nem volt képes megzavarni. Pályája akkor oly alaposan megváltozhatott, hogy többé nem került vissza a Nap közelébe.

A legnevezetesebb üstökösök:

a) Az 1680-iki nagy üstökös, mely 1680. őszétől 1681. tavaszáig volt látható. 1680. december 18-án ment át a periheliumon, s ekkor 924200 km.-nyire állt a Naptól. Pályája parabolikus, mozgása direct.

b) Az 1744-iki üstökös oly fényes volt, hogy márczius 1-én, mikor a periheliumon ment át, délben is látható volt; hat csóvát bocsátott ki. Napközelen távolsága 33·12 millió km. volt.

c) Az 1811-iki üstökös egyike a legfényesebbeknek. 1811. márczius 26-tól 1812. augusztus 17-ig látható volt. Szeptember 12-én érte el a periheliumot 154·33 millió km.-nyi távolsággal. Csóvája 25° hosszúságú volt. *Argelander* szerint elliptikus pályában kering, periodusa 3065 év.

d) Az 1843. II. a Naphoz 819800 km.-nyire közeledett, csóvája 250 millió km.-nyi hosszúságú volt. 1880-ban ugyanilyen körülmények közt jelent meg a Nap közelében egy üstökös, s ha e kettő azonos, akkor a pálya ellipsis-alakú, a keringési idő pedig 37 év. A kérdés azonban még nincsen eldöntve.

e) Az 1858-iki *Donati*-féle üstökös június 2-án még teleskopikus ködfolt volt, periheliumkor azonban csóvájával a fél égboltozatot beborította.

f) Az 1881-iki nagy üstökös május 22-én fődöz tetett föl. Csóvája 20° -os, napközelsége 109·48 millió km.-es volt. 9 hónapig észlelhető maradt.

g) Az 1882-iki szeptemberi üstökös igen fényes volt. Szeptember 17-én elvonult a Nap korongja előtt, de azon nem volt látható. Ez alkalommal több darabra szakadt. A darabok körülbelül ugyanazt a pályát követik.

h) A *Halley*-féle periodikus üstökös 76 éves keringési idővel, 1682-ben fődöztetett föl. Azonosnak bizonyult az 1456, 1531, 1607-ben látottakkal, s a pályaszámítások szerint 1759. márczius 12-én eléggé pontosan újra beköszöntött. 1853 november 16-án újra megjelent, s 1910. május 17-én fog legközelebb ismét feltűnni. Pályája messze a Neptunon túl terjed. Míg apheliumkor mp.-kint csak $3\frac{1}{4}$ m.-t halad, addig periheliumkor sebessége 393260 m. mp.-kint.

i) A *Biela*-féle üstökös 1826. február 27-én mint gyöngye köd láttatott először. $6\frac{3}{4}$ éves keringési időt számítottak ki számára. 1839-ben nem volt látható, de 1845. november 28-án ismét előkerült. 1846. jan. 13. és 27-e közt a Föld gázolt rajta keresztül, s ekkor két részre szakadt. Azóta nem került vissza, hacsak az 1896. december 8-iki *Perrine*-féle üstökös nem azonos egyik darabjával.

Főlemlíthetők még az 1790-iki *Messier*-féle, az 1818-iki *Encke*-féle, az 1858-iki *Winnecke*-féle stb.

49. Meteorok. Derült éjszakákon az égboltozaton fényes *hullócsillagok* észlelhetők. Némelykor ezeknek mozgásuk lassubb, fényességük nagyobb, s ekkor *tűzgolyók*-nak neveztetnek. 1799. november 12-én, 1833. november 13-án, 1866. november 14-én és 27-én az észlelők az égboltozaton valóságos tüzesőt láttak. Az utóbbi körülmény a hullócsillagok megjelenésében bizonyos periodicitásra mutat.

A legtöbb hullócsillag átrohanva a Föld légkörén, nyomtalanul eltűnik. De vannak olyanok, melyek közvetlenül a Földre esnek, s itt megtaláltnak. Hullócsillag és tűzgolyó közt ma már nem kell különbséget tenni, s mindkettő a *meteor* közös elnevezéssel illelhető. Különböző észlelőhelyekről végzett egyidejű észleletek segítségével meghatározható volt a meteorok magassága, és sebességük. Magasságuk 90—130 km., de láttak meteort 1000 km. magasságban is. Sebességük az atmosphaerába lépésükkor 20—70 km.-es de a nagy közegellenállás azt körülbelül $\frac{1}{30}$ -ára szállítván le, *Schiaparelli* szerint 40000° C-ra hevíti a meteort. Ha a meteor nem nagy, akkor

ezen hőmérséklet mellett elpárolog, ellenkező esetben csak felületén olvad meg, s a légkörből kikerülve, folytatja utját. Megecsik, hogy fent a magasban szétrobban, s törmelékei a Föld felületén megtalálhatók. A légnevezetesebb meteorhullások :

Idő	Hely	Darabok száma	Súly
1803. ápr. 26.	l'Aigle	3000	8 g — 9 kg.
1806. márcz. 15.	Alais	2	2—4 kg.
1807. márcz. 13.	Smolensk	1	80 kg.
1869. máj. 5.	Krähenberg	1	15 "
1869. máj. 22.	Clégnérec	1	80 "
1866. jun. 9.	Knyahina	1	280 "
1751. máj. 26.	Zágráb	1	39 "

Leesésük idejét nem tudják, de alkatukra nézve meteoritek: a lénártói (Kárpátok) mely 1814-ben találtatott és 97 kg.-os, a krasznojarszki, mely 1722-ben találtatott és 655 kg.-os. Anyaguk főleg vas, nikkellel keverve, mi mellett broncit, olivin, enstatit stb. is előfordulnak. A Földön ismeretlen vegyületet a meteoritekben már találtak, de ismeretlen elemet nem. A csiszolt felületet választóvízzel etetve, azon előállanak az u. n. *Widmanstätten*-féle rajzok.

Vannak u. n. meteorrajok, melyek az égboltozat egy bizonyos pontjából, a *radians*-ból sugározzák szerte szét a hullócsillagokat. A legismeretesebbek: a) január 2—3.; b) február 19—20. a Herkulesben; c) április 18—20. a Lantban; d) július 25—31. a Hattyúban; e) augusztus 9—12. a Perseusban; f) október 16—24. az Orionban; g) november 13—15. az Oroszlánban; h) november 27. az Andromedában; i) december 8—12. az Ikrekben. Különösen nevezetesek a *perseidák* és a *leonidák*.

Ujabbán észrevették azt, hogy a meteorrajok bizonyos üstökösökkel megegyeznek, pályájuk azokéval összeesik. Ez a megfigyelés az üstökösök egy részének természetét illetőleg igen becses magyarázatul szolgál. Lehetséges, hogy valamennyi üstökös ilyen szerkezetű. A csóvaképződést azzal lehet megmagyarázni, hogy az égítést anyaga a Nap közelében elpárolog, s így csóvát ezek, a pálya mentén visszamaradó párák

alkotják. A csóva alakulásánál bizonyára elektromos erőknek is szerep jut.

IX.

50. Az állócsillagok elnevezése. *Bayer János* 1603-ban megjelent Uranometriájában a csillagképben az állócsillagokat fényességük szerint rendezte, s a legfényesebbtől kezdve azokat kis görög betűkkel jelölte meg. E mellett a legfényesebbek rendszerint arab elnevezésüket is megtartották. Így pl. a Nagy Medve α -ja a *Dubhe*, δ -ja a *Mizar* és a közelében látható apró csillagocska az *Alcor*, végső csillaga (η) a *Bénetnas*. Egyéb elnevezések az alább következő táblázatban találhatók.

51. Az állócsillagok parallaxisa alatt azt a szöveget értjük, mely alatt a csillagról a földpálya átmérője látható volna. Meghatározásuk körül a *Copernicus*-féle rendszer elfogadása után sokat fáradoztak, de a pontatlan mérőeszközök miatt eredményhez nem jutottak. 1838-ban *Bessel*-nek sikerült a Hattyu csillagképének 61. csillagára vonatkozó parallaxist $0.314''$ -ben megállapítani. Ez óta a kérdés számos állócsillagra vonatkozólag megoldást nyert, s meghatározottat a csillagnak Földünkötől mért távolsága. Ezek a távolságok azonban oly nagyok, hogy egységül a fényévet kell fölvenni, vagyis azt az óriási távolságot, melyet a másodpercenként 300000 km.-nyi sebességgel haladó fény egy esztendő alatt megtesz. Bár abból az egység nagyságára semmiféle következtetést sem vonhatunk, megemlítjük, hogy egy fényév 9,467,280,000,000 km.-t jelent. A $0.314''$ -nyi parallaxisnak 8 fényév felel meg.

52. Az állócsillagok nagyságai és számuk. Régóta szokásos az állócsillagokat fényességük rendjében 6 osztályba sorozni. Ha tehát „nagyság“-ról van szó, akkor az alatt csupán fényességük értendő. Hiszen a legnagyobb állócsillag a legfinomabb távcsövön át szemlélve is csak méretek nélküli pontnak látszik. A 6-odrendű állócsillagok még szabad szemmel láthatók. A teleskopikus csillagokra nézve utóbb az osztályozást folytatták. Ugyanis *Pogson* szerint két egymásra következő osztály fényerejének aránya 2.512-re tehető. Ennek alapján ha az I. osztályú csillag fényerejét 1-nek vesszük, akkor a fényerősségek a következők lesznek :

II. oszt.	0.3981	VI. oszt.	0.0100*
III. "	0.1585	VII. "	0.0040
IV. "	0.0631	VIII. "	0.0016
V. "	0.0251	IX. "	0.0006 stb.

Agrelander szerint középső Európában szabad szemmel 3238, *Heis* szerint 3395 csillag látható. Az egyes osztályok és alosztályokba a csillagok következő számmal sorozhatók be.

1.6 nagyságig	19	6.6— 7.5 nagyságig	19900
1.6—2.5	65	7.6— 8.5	68000
2.6—3.5	200	8.6— 9.5	241000
3.6—4.5	490	9.6—10.5	723000
4.6—5.5	1400	10.6—11.5	2170000
5.6—6.5	4900	11.6—12.5	6500000 stb.

A csillagok ilyen rengeteg száma csak terjedelmes csillag-catalogusokban vagy igen pontos csillagtérképekben tartható számon.

53. Az állócsillagok színe igen különböző. Vannak fehérek, sárgás, vöröses, zöldes és kékes színűek. A szín meghatározása igen nehéz és rendszerint a megítélés egyéni dolog.

54. Változó csillagok. 1669-ben *Montanari* azt vette észre, hogy β Persei (Algol), mely közönségesen 2. nagyságú, némelykor 3. sőt 4. nagyságú fényerővel világít. *Goodrike* szerint ez a 2.3 nagyságú csillag 4h 37.5 m mulva 3.5 nagyságúvá, s ugyanannyi idő mulva ismét 2.3 nagyságúvá válik, s ilyen marad 2 napig és 11 h 33 m-ig. Aztán a változás újra kezdődik. Ilyen szabályos változás vehető észre még 10 más csillagnál, s azért ezek az *Algol-typushoz* soroltatnak. Ugyancsak *Goodrike* 1784-ben a β Lyrae-t vizsgálva, azt találta, hogy 3 d. 3.3 h alatt 4.5-ről 3.4-re emelkedik, 3 d 5.8 h alatt 3.9-re süllyed, 3 d 2.9 h alatt 3.4-re emelkedik, hogy 3 d 3.8 h alatt ismét 4.5-re menjen vissza. Hasonló fényváltozat 11 csillagnál constatáltatott.

Vannak azonban szabálytalanul változó csillagok is. Pl. o Ceti, az u. n. mira Ceti, mely szabálytalanul a 2. és 5. nagyság közt változik.

A most számon tartott változó csillagok közül:

29-nek	8 h. — 20 d.
11-nek	20 d. — 100 d.

- 22-nek 100 d. — 200 d.
 51-nek 200 d. — 300 d.
 59-nek 300 d. — 400 d.
 19-nek 400 d.-en felüli a periodusa.

55. Ephemeres csillagok az olyanok, melyek egy alkalommal feltűnnek, rendkívüli fényben ragyognak, majd ismét teljesen eltűnnek. Legnevezetesebb: *Tycho* csillaga a Cassiopejában, mely 1572-ben tűnt fel, oly fényes volt, hogy nappal is lehetett látni, majd mindjobban elgyöngült, s 1574 óta nem látható többé. Azóta több ilyen tünemény észleltetett.

56. A változó csillagok természete. Valószínű, hogy a fényváltozatokat egy a fényes főcsillag körül keringő sötét bolygó okozza, mely időszakosan elfedi a főcsillag egy részét. 1889-ben *Vogel* és *Scheiner* kimutatták, hogy az Algol 1 d. 10 h.-val fényminimuma előtt Földünkől távozik, aztán ugyanannyi ideig ismét Földünk felé közeledik. Ebből a körülményből és a fényváltozat periodusából kiszámították, hogy: a főcsillag átmérője 2510000 km., a sötét kísérőé 1960000 km., középpontjaik távolsága 5190000 km., a főcsillag a pályában 42 km., a kísérő 89 km. sebességgel halad, a főcsillag tömege a Nap tömegének $\frac{4}{9}$ -e, a kísérő tömege $\frac{2}{9}$ -e. Hasonló módon magyarázta meg *Pickering* a β Lyrae viselkedését.

57. Kettős és többszörös csillagok. Vannak csillagok, melyek erős távcsöveken át szemlélve kettőseknek, sőt többszörösekként látszanak. Most körülbelül 6000 kettős csillagot tartanak számon. Közelségük vagy tényleges, vagy csak azért áll elő, mert körülbelül ugyanabban a látósugarban, de egymás mögött nagy távolságnyira fekszenek. Az együvé tartozó kettős csillagok közös tömegközéppontjuk körül keringenek, amit 800 esetben lehetett megállapítani. 30 esetben a keringés közelebbi körülményei is elegendő pontossággal megállapíthatók voltak. A legrövidebb keringési időt ($11\frac{1}{2}$ év) a Csikó δ -ja, a leghosszabbat (1578 év) a Vizöntő ζ -ja mutatja. Vannak többszörös összetartozó csillagok is, mint a Rák ζ -ja (3 fényes és 1 sötét), az Andromeda γ -ja, a Skorpió ξ -je, a Herkules μ -je, a Lant α -ja (4-szeres). Az Egyszarvuban van egy 10 csillagból álló rendszer.

58. **Ködfoltok és csillaghalmazok.** A *tejut* (Csaba utja) egy a legnagyobb gömbi körtől csak kevésbé eltérő ív, szabálytalanul határolva, mely a Sas, Kigyó, Hattyu, Cassiopeja, Perseus, Fuvaros, Egyszarvu, Hájó, Kereszt, Scorpio és Nyilas csillag-



29. ábra. Az Orion ködfoltja.

képein vonul keresztül. Szélessége 17° és 2° közt változik. Rendkívül erős távcsöveken át a csillagok sűrű halmazának látszik. *Herschel* szerint Naprendszerünk egy lencsealaku csillaghalmaz közepe táján foglal helyet. Ennek átmérője 14000 fényév. Ha a



30. ábra. Az Andromeda köd.



31. ábra. A Lyra gyűrűs ködje.

csillaghalmaz szélei felé tekintünk, a csillagok oly sűrűen állanak, hogy a tejuttá halmozódnak össze, erre merőleges irányban nézve pedig az égboltozaton elszórt állócsillagokat látjuk.

Távcsövel apró csillagokra bontható *csillaghalmaz* sok van, mint pl. a Fiastyúk. De vannak olyanok is, melyeket legerősebb távcsöveink sem képesek ele-

meikre bontani. Ezeket *planetáris köd*-öknek nevezzük. 29—31. ábráink a legnevezetesebbeket mutatják.

59. A Naprendszer mozgása. *Doppler* a róla nevezett ismeretes tünemény alapján azt állítja, hogy a Föld felé közeledő csillagok színe a vöröstől a viola felé változik, ellenkező esetben pedig a violától a vörös felé módosul. Minthogy azt vették észre, hogy az égboltozat egy bizonyos pontja körül az állócsillagok egymástól távolodnak, az ellenkező oldalon pedig egymáshoz közelednek, másrészt az első pont felé a csillagok színe a viola felé, az ellenkező oldalon a vörös felé haladva módosul, ebből arra következtettek, hogy a Naprendszer az első pont, az u. n. *apex* felé közeledik. Ez a pont a Kigyó ζ -ja közelében fekszik. A mozgás sebességét mp.-enkint 25 km.-re becsülik.

Záradékul egy az állócsillagokra vonatkozó táblázatot közlünk.

Jelölés	Név	Parallaxis	Távolság
α Andromedae	Sirrah	0.059	55.0
β „	—	0.074	43.9
α Aquilae	Atair	0.207	15.7
α Arietis	Hamal	0.080	40.6
α Aurigae	Capella	0.181	17.9
β „	—	0.062	52.4
α Bootis	Arcturus	0.102	31.8
α Canis majoris	Sirius	0.330	9.7
α „ minoris	Procyon	0.322	10.1
α Cassiopeiae	Sedir	0.030	90.1
β „	—	0.151	21.1
γ „	—	0.050	81.8
η „	—	0.285	11.4
θ „	—	0.232	14.1
μ „	—	0.180	18.0
α Centauri	—	0.815	4.0
β „	—	0.322	10.1
α Cephei	Alderamir	0.061	53.0
γ Cygni	—	0.402	31.8
61 ¹ „	—	0.394	8.2
61 ² „	—	0.415	7.0
γ Draconis	—	0.064	50.7
δ „	—	0.240	13.2
ν ¹ „	—	0.320	10.2
ν ² „	—	0.280	11.6
δ Equulei	—	0.017	191.2
ε Eridani	—	0.140	23.2
o ² „	—	0.195	16.7

Jelölés	N é v	Paral- laxis	Távol- ság
α Geminorum	Castor	0·198	16·4
β * "	Pollux	0·057	57·0
α Herculis	Ras Algethi	0·050	65·0
δ "	—	0·061	53·3
η "	—	0·400	8·1
π "	—	0·110	29·5
α Leonis	Regulus	0·089	36·5
β "	Denebola	0·029	120·0
α Lyrae	Vega	0·092	35·3
70. Ophiuchi	—	0·218	14·9
α Orionis	Beteigeuze	0·022	147·6
α Pegasi	Markab	0·082	39·6
ε "	—	0·081	40·1
α Perseï	Algenib	0·087	37·3
β "	Algol	0·059	55·0
α Tauri	Aldebaran	0·101	32·2
β "	—	0·063	51·6
α Ursae maj.	Dubhe	0·047	69·1
β " "	—	0·087	87·3
γ " "	—	0·100	32·5
ε " "	—	0·081	40·1
δ " "	—	0·052	62·5
ζ " "	—	0·130	25·0
10 " "	—	0·020	162·4
α Ursae min.	Polaris	0·082	39·6
β " "	Cohab	0·064	50·7
δ " "	Yildun	0·118	27·5

TARTALOM.

1. A kosmografia lényege	3
2. A kosmografia tárgya	3
3. Az égboltozat	3
4. Az égboltozat nevezetesebb csillagképei	5
5. Tájékozódás az égboltozaton	6
6. Az égboltozat naponkinti látszólagos mozgása	7
7. Csillagidő	8
8. Helymeghatározás az égboltozaton	8
9. A meridián kitűzése	9
10. Az aequatoriális coordinata-rendszer	10
11. A passage-cső	11
12. Az aequatoriális műszer	12
13. Földünk alakja	12
14. A Föld méreteinek közelítő megállapítása	13
15. Helymeghatározás a Föld felületén	14
16. A földrajzi szélesség meghatározása	14
17. A földrajzi hosszúság meghatározása	14
18. Fokmérések	15
19. A Föld tengelykörüli forgása	17
20. A tengelykörüli forgás bizonyítékai	17
21. A Nap évenkinti látszólagos mozgása	19
22. Időszámítás	21
23. Zónaidő	23
24. A kalendárium	23
25. A Napévilátszólagos mozgásának magyarázata	24
26. Az évszakok változása. Földövek	27
27. A nappalok váltakozó hossza	28
28. A Nap méretei	29
29. A Nap tengelykörüli forgása	30
30. A Nap ábrázata	30
31. A Nap spektroskopiája	33
32. A Nap fény- és hőviszonyai	34
33. A Nap alkatára vonatkozó elméletek	35
34. A Hold pályája	37
35. A Hold fényváltozatai	39
36. A Hold felülete, physikai alkata, rotatiója	40

37. Fogyatkozások	42
38. A bolygók látszólagos pályái	44
39. A bolygók valódi mozgásai	45
40. A bolygó pályájának meghatározó adatai	46
41. A Titius-féle törvény	46
42. Az asteroidok	47
43. A főbolygók leírása	48
44. Newton gravitációs elmélete	55
45. A Neptun felfedezése	55
46. Praecessio. Nutatió	56
47. A Naprendszer	57
48. Az üstökösök	57
49. Meteorok	59
50. Az állócsillagok elnevezése	61
51. Az állócsillagok parallaxisa	61
52. Az állócsillagok nagyságai és számuk	61
53. Az állócsillagok színe	62
54. Változó csillagok	62
55. Ephemer csillagok	63
56. A változó csillagok természete	63
57. Kettős és többszörös csillagok	63
58. Ködfoltok és csillaghalmazok	64
59. A Naprendszer mozgása	65

Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban

megjelent és tőle, valamint minden hazai könyvárustól megszerezhető :

Tudományos zsebkönyvtár.

Minden egyes füzet 30 kr. = 60 fillér.

A „Tudományos zsebkönyvtár“ időhöz nem kötöttek, 60 filléres kis füzetekben jelenik meg s a tudományok minden ágára kiterjeszkedik.

Eddig elé a következő füzetek jelentek meg :

1. *Földrajzi és statisztikai tabellák.* Összeállította Hickmann A. és Péter J.
2. *Arith. és algebrai példatár.* Irta Dr. Lévy Ede.
3. *Kis latin nyelvtan.* Irta Dr. Schmidt Márton.
4. *Magyar irodalomtörténet.* Irta Gaal Mózes.
5. *Görög nyelvtan.* Irta Dr. Schmidt Márton.
6. *Francia nyelvtan.* Irta Dr. Pröhle Vilmos.
7. *Angol nyelvtan.* Irta Dr. Pröhle Vilmos.
8. *Római jog. I. Institutiók.* Irta Dr. Bozóky Alajos.
9. *Római jog. II. Pandekták.* Irta Dr. Bozóky A.
10. *Egyházjog. (Kathol.)* Irta Dr. Bozóky Alajos.
11. *Magyar nyelvtan.* Irta Gaal Mózes.
12. *Magyar stílusztika.* Irta Gaal Mózes.
13. *Magyar retorika.* Irta Gaal Mózes.
14. *A sík trigonometriája.* Irta Dr. Lévy Ede.
15. *Római régiségek.* Irta Dr. Schmidt Márton.
16. *Magyarok oknyomozó története.* Irta Cseh Laj.
17. *Kereskedelem története.* Irta Dr. Stirling Sándor.
- 18—20. *Egytetemes irodalomtörténet.* Irta Hamvas J.
21. *Nemzetközi jog.* Irta Dr. Gratz Gusztáv.
22. *Magyar poétika.* Irta Gaal Mózes.
23. *Planimétria példatárral.* Irta Dr. Lévy Ede.
24. *A római nemz. irod. tört.* Irta Márton Jenő.
25. *Német nyelvtan.* Irta Albrecht János.
26. *Oszmán-török nyelvtan.* Irta Dr. Pröhle Vilmos.
- 27—30. *Áruisme-lexikon.* Irta Dr. Koós Gábor.
- 31—34. *Magyar magánjog.* Irta Dr. Katona Mór.
35. *Számítás.* Irta Dr. Lévy Ede.
36. *Logarithmustáblák.* Összeállította Polikeit Károly.
- 37—38. *Magyarország őskora.* Irta Darnay Kálmán.
- 39—40. *Magyar büntetőjog.* Irta Dr. Atzél Béla.
- 41—42. *Bűnvádi perrendtartás.* Irta Dr. Atzél Béla.
43. *Kis növénygyűjtő.* Összeállította Dr. Cserey Adolf.
44. *Algebra.* Irta Dr. Lévy Ede.
45. *A magyar helyesírás törvényei.* Irta Gaal M.
46. *Ábrázolástan. I. füzet* Irta Dr. Kolbai Arnold.
47. *Ábrázolástan. II. füz.* Rajzok az ábrázolástanhoz.

- 48—49. *Növényhatározó.* Irta Dr. Cserey Adolf.
 50. *Stereometria.* Irta Dr. Lévy Ede.
 51. *Világtörténet.* I. rész. Irta Cseh Lajos.
 52—53. *Stilisme.* Irta Boros Rudolf.
 54. *Levelező gyorsírás.* Irta Bódogh János.
 55. *Magyar közigazgatási jog.* Irta Dr. Falcsik D.
 56. *Alkotmányi politika.* Irta Dr. Gratz Gusztáv.
 57./57a *Magyar pénzügyi jog vázlata.* Irta Dr. Bartha
 58. *Általános földrajz.* Irta Hegedüs István. [Béla.
 59. *Ethika.* Irta Dr. Somló Bódogh.
 60. *Ásványhatározó.* Irta Dr. Cserey Adolf.
 61. *Zeneműszótár.* Összeállította Goll János.
 62. *A görög. irod. tört.* Irta Márton Jenő.
 63—64. *A zománcz.* Irta Mihalik József.
 65. *Vita-gyorsírás.* Irta Bódogh János.
 66. *A magyar váltójog.* Irta Dr. Berényi Pál.
 67. *Világtörténelem.* II. rész. Irta Cseh Lajos.
 68—69. *A rajzolás vezérfonala.* Irta és rajz. Boros R.
 70—72. *Mythologia.* Irta Dr. Losonczy Lajos.
 73. *Általános zenean.* Irta Goll János.
 74. *Államszámviteltan.* Irta Dr. Berényi Pál.
 75. *Jogbölcsélet.* Irta Dr. Somló Bódogh.
 76. *Rovargyűjtő.* Irta Dr. Cserey Adolf.
 77. *Szervetlen kémia.* Irta Schwicker Alfréd.
 78. *Mechanika.* Irta Dr. Lévy Ede.
 79. *Szociológia.* Irta Dr. Somló Bódogh.
 80. *Logika.* Irta Dr. Schmidt Márton.
 81. *Akustika.* Optika. Hőtan. Irta Dr. Lévy Ede.
 82. *Árutüzelti szokások.* Irta Matavovszky Béla.
 83. *A németirodalom röv. vázl.* Irta Albrecht János.
 84. *Kereskedelmi jog.* Irta Dr. Berényi Pál.
 85. *Elektromosság és mágnesség.* Irta Dr. Lévy Ede.
 86. *Kosmografia.* Irta Dr. Bozóky Endre.

A „Tudományos zseb-könyvtárban“ legközelebb, de időhöz nem kötött, a következő kötetek megjelenése van tervbe véve:

Aesthetika	Görög régiségek	Orosz nyelvtan
Anthropologia	Jogtörténet	Ötvösség
Astronomia	Kereskedelem-isme	Paedagógia
Chémia (szerves)	Keresk. földrajz	Pénzügytan
Dramaturgia	Közjog	Polg. perrendtartás
Észjog	Lélektan	Statisztika
Fejlődéstan	Művelődéstörténet	Természetráajz :
Fogaimazványok	Német helyesírás	Állattan
Földrajz (politikai)	Nemzetgazdaság-	Lepkegyűjtő
Földtan	Népisme	Növénytan
Geológia	Oktat. módszertan	Gombaisme
Geometria (analytica)	Olasz nyelvtan	Ásványtan
		Tornatanitás

Minden egyes füzet 60 fillér.

Stampfel Károly kiadásában Pozsonyban

megjelent és tőle, valamint minden hazai könyvárustól megszerezhető

Astronomia. Irta **Polikeit Károly.** Az égi testek mozgásainak és physikailag tulajdonságainak ismertetése. Számos képpel és az éjszakai félgömb csillagabroszával. Ára füzve 1 kor. 50 fill. vászalkötésben 2 kor.

Planimétria példatárral. Irta **Dr. Lévay Ede.** 70 ábra. 380 feladat. (Tud. zsebk. 23. szám.) Ára 60 fill.

A sík trigonometriája példatárral. Irta **Dr. Lévay Ede.** 18 ábra. 730 feladat. (Tud. zsebk. 14. szám.) Ára 60 fillér.

Stereometria és sphaerikus trigonometria példatárral. Irta **Dr. Lévay Ede.** 30 ábra. 355 feladat. (Tud. zsebk. 50. szám.) Ára 60 fillér.

Algebra. Irta **Dr. Lévay Ede.** (Tud. zsebk. 44. szám.) Ára 60 fillér.

Logarithmustáblák, Ötjegyű. Összeállította **Polikeit Károly.** (Tud. zsebk. 36. szám.) Ára 60 fillér.

Mechanika. Irta **Dr. Lévay Ede.** 45 ábrával. (Tud. zsebk. 78. szám.) Ára 60 fillér.

Akustika. Optika. Hőtan. Irta **Dr. Lévay Ede.** 45 ábrával. (Tud. zsebk. 81. szám.) Ára 60 fillér.

Elektromosság és Mágnesség Irta **Dr. Lévay Ede.** 30 ábrával. (Tud. zsebk. 85. szám.) Ára 60 fillér.

Stangh's Károly királyban Párizsban

1848. évi október 15. napján

Stangh's Károly

