

120

TUDOMÁNYOS GYŰJTEMÉNY



LASSOVSZKY KÁROLY

A MARS BOLYGÓ

17 KÉPPEL



DANUBIA KIADÁSA

Incycl. D. 120/9.

TUDOMÁNYOS GYŰJTEMÉNY.

9

A MARS BOLYGÓ

IRTA

DR. LASSOVSZKY KÁROLY

AZ ÁLL. CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET ADJUNKTUSA



PÉCS BUDAPEST
A DANUBIA KIADÁSA

1924

129037

M. T. AKAD. KÖNYVTÁRA
I. sz. Növekedéskönyv
1926 * 375.

R
1977

ELŐSZÓ.

Az utolsó évtizedek óta egyetlen egy bolygó sincsen annyira az érdeklődés homlokterében, mint a Mars. A nagyközönség érdeklődését meg épen mindabból a gazdag anyagból, ami a csillagászat tárgykörébe esik, semmi sem keltette fel talán annyira, mint Földünknek ez a tagadhatatlanul nagyon érdekes szomszédja. A Marsprobléma állandóan izgatta az embereket. Mindig sok szó esik róla, a napilapok meg időnkint hosszú cikkeket hoznak az állítólagos marslakókról s a velük felveendő érintkezés előkészületeiről. Az érdeklődés a Mars iránt úgylátszik körülbelül minden tizenötödik évben nyilvánul meg különösen nagy mértékben. Ily időközökben kerülnek ugyanis a Föld és a Mars aránylag közel egymáshoz, ilyenkor folynak a megfigyelések a legbuzgóbban s ekkor válnak a Marssal kapcsolatban felvetődött mindenféle kérdések a legaktuálisabbakká. E könyv megírására is az a körülmény adta az impulzust, hogy ebben az évben, augusztus 23-án a Mars ismét igen közel jut a Földhöz, olyan közel, hogy megfigyelésére az egész 20. században nem fog többé jobb alkalom kinálkozni. Könyvünk célja minden fontosabbat és érdekesebbet elmondani a Marsról, amit



IV.

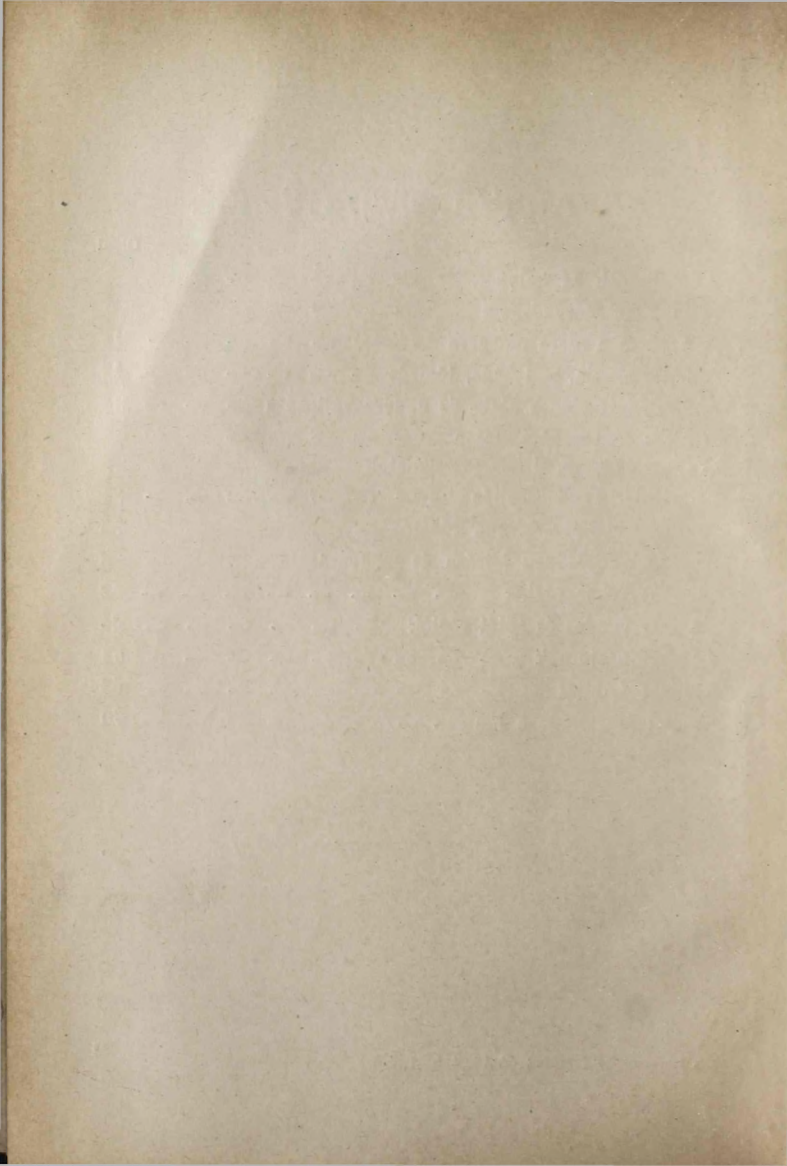
tudományos kutatások alapján jelenleg róla tudunk. Ki fogunk terjeszkedni azokra a feltevésekre is, melyek a Marsra vonatkozólag az idők folyamán életre keltek, kellő értékükre szállítva le őket, s igyekezni fogunk, hogy azokat a képtelen hiedelmeket, melyek általánosan el vannak terjedve, teljesen eloszlassuk. A hazai szegényes csillagászati irodalomnak is vé-
lünk szolgálatot tenni, mikor e művet útjára bocsátjuk s ha a nagyközönségnek a csillagászat iránti érdeklődése felkeltéséhez e könyv is hozzájárult, úgy ennek a kis tanulmánynak a megírása nem volt hiábavaló.

Budapest, 1924. április 15.



TARTALOMJEGYZÉK.

	Oldal
Állócsillagok és bolygók — — — — — — — —	3
A Nap bolygórendszere — — — — — — — —	6
A Föld és a Mars mozgása — — — — — — — —	11
A Mars alakja, nagysága, tömege — — — — — — — —	19
A Mars látszólagos alak- és nagyságváltozása — — — — — — — —	22
A Mars fényességváltozása — — — — — — — —	25
A Mars légköre. Szinképvizsgálatok — — — — — — — —	29
Forgásidő. Tengelyhajlás — — — — — — — —	34
Évszakok, hőmérséklet a Marson — — — — — — — —	35
A Mars felszínének leírása és magyarázata — — — — — — — —	38
A fehér régiók — — — — — — — —	42
A világos és sötét régiók — — — — — — — —	46
A csatornák — — — — — — — —	53
A Mars holdjai — — — — — — — —	63
Az élet lehetősége a Marson — — — — — — — —	70



Állócsillagok és bolygók.

Ha csak rövid ideig is, egy-két órán át megfigyeljük derült éjjel a csillagos égboltot, azt tapasztaljuk, hogy ezalatt az idő alatt a csillagok az égen helyváltozást szenvednek. Gondosabb megfigyeléssel arról is meggyőződhetünk, hogy ebben a változásban nagy szabályosság nyilvánul meg, annyira, hogy elég könnyen tudjuk az égen látható valamennyi csillagnak a mozgását követni. Ugyanis azt tapasztaljuk, hogy a csillagoknak egymáshoz való helyzete időközben nem változott meg, hanem úgy látszik, mintha a csillagokkal kirakott egész égbolt mozdult volna el. Ma már mindenki előtt ismeretes, hogy ez az elmozdulás csak látszólagos s valójában Földünk tengelyforgásának a következménye. A régiek ellenben azt hitték, hogy a Föld a világ közepe és hogy az égbolt fordul el a mozdulatlanak vélt és a mindenség közepébe helyezett Föld körül.

Az a körülmény, hogy a csillagok egymáshoz való kölcsönös helyzete látszólag nem változik, igen megkönnyíti az égen a tájékozódást. Ez tette lehetővé a csillagoknak az u. n. csillagképekbe (Göncölszékér, Fiastyúk stb.) foglalását s ez az eljárás a csillagászat legrégebb idejébe nyúlik vissza. Bár a csillagképeket ma is ugyanolyancknak látjuk, amilyen-

neknek azokat néhány ezer évvel ezelőtt is látták az emberek, ma már tudjuk, hogy a csillagok kölcsönös helyzete nem állandó, azonban a változás oly csekély, hogy szabadszemmel még ilyen hosszú idő múlva sem volna észrevehető. A csillagoknak tőlünk való távolsága ugyanis olyan óriási, hogy látszólagos mozgásuk — bár a tényleges mozgás esetleg igen nagy lehet — csak a modern csillagászat finom műszereivel állapítható meg és követhető.

Azokban már az ókorban is ismertek néhány, a többtől már nyugodt és erős fényével is elütő csillagot, melynek látszólagos mozgása a többi csillaghoz képest olyan nagy, hogy szabadszemmel is észrevehető. E csillagokat, melyek olykor már néhány nap alatt tetemes utat tesznek meg a többi mozdulatlanak látszó csillag között az égbolton s idővel egy legnagyobb kör, az u. n. ekliptika mentén az egész égboltot körülvándorolják, a régiek bolygóknek nevezték el, az előbbi mozdulatlanak látszó csillagokat pedig állócsillagoknak. Világos, hogy ez a kifejezés: állócsillag, ma már nem helyénvaló, miután, mint már előbb említettük, kiderült, hogy ezek a csillagok sem mozdulatlanok. Azonban ez a kifejezés annyira meggyökeresedett, hogy még ma is használatos.

Az állócsillagok és a bolygók közötti különbség nem pusztán olyan külsőségben nyilvánul meg, mint amilyen a látszólagos mozgás. Sokkal mélyebbreható fizikai tulajdonságok létezése teszi jogosulttá ezeknek az égitesteknek egymástól való megkülönbözte-

tését. Az állócsillagok valójában magas hőmérsékletű, nagy tömegű és kiterjedésű izzó testek. A létünkre akkora fontossággal bíró Nap szintén egy ilyen, még pedig a hozzánk legközelebb eső állócsillag. Ugy is fejezhetnők ki magunkat, hogy az állócsillagok megannyi napok. Az egyes állócsillagok egymástól akkora távolságokban vannak a mindenségben elszórva, hogy ezeknek a távolságoknak a kifejezésére a mindennapi életben használatos mértékek nem bizonyulnak célszerűnek. Ezért a csillagászok behozták a fényévet. Ezen az a távolság értendő, melynek befutására a másodpercenként 300.000 km-t megtevéő fénynek is egy évre van szüksége. Napunkhoz legközelebb eső állócsillag az α Centauri távolsága 4.3 fényév. Ilyen messziről nézve a Nap is csak pontszerű csillagnak látszana.

A nagy tömegű, saját fénnel bíró, izzó állócsillagokkal szemben a bolygók aránylag kis tömegű, kihülőben levő, sötét égitestek, melyek fényüket a Naptól kapják s ekörül a körtől csak kis mértékben elütő ellipszisalakú pályán keringenek. Ilyen a Naphoz tartozó bolygó a Földünk is, úgyszintén a Mars is, mely tanulmányunk tárgyát képezi. A legnagyobb valószínűség szerint minden állócsillagnak megvan a maga bolygórendszere, ezekről azonban a nagy távolság miatt nem tudunk tudomást szerezni.

A régiek öt bolygót ismertek s azoknak a következő neveket adták: Merkúr, Venus, Mars, Jupiter, Saturnus. Ezek a Földdel, továbbá a szabadszemmel nem látható, 1781-ben felfedezett Uranus-szal és az

1846 óta ismeretes Neptunus-szal alkotják a Nap nagybolygóinak csoportját. Ezekkel szemben kisbolygónak szokás nevezni azokat az aránylag apró égitesteket, melyek a Mars és a Jupiter pályája között elszórva keringenek a Nap körül. Az első kisbolygót 1801-ben fedezték fel s azóta folyton újabbakat fedeznek fel, úgyhogy számuk már majdnem az ezret meghaladja.

A bolygónak látszólagos nagy mozgása abban leli magyarázatát, hogy ezek az égitestek aránytalanul kisebb távolságban vannak tőlünk, mint az állócsillagok. Bolygórendszerünk átmérője mindössze 9000 millió km, ami ugyan nem megvetendő távolság, de a fénynek kerek számban mindössze nyolc órára van szüksége, hogy ezt a távolságot befussa, ami mindenesetre aránytalanul kisebb, mint az állócsillagok sok-sok fényévet kitevő távolsága.

A Nap bolygórendszere.

A bolygók a távolság növekedése szerint a következő sorrendben keringenek a Nap körül: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus. Minden bolygó pályája ellipszis, melynek egyik gyújtópontjában van a Nap. Legközelebb a központi testhez, átlag 58 millió km távolságban a Merkúr végzi pályafutását, ezzel szemben a bolygórendszer határán mozgó Neptunus 4501 millió km távolságban, a Földnél harmincszorta nagyobb távol-

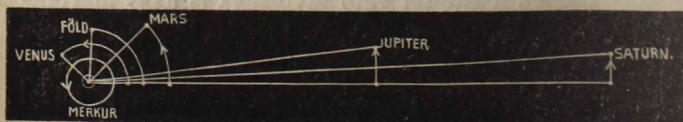
ságban, kering a Nap körül. A bolygók mozgására vonatkozó néhány érdekesebb adatot a következő táblázatban foglaltuk össze:

A bolygó neve	Középtávolság a Naptól		A pálya excentricitása	A pálya hajlása	Keringésidő	Középsébség mp-ként
	csillagá- szati egység- ben	millió km-ben				
Merkur	0.387	58	0.206	7 ⁰ 0.2'	0 év 88 nap	47.0 km
Venus	0.723	108	0.007	3 23.6	0 225	34.7
Föld	1.000	149	0.017	0 0.0	1 0	27.8
Mars	1.524	228	0.093	1 51.0	1 322	24.0
Jupiter	5.203	778	0.048	1 18.5	11 315	13.0
Saturnus	9.555	1428	0.056	2 29.6	29 167	9.5
Uranus	19.218	2873	0.046	0 46.3	84 7	6.5
Neptunus	30.110	4501	0.009	1 46.8	164 280	5.4

A táblázatból többek között kivehetjük, hogy a Merkur pályájának az excentricitása a legnagyobb, ami azt mondja, hogy az összes bolygó közül ez végzi a legelnyúltabb ellipszisben keringését. Ennek következtében a Naptól való távolsága is nagy mértékben változik. Venus pályája tér el legkevésbé a körtől, mivel ennek excentricitása a legkisebb. Jellemző a bolygókra nézve, hogy valamennyi közel ugyanabban a síkban végzi keringését. Legnagyobb

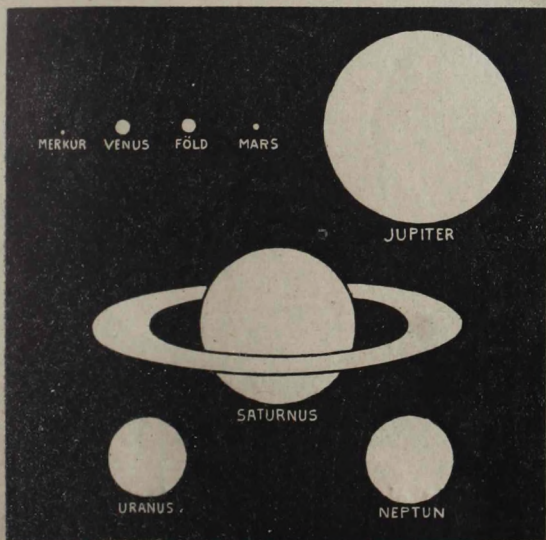
eltérést a Merkurnál találjuk, de ennek a pályasíkja is mindössze 7° -ot zár be a Föld pályasíkjával.

Minél nagyobb távolságban a Naptól végzi keringését valamely bolygó, annál kisebb sebességgel mozog. A táblázat utolsó oszlopára rátekintve rögtön észrevehetjük, mint fogy a sebesség a távolság növekedésével. Míg a Merkúr 47 km-nyit tesz meg egy másodperc alatt, addig a Neptunus ugyan ezen idő alatt alig hagy 5 km-nél többet maga után. Ha a sebességnek a távolsággal járó ezen csökkenésén kívül még azt is figyelembe vesszük, hogy a távolság növekedésével a pálya hossza is nő, nyilvánvaló, hogy a távolabbi bolygónak hosszabb időre van szükségük, hogy a Napot teljesen körüljárják. A Föld egy évi keringésidejével szemben a Merkúr mindössze 88 nap alatt futja be pályáját, a Neptunusnak ellenben majdnem 165 évre van szüksége egy teljes keringés megtevésére. Az 1. képen láthatjuk azokat az elmozdulásokat, melyeket az egyes bolygók a Merkúr keringésideje alatt végeznek. A kép egyúttal a bolygónak a Naptól való távolságát is szemlélteti. (Az Uranus és a Neptunus férőhely hiánya miatt maradt ki).



1. kép.

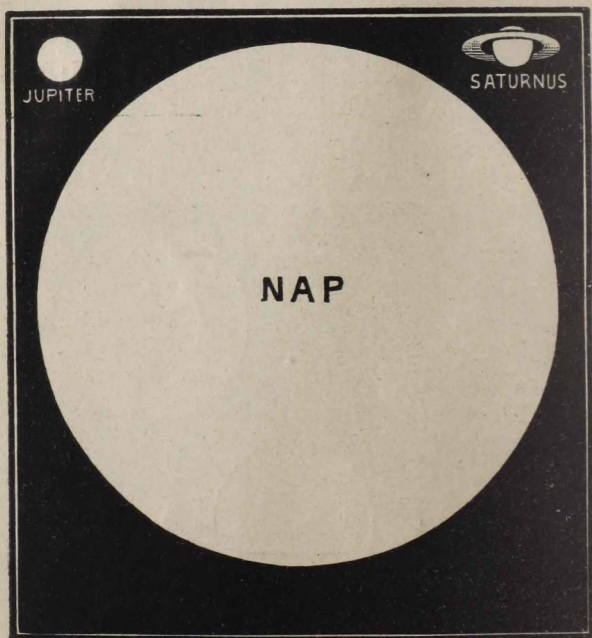
Ami magukat a bolygókra vonatkozó nagyságviszonyokat illeti, jegyezzünk meg annyit, hogy nagyságra nézve első helyen áll a Jupiter. Átmérője 142.000 km, ami több mint 11 földátmérőnek felel meg. Tömege 318-szorosa a Föld tömegének. Ezzel szemben a legkisebb bolygó, a 4700 km átmérőjű Merkur tömege a Föld tömegének is mindössze hatszázad részét teszi ki. A bolygók egymáshoz viszonyított nagyságát a 2. kép szemlélteti. Valamennyi



2. kép.

bolygó nagyságát és tömegét messze felülmúlja azonban a bolygórendszer közepén trónoló Nap. Átmé-

rője 109-szerese a Föld átmérőjének (1,391.000 km) és 333.432 olyan tömegű test kerülne ki belőle, mint amilyen tömegű a Föld. (Lásd 3. k é p).



3. kép

Az eddig elmondottak azt célozták, hogy lássuk, milyen helyet foglalnak el a Föld és a Mars a mindenségben s szűkebb hazájukban, a Naprendszerben. Ezen általános tájékozódás után lássuk most azt, ami tulajdonképeni tárgyunkat közelebbről érinti.

A Föld és a Mars mozgása.

E helyen nem célunk az olvasót az égi mechanika tárgykörébe eső matematikai problémákkal fárasztani. Tisztán azokat a viszonyokat akarjuk ismertetni, melyek a Föld és a Mars kölcsönös helyzetét illetőleg mozgásuk közben fellépnek. Mindent, amit a Marsról tudunk, észlelésnek köszönhetjük, már pedig észlelés szempontjából nagyon is nagy fontossággal bír, hogy a Mars a Földhöz képest milyen helyzetet foglal el a térben. Nem lesz tehát érdektelen, ha megvizsgáljuk azokat a lehetőségeket, melyek itten fellépnek.

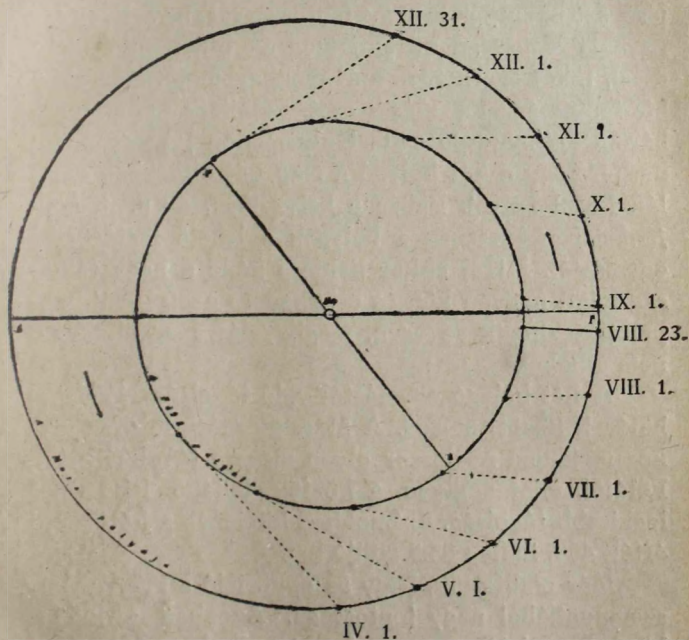
A Mars a Naptól kiindulva sorrendben rögtön a Föld után következő bolygó. Ha a Földnek a Naptól való középtávolságát egységnek vesszük, úgy a Mars közepben 1.52 távolságban, vagyis körülbelül másfélszer messzebb kering a Nap körül, mint a Föld. Ez 228 millió km-nek felel meg, miután a Föld pályájának sugara közepben 150 millió km. Mivel a két bolygó közel ugyanabban a síkban végzi keringését (pályasíkjuk szöge mindössze $1^{\circ}51'$ -re rúg), pályájukat jól szemléltethetjük a papírlap síkjában (l. 4. kép). A Mars pályája, miként az az ábrából is látható, teljesen körülzárja a Föld pályáját. Mindkét bolygó pályájának alakja ellipszis, melyeknek egyik közös gyújtópontjában van a Nap. A pálya ellipszis alakjából következik, hogy annak egyes pontjai nincsenek egyenlő távolságban a Naptól. A Naphoz legközelebb eső pontot *periheliumnak* (P illetve P'), a

legtávolabbi pontot pedig *aféliumnak* (A illetve A') szokás nevezni. E két pontot az ellipszis nagytengelye köti össze. Két szóban forgó bolygónk ellipszispályáinak nagytengelyei (PA és P'A') jelenleg az ábrán látható helyzetet foglalják el a térben. A bolygók pályájának a körtől való eltérése magával hozza, hogy a Naptól való távolságuk folyton változik. A Földnél a pálya kis excentricitása (0.017) következtében az ingadozás mindössze 5 millió km, ellenben a Marsnál 42.5 millió km-re rúg, mivel perihéliumban 206.5 millió km-re közelíti meg a Napot, aphéliumban meg 249 millió km-re távolodik el tőle. A távolságnak ez a tetemes változása első pillantásra szembeötlik a rajzból is.

A Föld pontosan egy évet kitevő keringésidejével szemben a Marsnak majdnem mégegyszer annyi időre van szüksége, hogy pályáját befussa. Ennek oka egyrészt abban van, hogy pályája hosszabb, másrészt valamivel lassabban is mozog, mint a Föld, másodpercenként átlag 24 km utat hagyva maga után a Föld 28 km-es közepsebességével szemben. A Mars keringésideje 1 év és 322 nap.

A két bolygó egymáshoz képest a legkülönbözőbb helyzetet veheti fel. 4. képünkön feltüntettünk az 1924. év néhány hónapjára vonatkozó ilyen kölcsönös helyzetet. Április 1-én még 181.5 millió km-re volt egymástól a két bolygó. A köztük levő távolság azonban egyre fogy, még pedig egész augusztus 23-ig, amikor is 55.7 millió km-re csökken le. Ebben az időben szinte párhuzamosan halad egymással a két

bolygó. A sebesebb mozgású Föld azonban csakhamar egyre jobban távolodik, amint az az ábrából is látható, a hátra maradó Marstól s az év végén már 170 millió km választja el a két égitestet s ez a távolság azután még növekszik. A két bolygó azután 1926 november 4-én ismét egymás mellé kerül, azonban a pályának egy másik helyén.



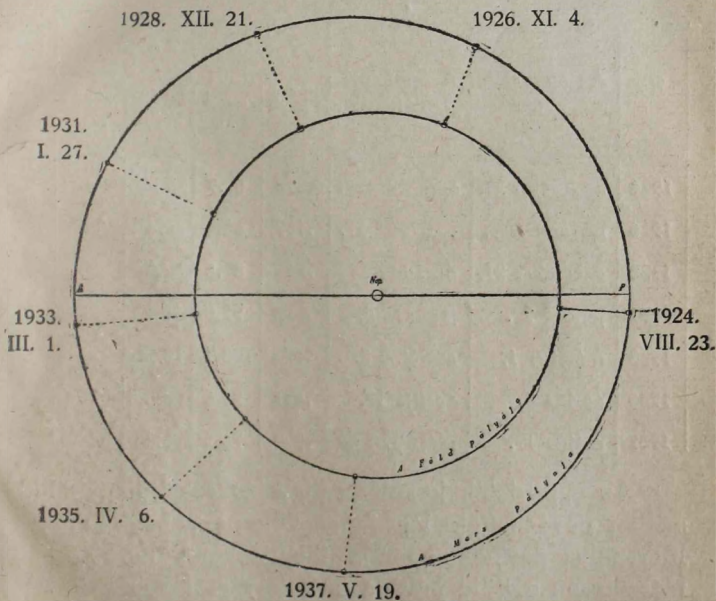
4. kép. — A Mars és a Föld mozgása 1924. év néhány hónapjában.

A két bolygó kölcsönös helyzetét illetőleg első-sorban kettő érdemel különösebb figyelmet. Ezek a helyzetek akkor állanak elő, ha a Nap, a Föld és a Mars egy egyenesbe esnek. Mégpedig ha a két bolygó ilyenkor a Nap egyazon oldalán van, vagyis a Föld a Nap és a Mars közé kerül, akkor azt mondjuk, hogy a Mars *oppozícióban* van. Például 1924 augusztus 23-án (l. 4. kép). Ez a helyzet a Mars megfigyelése szempontjából nagy fontossággal bír. Ilyenkor ugyanis legjobban közelíti meg a Földet, éjfél táján delel, tehát egész éjjelen át megfigyelhető. Kevésbé bír fontossággal a másik eset, tudniillik az, mikor a három szóbanforgó égitest oly módon jut egy egyenesbe, hogy a két bolygó a Nap két ellenkező oldalán foglal helyet. Ebben a helyzetben, az u. n. *konjunkcióban* kerülnek a bolygók a lehető legtávolabb egymástól. Mivel ekkor a Mars képe a nagy távolság miatt nagyon kicsire csökken és azon kívül nappal tartózkodik az égen, megfigyelésre egyáltalában nem alkalmas.

A két bolygó egymástól való távolsága igen tág határok között mozog. A Mars mozgása közben olykor majdnem nyolcszor olyan messze távolodik el a Földtől, mint amilyen a köztük fellépő lehetséges legkisebb távolság. Számokban kifejezve a két szélső érték 400, illetve 55.5 millió km.

Már említettük, hogy az oppozíció a megfigyelés szempontjából nagy fontosságú. Azonban a különböző oppozíciók nem egyformán alkalmasak a Mars megfigyelésére. A két bolygó keringésidejének külön-

bőzségéből következik, hogy az oppozíciók folyton a pálya más-más helyén állnak be. Az 5. képen feltüntettük az 1924. évi és az ezt egymásután következő oppozíciót. A Mars pályájának elnyúlt alakja magával hozza, hogy e bolygó a Föld pályájától meglehetősen eltérő távolságba juthat s ennek következtében az egyes oppozíciók alkalmával is a két bolygó nem egyformán közelíti meg egymást, ami különben az ábrából is első tekintetre szembetűnik. A lejjebb



5. kép. — Marsopozíciók 1924—1937.

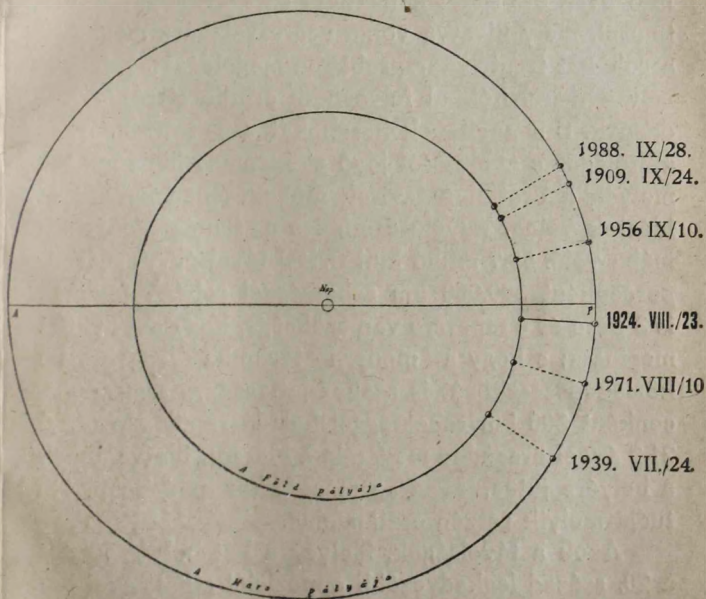
közzétett táblázatban az olvasó megtalálhatja azok a távolságokat, melyek az 5. képen feltüntetett oppozíciókor a két bolygó között fellépnek. Megjegyezzük, hogy a minimális távolság szigoruan véve nem pontosan az oppozíció pillanatában áll be. A táblázatban azért külön feltüntetettük az oppozícióknak a minimális távolság (földközeli) beálltának az idejét a két időpont között az eltérés azonban csak néhány napra rúg. A táblázat két utolsó oszlopában leírt adatokról könyvünk más helyén szólunk.

Év	Az oppozíció napja	A földközeli napja	Távolság		A Mars	
			csillagászati egységben	millió km.-ben	fátszólagos nagysága	fénysebessége
1924	augusztus 23.	aug. 22—23.	0.373	55.7	25.1''	100
1926	november 4.	okt. 26—27.	.459	68.6	20.4	60
1928	december 21.	december 15.	.585	87.5	16.0	32
1931	január 27.	január 25.	.662	99.0	14.1	22
1933	március 1.	március 3.	.675	100.9	13.9	21
1935	április 6.	április 12.	.621	92.8	15.0	26
1937	május 19.	máj. 27—28.	.509	76.1	18.4	44

Az oppozíciók közül megfigyelés szempontjában azokat nevezhetjük legkedvezőbbeknek, melyek Mars pályája periheliumpontja táján állanak be. Természetesen a Föld pályája is befolyással van a két bolygó kölcsönös távolságára, mivel azonban ez

Marséhoz képest csak kis mértékben tér el a körtől, excentricitásának a hatását teljesen figyelmen kívül hagyhatjuk. Persze, ha a Földpálya aféliumpontja a Marspálya perihéliumpontja mellett volna, ez még kedvezőbb oppozíciókat tudna létrehozni, de lényegében már nem sokat változtatna a dolgon.

Az oppozíciók a pálya valamely helyén, jobban mondva ennek a helynek a környezetében körülbelül 15 évenként meg szoktak ismétlődni. Ez áll ter-



6. kép. — A 20. század legkedvezőbb marsoppozíciói.

mészetesen a perihelium közelében beálló, vagyis az úgynevezett kedvező oppozíciókra is. Ilyen kedvező oppozíciót a 20. században hatot számlálhatunk s ezeket fel is tüntettük 6. k é p ü n k ö n. Amint a képből láthatni, különösen kedvező, mégpedig az egész 20. században a legkedvezőbb az 1924-i, amikor is a Mars 55.7 millió km-re közelíti meg a Földet s megfigyelésre felette alkalmas lesz. Ez a körülmény már előre sok ember képzelődését hozta erős működésbe. Már évek óta sokat hallhatunk az 1924. aug. 23-i dátumról, mely hivatva volna végre-valahára meghozni a sokakat izgató Marsprobléma megoldását. Egyesek már a marslakókkal felveendő érintkezésről álmodoznak. S a napilapok hasábjait írják azokról az állítólagos s a Marsról jövő elektromos hullámokról, melyek a dróttalan távirók működésében zavarokat idéztek volna. Egyelőre mindez a fantázia birodalmába való. 55.7 millió km! Óriási távolság. A másodpercenként 300.000 km sebességgel rohanó fénynek is 3 perc és 6 mpercre van szüksége, hogy ezt az utat megfussa; s hogy a modern technika leggyorsabb közlekedésszerezését is szóhoz juttassuk, a másodpercenként 300 km sebességgel haladó repülőgép utasa 21.2 évvel öregedne meg, míg a Marsra, illetve annak a helyére jutna, mert az már akkor pályájának ki tudja melyik részén csatangolna.

Azok a távolságok, melyek a két bolygó között a 20. század legkedvezőbb oppozíciói alkalmával beállanak, a következő táblázatban lelhetők meg:

Év	Az oppozíció napja	A földközeli napja	Távolság		A Mars	
			csillagászati egységben	millió km.-ben	látszólagos nagysága	fényessége
1909	szept. 24.	szept. 18.	0.389	58.2	24.0''	90
1924	aug. 23.	aug. 22—23.	.373	55.7	25.1	100
1939	július 23.	július 27—28.	.388	58.0	24.1	90
1956	szept. 10.	szeptember 7.	.378	56.5	24.7	97
1971	aug. 10.	aug. 11—12.	.376	56.2	24.9	98
1988	szept. 28.	szept. 22.	.393	58.8	23.8	88

Természetesen a kedvező oppozíciók idején folyik legbuzgóbban a Mars megfigyelése. Azonban minden oppozíció 3—4 hónapon át elég alkalmat ad e bolygó felületének a tanulmányozására. Az egymást követő oppozíciók között középben 2 év és 49 nap telik el.

A Mars alakja, nagysága, tömege.

Vizsgáljuk meg most bolygónkat közelebbről. Távcsövön át nézve a szabadszemmel pusztán fényes csillagnak látszó Mars korongalakúvá nő s ezen különféle alakzatok figyelhetők meg. Ezekről majd később bőven szólunk, itt csak annyit jegyezzünk meg, hogy a felületnek a tanulmányozása által már régen ismeretes az a tény, hogy a Mars, akár a Föld, egy tengely körül forgó gömbalakú égitest. A gömbalak-

tól való nagyobb eltérést, nevezetesen a lapultságot, mely néhány bolygónál igen tetemes, a Marsnál eddig nem sikerült kimutatni. A Földnek $\frac{1}{293}$ értékre rugó lapultsága majdnem 44 km eltérést hoz létre egyenlítői és pólusátmérője között. Régebbi marsmegfigyelők, így Herschel, Schröter, Kaiser és mások ernél a bolygónál is megállapítottak mégpedig meglehetősen nagy, de egymástól nagyon eltérő értékeket a lapultságra. A modern műszerekkel végzett újabb mikrometrikus mérések azonban ezeket nem igazolták s amellett szólnak, hogy a Mars gömbje egyáltalában nincs, vagy csak oly kis mértékben van belapítva, melyet jelenleg még nem tudunk kimutatni.

Nagyságra nézve a Mars nagyon szerény helyet foglal el bolygótársai között, amint arról a 2. képből is meggyőződhetünk. Egyedül a Merkur az, mely még nála is kisebb. A Föld, a Mars, a Merkur bolygónak, továbbá Földünk hű kísérijének, a Holdnak egymáshoz viszonyított nagyságát 7. képünk szemlélteti. A Mars tényleges átmérője 6.800 km. Tehát csak valamivel több, mint a fele a Föld (egyenlítői) átmérőjének, amelynek hossza 12.757 km. Ebből következik, hogy a Mars felülete majdnem csak a negyedrészt teszi a Föld felületének. Még nagyobb az eltérés a térfogatban. A Föld közel hétszer olyan térfogatú, mint a Mars.

1877 előtt, mikor még a Mars két holdja nem volt ismeretes, igen nagy nehézséggel jár e bolygó

tömegének a pontos meghatározása. Erre csak azokból a háborgásokból lehetett következtetni, melyeket a Mars szomszédos bolygótársainak vagy a közelébe kerülő üstökösöknek a pályafutására gyakorolt. Az ezzel járó számítások pedig igen nehéz és fáradságos matematikai műveletek. A holdak felfedezése óta azonban összehasonlíthatatlanul egyszerűbb és kevesebb időt igénylő az eljárás s emellett sokkal pontosabb eredményt szolgáltat. Az utóbbi módon végzett számítással megállapítható, hogy a Mars tömege mindössze $\frac{1}{3.093.500}$ része a Nap tömegének, vagyis a Nap több mint három milliószor nehezebb, mint a Mars. A Földből meg több mint 9 akkora tömegű test kerülne ki, miután a Mars tömege csak 0.11 része a Föld tömegének. Ez érthetővé teszi azt is, hogy a Mars felületén a nehézségi erő is jóval



7. kép. — A Föld, a Mars, a Merkúr és a Hold nagysága egymáshoz viszonyítva.

kisebb, mint itt minálunk. 100 kg súly ott mindössze 37 kg-ot nyom.

Ismerve a Mars és a Föld tömegét, térfogatát, ebből könnyű szerrel kiszámíthatjuk viszonylagos sűrűségüket is. Természetesen itt csak középsűrűségről lehet szó, mivel a sűrűség a bolygók belsejében változó, mégpedig a felülettől a középpont felé haladva nő. Ha a Föld közpsűrűségét 1-nek vesszük, úgy a Marsra 0.7 értéket nyerünk. Ha pedig a víz sűrűségét vesszük alapul, úgy a két bolygó közepsűrűsége 5.6, illetve 3.9.

A Mars látszólagos alak- és nagyságváltozása.

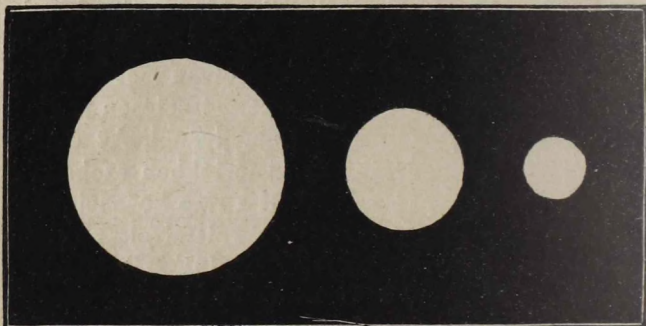
A Mars képe távcsövön át nézve, mint említettük, korongalakúvá növekszik, mely azonban nem mutat mindig szabályos köralakot. Ez csak akkor volna úgy, ha a Mars állandóan felületének a Nap által megvilágított felét fordítaná felénk. Oppozíciók és konjunkciók idején ez így is van, máskor azonban a bolygó többé-kevésbé fázisokat mutat, akárcsak a Hold. A Naptól meg nem világított, árnyékban levő sötét félgömbjét teljesen azonban a Mars sohse fordíthatja felénk, ez csak abban az esetben volna lehetséges, ha a Nap körül kisebb távolságban végezné a keringését, mint a Föld. Még sarlóalakot sem észlelhetünk sohasem a Marsnál. Legnagyobb fázis esetén is mindössze úgy néz ki, mint a Hold 3 nappal a holdtólte előtt vagy holdtólte után. Képe ilyenkor kissé ovális alakot vesz fel, amint azt a 15. képmu-

tatja. A legkedvezőtlenebb esetben is a Mars félgömbjének legalább a $\frac{6}{7}$ részét látjuk, vagyis a Földről nézve mindössze $\frac{1}{7}$ része van árnyékban.

Az alakjánál azonban annál nagyobb változásnak van kitéve bolygónk látszólagos nagysága. Ez könnyen belátható, ha meggondoljuk, milyen tág határok között ingadozhat az a távolság, mely Földünket a Mars bolygótól elválasztja. Már szóltunk róla, hogy a Mars olykor 58 millió km-re közelít meg bennünket, máskor meg nyolcszor is olyan messze távolodik el tőlünk. Ez a változás természetesen a Mars képének a nagyságában is megnyilvánul. Az égitestek látszólagos nagyságát szögmértékben szokás kifejezni. Így az a szög, mely alatt a Nap korongját látjuk, középben $31' 59''$, tehát valamivel nagyobb $\frac{1}{2}^\circ$ -nál. Körülbelül ilyen nagynak ($31' 5''$) látszik a Hold is. Az utóbbinál azonban ez nem annyira a nagyságának, mint inkább aránylag kis távolságának tudandó be, hiszen a valóságban a Hold sokkal kisebb a Napnál. Már a bolygók mind olyan távol vannak tőlünk, hogy szabadszemmel csak fénylő pontoknak látszanak és csak távcsövön át nézve növekszik meg képük korongalakúvá. Az állócsillagok pedig óriási nagyságuk dacára is a nagy távolság miatt a legerősebb távcsövön keresztül szemlélve is csak fényes pontok maradnak.

A Mars látszólagos átmérője a legkedvezőbb oppozíció alkalmával is mindössze $25''.2$ -re nőhet, ami annyit mond, hogy ilyenkor 75-szörös nagyítású távcsövön át nézve olyan nagynak látszik, mint sza-

badszemmel a Hold. Kedvezőtlen oppozíció idején látszólagos nagysága $13''.7$ -re süllyed, konjunkcióban meg, mikor legtávolabb tartózkodik tőlünk, átmérője mindössze $3''.5$. Ilyenkor természetesen senki sem fogja felületét tanulmányozni, annál inkább, mivel ekkor nappal tartózkodik az égen. A Mars látszólagos nagyságváltozását 8. képen mutatjuk be, s



8. kép. — A Mars látszólagos nagyságváltozása.

ebből rögtön kiviláglik, hogy a Mars sikerrel járó megfigyelésére mily fontossággal bírnak a kedvező oppozíciók. Az első kép a legkedvezőbb, a második a legkedvezőtlenebb oppozíció idejére mutatja a Mars egymáshoz viszonyított látszólagos nagyságát, a harmadik kép meg a konjunkció idejére. A 16. és a 19. oldalon közzétett táblázatokban, ahol a Föld és a Mars kölcsönös távolságait közöltük, az olvasó mindenütt fellelheti a Mars ugyanabban az időben mutatkozó látszólagos nagyságát is.

A Mars fényességváltozása.

A csillagoknak fényességük szerint való megkülönböztetése nagyon régi időkbe nyúlik vissza. Már az ókorban osztályozták a csillagokat u. n. nagyságrendekbe, a legfényesebbeket 1. rendűeknek, a valamivel kevésbé fényeseket 2. rendűeknek és így tovább, a szabadszemmel még látható leghalványabbakat 6. rendűeknek nevezve el. A csillagok fényességének a meghatározása jelenleg is a csillagászat egyik legfontosabb feladatát képezi. Természetesen ez ma már nem becsléssel, hanem nagy pontosságot nyújtó műszerekkel történik. A nagyságrendekbe való osztályozás azon szigoruan betartott elv alapján megy végbe, hogy két szomszédos nagyságrend fényerősségének a viszonya 2.5 legyen. Vagyis egy 1. rendű csillag két és félszer fényesebb, mint egy 2. rendű, ez két és félszer fényesebb, mint egy 3. rendű és így tovább. Modern műszerekkel még a 20. rendű csillagok is láthatók. Mivel az égen az 1. rendű csillagoknál erősebb fényességek is fellépnek, behozták a 0., -1., -2., jelöléseket, ami úgy értendő, hogy egy 0. rendű csillag $2\frac{1}{2}$ -szer fényesebb, mint egy 1. rendű, a -1. rendű $2\frac{1}{2}$ -szer fényesebb, mint a 0. rendű és így tovább.

A fényességmeghatározásoknak nagy fontosságuk van a bolygóknál is, mert ezekből bizonyos következtetéseket vonhatunk a bolygók felületének a minőségére nézve. A Mars fényességére vonatkozó mérések elég messzire nyúlnak vissza (O l b e r s, 1801),

de különösen Müller-nek vannak e téren nagy érdemei. Hogy a Mars jelentékeny fényességváltozásokat mutat, az nagyon természetes. Hiszen az a távolság, mely a Földtől elválasztja, igen is nagy ingadozásoknak van kitéve. Azonban a legkedvezőtlenebb esetben is (konjunkcióban) a Mars fényessége még mindig 1.6 nagyságrendű, ami körülbelül Regulus és Castor állócsillagok fényességének felel meg. Fényessége azonban már kedvezőtlen oppozíció idején is -1.0 , legkedvezőbb esetben meg épen -2.8 , úgyhogy ilyenkor Jupiter és Venus mellett az ég legfényesebb csillaga. Fényesség-ingadozása tehát 4.5 nagyságrend, ami annyit mond, hogy maximális fényessége több mint 60-szor múlja felül a minimálisat. Ez a nagy fényváltozás természetesen már az ókorban is feltűnt és mivel magyarázatát nem tudták megadni, erősen foglalkoztatta a kedélyeket. Legfőbb szerepe itt a Földtől való távolság ingadozásának van, ezenkívül azonban tényleges fényváltozás esete is fennforog. Ennek oka abban rejlik, hogy a Mars pályájának erős excentricitása következtében a Naptól különböző távolságokba kerülhet, mivel pedig saját fénye nincsen, hanem csak a Nap sugarait veri vissza, ezért a Naptól való távolsága szerint hol erősebben, hol gyengébben van attól megvilágítva.

Nem szabad azonban elfeledkeznünk egy harmadik körülményről sem, mely a Mars fényességét szintén befolyásolja. Ez a fázisváltozás, s a mi szempon-tunkból épen ez bír nagy fontossággal. Sajnos, a Mars csak nagyon kis fázisokat mutat, sarlóalakot meg

egyáltalában sohase vesz fel, épen azért ez nem hozhat magával akkora fényességváltozást, amilyent pl. a Holdnál van alkalmunk tapasztalni. Mégis a fázisokból eredő fényváltozás kicsinysége mellett is van akkora, hogy abból a Mars felületének a minőségére némi következtetést vonhassunk. És épen ebben van az erre vonatkozó méréseknek a jelentősége.

Hogy fényességmérések alapján valamely bolygó felületének a tulajdonságaira következtethessünk, avégből szükséges azt az összefüggést ismernünk, amely egy megvilágított felületről visszavert fény és az illető felület alakja, természete, valamint a megvilágítás módja között áll fenn. Ezek az összefüggések azonban a valóságban sajnos nagyon bonyolultak, úgyhogy a rájuk vonatkozó s teoretikus úton nyert (Euler, Lambert, Lommel-Seeliger) törvények csak megközelítések, melyek nem képesek minden itt fellépő fénytűnemény magyarázatát adni. Egy olyan matematikai formulának a felállítása, mely a bolygó fényességét bizonyos fázisszög mellett pontosan megadná, igen nehéz s az elméleti úton felállított ilyen formulák sohasem fedik teljesen a valóságot. Általában, ha az illető bolygónak légköre van, a formulák jobb értékeket nyújtanak, mégpedig ha a légkör olyan sűrű, hogy a Nap fénye már annak legkülső rétegein verődik vissza, anélkül hogy a bolygó szilárd felületéig jutna, akkor a teoretikus úton nyert fényesség csaknem megegyezik a tényleges fényességgel.

Az ilyen irányu mérések a Marsnál a fázisok jelentéktelen változása miatt nagyon nehezek s számos megfigyelést kell végezni, hogy csak némileg is biztos eredményt nyerjünk. A Müller által több éven át végzett észlelések alapján felállított formula nem nagy egyezést mutat az elméleti úton adottal. Megállapítást nyert, hogy a Mars felületének a visszaverőképessége, albedója aránylag kicsi. Az albedó fogalmának szigorú s nehéz definíciójába itt nem akarunk bocsátkozni. Elégedjünk meg azzal a megjegyzéssel, hogy az albedó annak a viszonynak a mértéke, mely az illető bolygóról visszavert és a ráeső fény között van. Ha meggondoljuk, hogy a felhők mily erősen verik vissza a fényt, úgy arra következtethetünk, hogy azoknak a bolygóknak, melyeknek nagy az albedójuk, sűrű légkörük van. A Mars kis albedója (0.22) arra utal, hogy a napsugarak nem nagyon vastag atmoszféráján könnyen hatolnak át s főképen szilárd felületéről verődnek vissza. Albedója a Merkúrén és a Holdén kívül a bolygórendszerben a legkisebb. A Föld albedója 0.45.

Ne feledkezzünk el azonban még egy negyedik fényességváltozásról, mely a Mars tengelyforgásából ered. Ennek következtében ugyanis a Mars felületének folyton más-más és különböző visszaverődéssel bíró, sötétebb és világosabb, részei fordulnak felénk, úgyhogy az ujabban végzett fényességmeghatározásokból, nevezetesen az u. n. fotoelektromos-mérésekből a forgásidőt is meg lehet határozni.

A Mars légköre. Szinképvizsgálatok.

A Marson végzett fényességmeghatározások, mint előbb láttuk, kimutatták, hogy a Mars nem rendelkezhetik valami magas és sűrű atmoszféréval. De vajjon van-e egyáltalában légköre? Ennek nemlétezése bizonyára nagy csalódást keltene azokban, akik szentül hisznek vagy szeretnek hinni a Mars-vegetáció létezésében, mert hiszen atmoszféra nélkül élet el nem képzelhető. Hogy légköre van, az kétségtelen. Ezt bizonyítja az is, hogy felületének a részletei elvesztik élességüket és elmosódottabbaknak látszanak a korong szélein, mint annak közepén. Továbbá a fázisoknál a fény és az árnyék határa egyáltalában nem mondható élesnek. Mindezt a Holdon, melynek tudvalevően nincsen légköre, sohase tapasztaljuk.

Mint látjuk, a légkörre csak indirekt úton következtethetünk. Ha a Marsnak gazdag felhőzete volna, ez rögtön nyilvánvalóvá tenné az atmoszféra létezését, amint az pl. a Venus vagy a Jupiter bolygókon észlelhető. Azonban a Marson csak nagy ritkán észleltek felhőket, sőt egyesek ezeknek az észleléseknek is kétségbevonják a realitását s a felhők létezését tagadják. Tényleg, ha ilyen felhők léteznek is, ezek csak nagyon elvétve kis területen lépnek fel. Rendesen semmi sem akadályozza, hogy a Mars felületét közvetlenül ne szemlélhessük. A fénysugarak könnyen hatolnak át a vékony légrétegen keresztül egész a felületig anélkül, hogy felhők akadályoznák őket útjukban.

Ami az atmoszféra összetételét illeti, arra vonatkozólag csak a szinképvizsgálatok adhatnak felvilágosítást. A szinképelemzés soha nem gondolt lendületet adott a csillagászat fejlődésének s lerántotta a fátylat a mindenség oly titkairól, melyek birtokában nem remélt módon megnövekedtek ismereteink. Bár a szinképelemzés elsősorban azoknál az égitesteknél nyer alkalmazást, melyek saját fénnel rendelkeznek, mint a Nap és az állócsillagok, mindamellett hasznosnak bizonyult a bolygók tanulmányozására is. A bolygók ugyan nem bocsátanak ki saját fényt magukból, hanem csak a Napét verik vissza, azonban az a körülmény, hogy a Nap fénye felületükön visszaverve kétszer is áthalad légkörükön s abban abszorbciót (fényelnyelést) szenved, lehetővé teszi légkörük vizsgálatát.

Abszorbción alapszik a saját légkörünk vizsgálata is szinképelemzés által. Mivel a Nap fénye először a légkörünkön halad át, mielőtt szemünkbe jutna, ennek a Nap szinképében is meg kell nyilvánulnia, mégpedig oly módon, hogy a napfény rendes szinképvonalain kívül még más, a földi légkörtől eredő u. n. telluriai vonalak is lépnek fel. Mivel a napfény különböző utat tesz meg légkörünkben, aszerint milyen magasan van a Nap az égen (délben a legrövidebb utat, felkeléskor és lenyugvaskor a leghosszabbat), ez magával hozza, hogy a telluriai vonalak erőssége a Nap magassága szerint változik. De ép ez teszi lehetővé e vonalaknak azok-

tól a vonalaktól való megkülönböztetését, melyek a Naphoz tartoznak.

A bolygók általában a Nap szinképét verik vissza, de mivel a napfény kétszer is keresztül megy légkörükön, ennek az lesz a következménye, hogy itt is a telluriai vonalakhoz hasonló eredetű, a bolygó-légkör abszorbcíójától származó vonaloknak kell fellépniök. Azonban szokatlan nagy nehézséget okoz ezeknek a vonaloknak a telluriaiktól való megkülönböztetése. Az eljárás az, hogy a bolygó szinképével egyidejűleg megfigyelik a Hold szinképét is, mégpedig akkor, mikor azok az egész egyenlő magasságban tartózkodnak (mikor tehát a földi légkör hatása mindkettő szinképére egyforma). A Holdnak tudvalevőleg légköre nincsen s így ha a két szinkép között eltérés lép fel, ez csakis a bolygó légkörének tudható be. Ilymódon hasonlította össze a Mars és a Hold szpektrumát az 1894. évi igen kedvező oppozíció idején Campbell a magas s minden tekintetben igen kitünő fekvésű Lick-Obszervatoriumban. A két szinkép között azonban a legkisebb eltérést sem észlelte. Campbell ebből nem a Mars légkörének teljes hiányára következtet, hanem, arra, hogy a Marson a Föld légköréhez hasonló nagy légkör nem létezhet. Annak sűrűsége szerinte a földinck legföljebb $\frac{1}{4}$ része. Hogy a Mars atmoszférának jelentékenyen ritkábbnak kell lennie, az különben abból is következik,

hogy ott a vonzóerő sokkal kisebb, mint a Föld felületén.

Campbell megfigyeléseivel szemben Huggins, Vogel, Maudner olyan vonalakat észleltek a Mars szinképében, melyek nagy egyezést mutatnak a földi légkör abszorpciós vonalaival. Ebből a Mars és a Föld légköre közötti nagy egyezésre következtek. (Vogel a szinkép vörös részében oly vonalakat is észlelt, amelyek a Mars légkörében oly elem létezésére utaltak, melynek a mi légkörünk híjával van). A vizsgálatok főkép a vízgőz létezésének a kimutatására irányultak s ma is leginkább ez képezi diszkusszió tárgyát. A vízgőz létezésének ugyanis a Marsfelület változásainak a magyarázatában — mint azt később látni fogjuk — igen nagy szerepe van. Slipher, Wilsing, Scheiner, Lowell szintén a légköri vonalcsoportoknak az erősödését észlelték a Mars szinképében s mindez vízgőzt tartalmazó légkör mellett szól. Minden esetre a vízgőztartalom csekélyebb, mint a Föld légkörében, amit a ritka felhőképződés is bizonyít.

A Campbell igen gondos és felette kedvező körülmények között végzett megfigyeléseinek az eredménye azt mondja azonban, hogy itt még nem szabad végleges álláspontra helyezkednünk s az ide vonatkozó megfigyeléseket még nem zárhatjuk le. Campbell a vízgőz megállapítására egy másik módszert is kieszelt s ezzel is negatív eredményt mutatott ki. Ez a közismert Doppler-féle

elven alapszik. Ha ugyanis nagyon erős szin-
szórás mellett lefényképezzük a Mars szinképét,
úgy a Mars mozgása következtében a Doppler-féle
elv alapján a Mars légköréből származó szinkép-
vonalaknak a földi légkörtől eredőkhöz képest el
kellene tolódnok. Eszerint a Mars vízgőzvonalai is
— ha ilyenek léteznek — eltolódnának a Föld víz-
gőzvonalaihoz képest. Campbell, úgyszintén
Albrecht a földi szinképvonalakat észlelték is,
azonban a szinkép azon helyein, ahol a Doppler-féle
elv alapján a Mars légkörétől származó vízgőzvonala-
knak fel kellett volna lépniök, semmit sem talál-
tak. Ez tehát, ha nemis mutatja ki azt, hogy a Mars
légköre vízgőz híján van, mindenesetre azt bizo-
nyítja, hogy a vízgőztartalom csak igen csekély
lehet.

A szinkép vizsgálatokról szólva emlékezzünk
meg e helyen bolygónk színéről is. A Mars erősen
vörös színben tündököl s feltűnő színe felismerésé-
nek egyik legkönnyebb módját nyújtja. Graff sze-
rint az erős színeződés, egyes régiebb felfogással
szemben, nem a Mars légkörének, hanem a felület
hasonló színeződésének tudandó be. E nézet helyes-
sége mellett szólnak a Mars fehér pólusmezői is, me-
lyek a legkisebb színeződést sem mutatják. Ha a szí-
neződés a légkörtől eredne, akkor ezeknek is vörö-
seknek kellene látszaniok.

Forgásidő. Tengelyhajlás.

A Mars felületére vonatkozó ismereteink még elég újkeletűek. Azt azonban már régen észrevették, hogy a Mars felületén különböző foltok vannak, melyek alakjukat általában nem változtatják, tehát magát a felületet alkotják, továbbá, hogy ezek a foltok a korongon állandó helyváltozást szenvednek. Ez a Mars tengelyforgásának a következménye, melyet már Fontana is megállapított 1636-ban. Erre csakhamar megindultak azok a megfigyelések, melyek a forgásidő pontos meghatározását célozták. Különösen Cassini foglalkozott behatóan e kérdéssel s a forgásidőt 24 óra 40 percben állapította meg. Sz ez az eredmény vagy másfél századon át egyedüli vívmánya maradt a Marskutatásnak. Ilyfajta megfigyeléseket különben számosan végeztek s a forgásidő pontossága egyre növekedett, különösen mikor Beer és Mädler 1830-ban a Marsfelületről térképeket készítettek, melyek nagyon elősegítették a megfigyeléseket. Jelenleg a messzi visszamenő észlelésianyag lehetővé teszi a forgásidő igen pontos meghatározását. A több mint 200 évre visszanyúló, valamint a legújabb megfigyelések alapján Wislicenus szerint a forgásidő 24 óra 37 perc 22.65 mperc s ez az érték legföljebb néhány századmásodpercben lehet hibás.

Feltűnő, hogy a forgásidő mily nagy egyezést mutat a Föld forgásidejével. A különbség alig rúg egy félóránál többre. S a marslakók tántoríthatatlan

hívei nem késték ezt a körülményt sem érveik sorába állítani s nagy komolysággal hangoztatni, hogy íme a két bolygó egyebeken kívül a forgásidőben is mily melegítő egyezést mutat s ez, már mint a nappalok és az éjjelek hossza, bizonyára nem maradt hatás nélkül egy hasonló vegetáció kialakulására sem.

Szinte nagy egyezést tapasztalunk a két bolygónál a tengelyhajlásra nézve is. Tengelyhajlásra azt a szöveget értjük, melyet a forgástengely a keringéspálya síkjával bezár. Míg a tengelyforgás a nappalok és az éjjelek váltakozását hozza létre, addig a tengelyhajlás az évszakokat okozza és különböző hőmérsékleti öveket létesít a Marsgömbön, mikéint ez a Földön is van. A tengelyhajlás értékének a megállapítása szintén a felületen észlelhető alakzatok mozgásának a megfigyeléséből állapítható meg. Így adódott a tengelyhajlásra $24^{\circ} 52'$, míg a Földnél ugyanez $23^{\circ} 27'$. Az eltérés mindössze másfél fok, amiből arra következtethetünk, hogy a két bolygón a hőmérsékleti zónák fekvése nagyjában ugyanaz.

Évszakok, hőmérséklet a Marson.

Az a körülmény, hogy a Mars forgástengelye nem merőleges a keringéspálya síkjára, emellett azonban a forgástengely a keringés alatt önmagával párhuzamos marad, azt eredményezi, hogy a bolygón hol az északi, hol a déli félgömbjét fordítja a Nap felé. Ez hozza létre az évszakokat, teljesen analóg módon, mint a Földön, avval a különbséggel, hogy a

két bolygó keringésideje közti eltérés folytán az évszakok a Marson körülbelül kétszer olyan hosszúak. Az egyes évszakok a pálya excentricitása miatt nem egyformák, miként a földi évszakok sem, csakhogy a Marson az évszakok közti eltérés sokkal nagyobb, mint nálunk. A 663 marsnapból álló marsévben a tavaszra 194, a nyárra 176, az őszre 142, a télre 158 marsnap esik. Ezek az adatok az északi félgömbre vonatkoznak. A délire is ugyanezek a számok érvényesek, csak a tavaszt az ősszel és a nyarat a téllel kell felcserélni.

Maguknak az évszakoknak a földiektől való eltérése, nevezetesen hosszabb tartama, bizonyára azt eredményezi, hogy a Marson a téli hideg és a nyári meleg között nagyobb a különbség, mint minálunk. S ez talán még nagyobb változásokat hoz létre a Mars felszínén, amint ez a Földön van (a növényzet fejlődése, hó, jég, olvadás stb.). Hogy az évszakok tényleg nagy szerepet játszanak a Marson, azt az észlelések is igazolják. Különösen feltűnő a pólusok vidékén elhelyezkedő fehér foltoknak az évszakokkal való parallel változása. Minderről azonban majd a következő fejezetben számolunk be részletesen.

Ami a Mars felületén uralkodó hőmérsékletet illeti, erre vonatkozólag biztos adatot nem mondhatunk. Óriási nehézségekbe ütközik ennek pontos megállapítása. Valamely bolygó hőmérsékletét főképpen két körülmény szabja meg. Először a Naptól való távolság, másodsor a bolygó saját belső hőmérséklete. A Mars távolabb lévén a Naptól, mint a

Föld, kevesebb hőt is kap tőle, mégpedig félannyit sem, mint a mi bolygónk. Ezenkívül belső hője is jóval alacsonyabb, mégpedig két oknál fogva. Egyrészt mert sokkal kisebb tömegű, s így gyorsabban is hűl, mint a Föld; másrészt mert fejlődésének is sokkal előrehaladottabb stádiumában van. Ha ugyanis elfogadjuk azt az elméletet, hogy a bolygók a Naptól erednek, úgy a Mars a bolygórendszer kialakulása közben, mint távolabbi bolygó, előbb vált el a Naptól, mint a Föld, vagyis ennél öregebb bolygó s így már régebben is sugározza ki belső hőjét a világterbe.

A Föld felületére nézve a középhőmérsékletet $+15^{\circ}$ -nak szokás venni. Z e n k e r szerint a napsugárzás nélkül a hőmérséklet -73° -ra sülyedne le. Ennél a pontnál állna be az egyensúly a kisugárzás és a Föld mélyéből jövő belső hő között. Hasonló viszonyok feltevése mellett a Mars felületére nézve (a napsugárzás mellett) -38° adódik. Mivel a viszonyok a két bolygón bizonyára nem egyformák, úgy ezt a számot egyáltalában nem tekinthetjük pontosnak. Az azonban biztos, hogy a Marson alacsonyabb a hőmérséklet, M i l a n k o v i c szerint mindenestre -17°C , vagyis jóval a fagyponthoz alacsonyabb van. Kinetikai gázelmélet alapján is igen alacsony érték, -33° adódott. Az atmoszférának a kisebb vastagsága s ritkább volta is amellett szól, hogy a Mars nem rendelkezik egy olyan védő burokkal, mely a meleget úgy elraktározza és a felületet a kisugárzástól védi, miként azt a mi légkörünk teszi.

A Mars alacsony hőmérséklete igen megnehezíti, hogy a felületén észlelhető változásoknak — melyeknek tárgyalására nemsokára rátérünk — biztos magyarázatát adhassuk, sőt hogy azok lényegéről magunknak egyáltalában némileg is tiszta képet alkothassunk. Mindenesetre a felszíni változások magyarázatát megkönnyítené, ha feltehetnők, hogy a víz a Marson is oly nagy szerepet játszik, miként az a Föld felszínén van. Azonban a valószínűleg fagypont alatti hőmérséklet mellett a víz nem létezhet a Marson folyékony állapotban, legfőljebb jég és vízgőz alakjában, ezenkívül, mint láttuk, a szinképvizsgálatok még a vízgőz létezését sem tudták teljes biztossággal kimutatni. Végleges ítéletet azonban ebben a kérdésben jelenleg még nem mondhatunk.

A Mars felszínének leírása és magyarázata.

Mivel a Marson felhők nem igen lépnek fel, semmi sem akadályozza, hogy felületét közvetlenül tanulmányozhassuk. Persze ez nem fog mindig egyforma sikerrel járni. Elsősorban is tekintetbe jön az a távolság, melyben a bolygó a megfigyelés idején tölünk tartózkodik. Ezenkívül azonban még nagyon sok körülmény játszik itt szerepet. Így többek között a megfigyelőhely kedvező fekvése. Nevezetesen a tiszta, nyugodt légkör, mert csak ebben az esetben kapunk nyugodt, éles képet. Már a légkisebb légköri nyugtalanság is erősen zavarólag hathat, úgyhogy a finom részletek megfigyeléséről, vagy egyáltalában

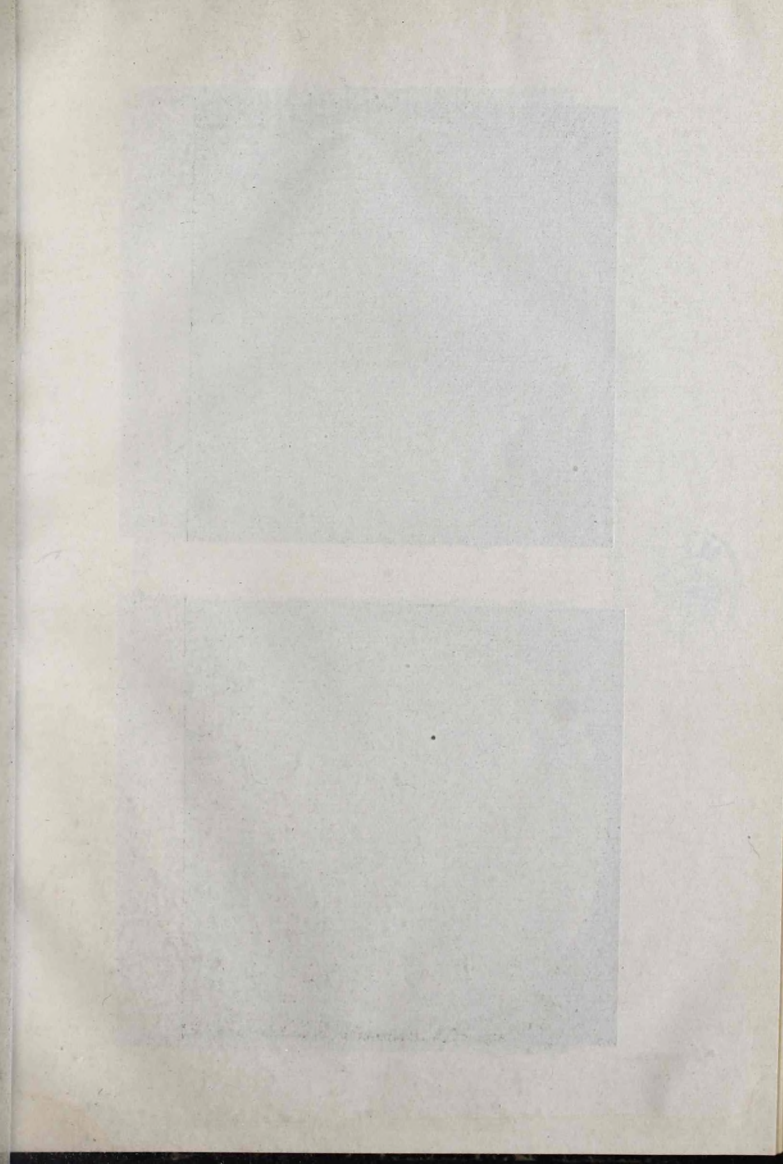
észrevevéséről se lehet szó. Természetesen nem kis szerepe van mindezeken kívül a műszernek. Kis távcső birtokában még nem kecsegtethetjük magunkat valami sok reménnyel, hogy különösebb látnivalóban lesz részünk. Viszont nem hagyhatjuk említés nélkül, hogy a legismertebb marskutatók mind közepszerű távcsövekkel történtek. Így a híres marsészlelő, Schiaparelli is mindössze 8 hüvelykes távcsövel végezte e téren szinte korszakot alkotó megfigyeléseit. De a távcső képességét ki kell még egészíteni egy jó szemmel és nagy gyakorlattal. A laikus nem is képzei, mily finom, leheletszerű alakzatoknak a megfigyeléséről van itt szó és csodálkozik, ha a távcsőbe tekintve még a legdurvább részleteket sem tudja kivenni.

A Mars látszólagos nagyságváltozása tárgyalásánál láttuk, hogy a Mars látszólagos átmérője a legkedvezőbb esetben is mindössze $25''.2$ -re nő. Hogy ennek kicsinységét felfogjuk, csak a Napra vagy a Holdra kell gondolnunk, amelyek körülbelül $\frac{1}{2}^\circ$, vagyis $1800''$ alatt látszanak. Az itt fellépő viszonyokat még a következő hasonlatokkal világítjuk meg: A legkedvezőbb oppozíció idején a Mars 300-szoros nagyítás mellett is mindössze olyan nagynak látszik, mint egy ezüst 2 koronás 80 cm távolságból. És a felület valamelyik alakzata, melynek a valóságban pl. 30 km a kiterjedése, a legjobb esetben is $0''.1$ látshöggel bír, vagyis 600-szoros nagyítás mellett is mindössze olyannak tűnik fel, mint egy 2 koronás 100 m távolságból. Ezek után fogalmat alkothatunk

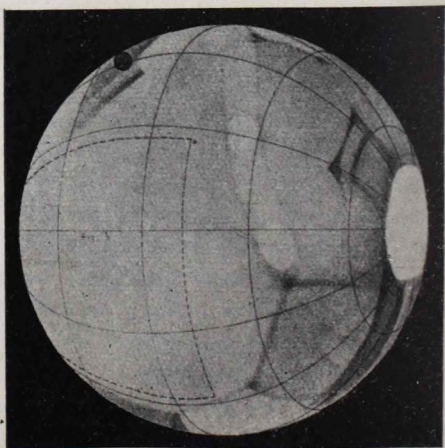
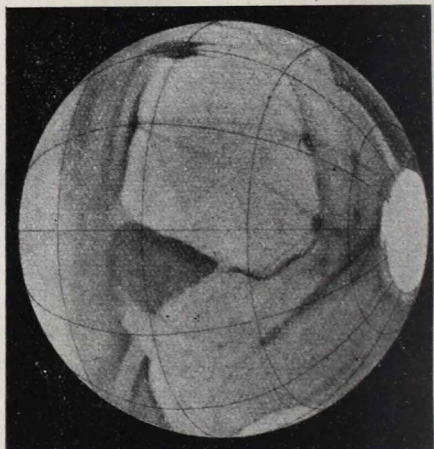
magunknak a Mars megfigyelések nehézségéről. Értethető tehát, ha kis kiterjedésű tárgyokról semmi részletet sem tudunk megadni, épen hogy csak konstataálni tudjuk létezésüket, vagy esetleg még azt sem.

A marsmegfigyeléseknél fellépő nehézségek indítottak egyeseket arra, hogy a felületen észlelt alakzatoknak a reálitását kétségbevonják, hivatkozva azokra az optikai csalódásokra, melyek itt valóban könnyen felléphetnek. Egyes főrészeteknek a realitása azonban semmi esetre sem vonható kétségbe, miután azokat számosan egyformáknak látták és lerajzolták. Vannak azonban tényleg olyan rajzok is, melyeknek valószínűsége kétségbevonható vagy legalább is megerősítésre szorul. Az óvatosság hiánya és a szabadjára eresztett képzelet könnyen nagy tévedésekhez vezethet. Erre csak a következő példát említjük: Sch r ö d e r már 100 évvel ezelőtt kiszámította a szél sebességét a felhők mozgásából, melyeknek pedig a létezése is kétséges.

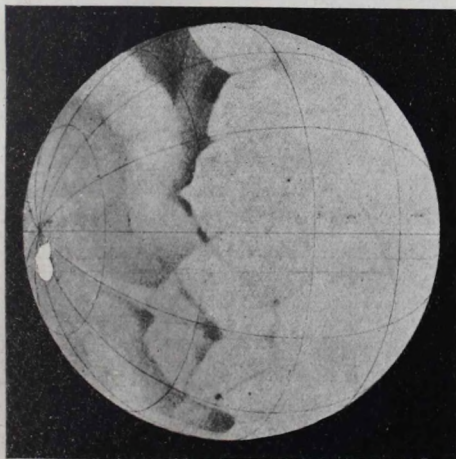
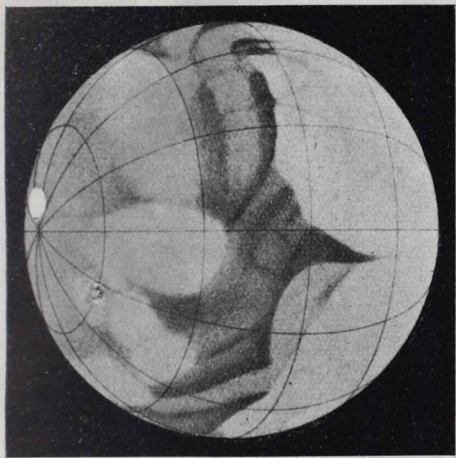
Kedvező oppozíciókor már kisebb, 4 hüvelykes távcsővel is felismerhetünk bizonyos részleteket a Mars felületén. Így elsősorban azt, hogy azon fényesebb és sötétebb részek különböztethetők meg, melyek ismételt megfigyeléskor újra felismerhetők, bizonyoságul arra, hogy ezek a felület állandó alakzatai. Természetesen azzal a változással számot kell vetnünk, mely a bolygó tengelyforgásából áll elő. Ennek következtében ugyanis az egyes részek hol a korong közepén, hol a szélén lépnek fel s ezáltal alaktorzulást szenvednek. Szembeötlő jelenség, hogy a pólu-



NY. M. K. 1901



9. kép. — A Mars 1901-ben Graff szerint.



10. kép. — A Mars 1909-ben Graff szerint.



Handwritten circular stamp, possibly containing the text "Handwritten" and "1870".

sok táján feltünő fehér foltok mutatkoznak, amelyek nagyságukat nagy mértékben változtatják, mégpedig olyan értelemben, hogy, ha az illető félgömbön téli időszak áll be, akkor nőnek, ha pedig nyári, akkor fogynak. Ez a jelenség már régen felvetette ezeknek a foltoknak a Föld hóvallepte sarkvidékeivel való összehasonlításának gondolatát és sok kommentárra adott alkalmat, nem kis mértékben növelve az érdeklődést ez iránt a bolygó iránt.

Ma már számos rajz és térkép birtokában vagyunk, melyek a Mars felületét ábrázolják. Az első térképet Beer és Mädler adták ki 1840-ben tizévi megfigyelés alapján. Ezen a térképen egyes alakzatok megrajzolása nemcsak szemmérték, hanem mikrometrikus mérés által is történt. 1850-ben Secchi arra a színeződésre fordította a figyelmét, melynek — mint később látni fogjuk — a felületen igen nagy szerep jut. Ettől az időtől fogva a marsészlelések már nagyon buzgón folynak s számos kitünő csillagász fordítja figyelmét e bolygó tanulmányozására. Első hely illeti meg ezek között Schiaparelli, kinek — eltekintve kitünő észlelőképességétől — a megfigyelésre kiváltképen alkalmas derült ég és egy olyan műszer állott rendelkezésre, melyet mintha ép a Mars észlelésére készítettek volna. E távcső tárgylencséje ugyanis különösen a Marsnál domináló vörös fénysugarakat egyesíti jól képpé, szemben más csillagászati műszerek objektívjeivel, melyek csiszolása általában a kék sugarakra történt számítás alapján történik. Schiaparelli

műszere birtokában észleléseinél nagy nagyítást engedhetett meg magának s megfigyelései nemcsak nagy mértékben gazdagították ismereteinket a Marsról, hanem egészen új felületi konfigurációk felfedezéséhez is vezettek.

A Marsfelületen a foltoknak vagy alakzatoknak négy főcsoportját különböztethetjük meg s ezek a következők: 1. Fehér régiók, melyek a pólusokon lépnek fel; 2. világos régiók, melyeknek színe rendszeren sötét- vagy narancssárga, azonban a sárgától a fehérig és a sötétvörösíg minden árnyalatban előfordulnak; 3. sötét régiók (a szokott értelemben vett foltok), a hamuszürke és a fekete között ingadozó színeződésben; végül 4. az u. n. csatornák.

A fehér régiók. Ezek a Marsfelület legfeltünőbb alakzatai. Fényes, a pólusok környékén fellépő foltok, melyek a többi részek színeződéseivel szemben mindig fehérek maradnak. A déli pólusfoltról már Huygens készített rajzot 1672-ben. Legfeltünőbb jelenség, hogy ezek az alakzatok, miként azt már id. Herschel is észrevette, folyton változtatják nagyságukat, mégpedig igen tág határok között. Herschel utalt egyúttal arra is, hogy e változások szoros összefüggésben vannak a marsévszakokkal. Ha pl. a déli féltekén tél van, akkor a déli sarkfolt a legnagyobb, tavasszal fogyni kezd s nyáron húzódik össze a legkisebbre. Hasonlóan változik az északi pólusfolt is. A változás azonban nem történik teljes szabályossággal, amennyiben a kiterjedés maximumának és minimumának az időpontja

nem esik pontosan a megfelelő évszak idejére, hanem ahhoz képest kissé elmarad. Olykor néhány hónapos eltolódás is felléphet. Az északi sarkon általánosságban körülbelül csak 50—60 nappal később éri el a folt legkisebb nagyságát, mint azt várnök, s azután lassan ismét növekedni kezd. A déli sarkon meg a legkisebb kiterjedés átlag csak 90 nap múlva következik be a nyár beállta után s ezután aránylag gyorsan nő. A két sarkfolt változásában az eltérés abban leli magyarázatát, hogy az északi félgömbön hosszú mérsékelt nyár és rövid enyhe tél váltakoznak, a délin pedig a rövid nyarat hosszú kemény tél követi; akárcsak a Földgömbön, csak fokozott mértékben. Ennek oka a pálya excentricitásában rejlik, melyről az évszakokról szóló fejezetben már szólottunk.

Mivel a Mars kedvező oppozíció idején inkább a déli félgömbjét fordítja felénk, a déli pólusvidéket jobban ismerjük. Mindkettőt azonban főképen csak akkor tanulmányozhatjuk, mikor az illető félgömbön nyár van. Tél idején megnehezíti a megfigyelést az a körülmény, hogy ilyenkor az illető félgömb el van tőlünk fordulva.

A pólusfoltokból a pólusok helye s így a forgástengely hajlása is meghatározható, de csak közelítőleg, mert a pólusfoltok középpontja nem esik épen össze a tényleges pólusokkal. És ha a pólusfolt nagyon kicsire zsugorodik össze, úgy a pólus kívül is eshet rajta. Ilyenkor tehát a pólus nincs befedve és

csak a közelében látható kis fehér folt (l. 10. kép). Sőt a sarkfolt teljesen el is tűnhet, amint azt a délről 1894-ben megállapították. Legnagyobb kiterjedésük idején a pólusfoltok igen messzire nyúlhatnak le az egyenlítő felé. Ez azonban évenként változhat. 1837-ben figyelték meg a déli sarkfolt legnagyobb kiterjedését, amikor egész az 55° szélességi körig ért le; 1877-ben ellenben körülbelül csak 75° -ig. A pólusfoltok nem pontosan köralakúak. Több-kevesebb szabálytalanságot mutatnak. Szélük gyakran elmosódott, máskor meg élesen határolt. Néha a szélek szakadozottaknak látszanak, nyulványokkal és a foltba behatoló betüremlésekkel.

A fehér sarkmezők változása és e változásnak a marsévszakokkal való feltűnő összefüggése azt a gondolatot keltik az emberben, hogy itt az atmosféra páratartalmának a lecsapódásával állunk szemben, amint ez a Föld pólusain is történik. Hogy azonban itt is a víznek hó és jég alakjában való lecsapódásával van-e dolgunk, arról egyáltalában nem tudunk meggyőződést szerezni. A sarkfoltok illetően magyarázata már nagyon régi keletű s még Herschel pendítette meg azt a gondolatot, hogy a sarkmezők hófelhalmozódások, melyek a megfelelő helyeken a légkör lehülésével keletkeznek. Ez elsősorban azt tételezi fel, hogy a Mars légköre vízgőzt tartalmaz. Láttuk azonban, hogy ha a Marson van is vízgőz, ebből ott csak nagyon kevés lehet. De egyesek szerint kevés vízgőz feltételezése még megkönnyíti a pólusfoltoknak a vízgőz lecsapódásával való magya-

rázatát. Ugyanis így könnyebben tudjuk a foltok nagymértékű nagyságváltozását megérteni. Míg a Föld légkörének gazdag víztartalma azt eredményezi, hogy a sarkokon oly nagy vastagságu jég- és hómenyiség halmozódik fel, mely évről-évre megmarad és csak kis mértékben változtatja kiterjedését, addig a Mars pólusain aránylag csak vékony hótakaró képződik s ez nyáron aztán könnyen elolvadhat, annál is inkább, mert az eddigi megfigyelések szerint a légkörben csak kevés felhő van, mely a Nap sugárzását felfogná.

Eddig hallgatagon feltettük, hogy a Marson olyan hőmérsékleti viszonyok uralkodnak, melyek a víz minden halmazállapotban való előfordulását lehetővé teszik. Vagyis a hőmérséklet a 0° körül ingadozik. Ezt a kérdést azonban már részletesen megtárgyaltuk s azt is megállapítottuk, hogy a Marson a legnagyobb valószínűség szerint jóval a fagyponthoz alatta van a hőmérséklet. Ha a bolygó legalább vastag védő légkörrel rendelkezne, úgy még talán fel lehetne tételezni, hogy ez annyi hőt tud felhalmozni, amennyi a hőmérséklet fagyponthoz való emeléséhez elégséges. Tudjuk azonban, hogy a Mars légköre sokkal kisebb, semhogy erre képes volna. Egyesek szerint csak egy kevés szénadtartalom feltételezése elháríthatja a nehézségeket. Sőt arra is gondoltak, hogy a pólusfoltok nem is egyebek, mint szénadtartalom csapódások. Természetesen ez már a légkör gazdag szénadtartalmának a feltételezését teszi szükségessé. Ebben az esetben a bolygó alacsony hőmér-

séklete sem okoz nehézséget, mert olyan nyomás mellett, amilyent a Mars légköre fejthet ki, a szén-sav körülbelül -90° -nál válik szilárdhalmazállapotúvá. Mivel ennél a hőmérsékletnél a szénsav a gáz-állapotból felhőképződés nélkül csapódik le, ez egyúttal a csekély felhőképződés magyarázatát is nyújtaná.

Vannak, kik a fehér sarkmezőket nem is tartják lecsapódási terméknek, hanem azt állítják, hogy ezek nem egyebek nagy albedóju ködnél vagy felhőnél. Különbözik is, hogy a felhőképződés a Marson sem hiányozhatik teljesen, arra egyes területek olykor elhomályosodása enged következtetni. Egyesek azt figyelték meg, hogy az ilyen részek újbóli kitisztulása után úgy látszott, hogy az azelőtt vörösös területek fehér pontokkal voltak behintve, melyek aztán néhány nap múlva eltűntek. És ezt magasabb fekvésű helyeken történt hóeséssel próbálták megmagyarázni. Mivel ezek az igen szórványosan jelentkező fehér pontok olykor még az egyenlítő tájékán is fellelhetők, ez arra utal, hogy a Marson a sarki és az egyenlítői vidékek között nem uralkodik akkora hőmérsékleti eltérés, mint a Földön. Ne felejtjük azonban el, hogy ez és egyúttal minden, a sarkfoltok mibenlétére vonatkozó magyarázat csak feltevés s jelenleg még korántsem vagyunk abban a helyzetben, hogy e jelenségek valódi lényegét megadhatnók.

A világos és a sötét régiók. Ezeket egyszerre tárgyaljuk, mert ezek az alakzatok gyakran oly észrevehetetlenül mennek át egymásba, hogy meg-

különböztetésük nagy nehézségbe ütközik. Ilyen esetben legföljebb a színeződés adhat útbaigazítást, bár abban is sok átmenet tapasztalható. Mint már említettük, a világos részek általában sötétsárga vagy narancssárga színűek különböző mértékben vegyítve a fehérrel, a sötét részek színe pedig a hamuszürke és a fekete között ingadozik, olykor a kék gyenge árnyalatával.

Igen régi keletű a világos részeket szárazföldnek, a sötéteket tengereknek nevezni, bár erre semmi jogos alap sincsen. Az általános szokásnak megfelelően mi is használni fogjuk ezt az elnevezést, anélkül, hogy ezzel tényleges szárazföldekre és tényleges tengerekre gondolnánk. Hiszen nincs kizárva az ellenkezője sem, vagyis hogy a sötét részek a szárazföldek és a világosak a tengerek, sőt nagyon is kérdéses, hogy egyáltalában jogosult-e a tenger elnevezés.

Mikor a Marsfelületről már térképek is készültek, a különböző felületi konfigurációkat könnyebb tájékozódás végett nevekkel látták el. Kezdetben ez az elnevezés rendszertelenül folyt, később Schiaparelli elnevezései általános elfogadásra találtak. Schiaparelli a különböző alakzatokat mitológiai nevekkel látta el, amit előtte már mások is megtettek. Így találkozunk a marstérképeken az ilyen nevekkel: Arabia, Elysium, Lybia, Hellas, Mare Tyrrhenum stb.

Mint már említettük a világos és a sötét részek egymástól való megkülönböztetése olykor igen bajos

s ilyenkor nem tudjuk eldönteni, szárazfölddel vagy tengerrel van-e dolgunk. A legváltozatosabb átmenetek léphetnek fel egy és ugyanazon helyen is, mintha egyes, általában a szárazföldekhez sorozható részek időnként el lennének „árasztva”, amennyiben szokott világos színük alkalomadtán elsötétedik. Hogy e változás tényleges-e, ennek megítélésében nagy óvatossággal kell eljárni s meg kell gondolni, nincs-e pusztán optikai csalódással dolgunk. A különböző időben készített rajzok eltéréséből még nem szabad föltétlen változásra következtetnünk, különösen ha azok más megfigyelőktől származnak. Hogy egy és ugyanazt a részt a különböző észlelők mily eltérően foghatják fel, arról rögtön meggyőződhetünk, ha rajzaikat összehasonlítjuk egymással. A vélt változás okát az oppozíciók változó helyeiben is kereshetjük. A Mars tengelye ugyanis a különböző oppozíciók alkalmával más és más helyzetű a Földhöz képest és ez a különböző időkben megfigyelt vidékek rajzainak az összehasonlítását igen megnehezíti. Kétségtelen, hogy nem egy, ezelőtt valóságosnak vélt változás részben e körülményre vezethető vissza. Ugyancsak hamis következtetésekre vezethet a tengelyforgás figyelembe nem vétele is. Ugyanis egy és ugyanazon rész igen eltérően tűnhet fel aszerint, hogy a bolygó korongjának közepén vagy a széle közelében tartózkodik-e. Kiderült, hogy a tengelyforgás következtében a különböző részek változása bizonyos esetekben periodikusan ismétlődik, aszerint, hogy a megfelelő részek a megfigyelőhöz képest

hasonló helyzetet foglalnak el. Különösen jól vehetők észre az ilyfajta változások a Hellas és az Argyre nevű szigeteken, melyek a szélen olykor oly világosnak tünnek fel, hogy tévesen már pólusfoltoknak is fogták fel őket, a korong közepén ellenben gyakran sötétbarna színűeknek látszanak. Figyelemreméltó, hogy a tengerek a tengelyforgásból eredő ilyen különös színváltozásokat nem igen mutatnak.

Kétségtelen, hogy a sötét és a világos részek olykor olyan változáson mennek át, melynek magyarázatát úgy a tengelyforgásban és az oppozíciók különböző helyeiben, mint az egyes megfigyelők eltérő felfogásában hiába keressük. Ugylátszik ilyenkor tényleges változással van dolgunk. Így mikor Schiaparelli 1877-ben a Naptengert megfigyelte, első tekintetre észrevette, hogy az teljesen másképp néz ki, mint azt előtte Dawes, Lockyer és Kaiser (1862—64.) látták és a változás akkora volt, hogy azt semmiesetre sem lehetett pusztán felfogásbeli különbségnek tekinteni. Schiaparelli továbbra is figyelemmel kísérte ezt a részt s azt tapasztalta, hogy három éven belül e vidék, úgy a szárazföld, mint a környező tenger tetemes változáson ment át, kilenc év múlva pedig a hasonlóságot egyáltalában nem lehetett többé felfedezni. A szárazföld színe világossárgából piszkos szürkészölddé ment át, oly benyomást keltve, mintha az egész vidék mocsarassá vált volna.

Egyes részek lassu átalakulásán kívül észlelhetők rövid idő alatt bekövetkező változások is, me-

lyek úglátszik periodikusan, nevezetesen évenként ismétlődnek, vagyis a marsévszakokkal összefüggésben vannak. Ennek megfelelően átmenetileg egész vidékek tengerré változnak, új tavak képződnek, melyek később újra eltűnnek. Azok, kik a szárazföldek és a tengerek realitásában hisznek, az évszakok változásával járó tüneményeknek a lefolyását a következőkép képzelik el:

Tavasszal a beálló hóolvadás következtében a sötét részek megnagyobbodnak, vagyis a tengerek és a tavak megduzzadnak, a kiszáradt mélyedések újból megtelnek és az addig száraz részek is részben vízzel lesznek elárasztva. Ezek a változások az észlelések szerint többnyire meglehetősen gyorsan mennek végbe. Mivel a sarki hó- és jégtömegek mennyisége a nagy kiterjedés dacára is nem lehet nagyon jelentékeny, a gyors elárasztást csak úgy tudjuk elképzelni, ha feltesszük, hogy a Marson a felületi magasságkülönbségek nem számottevők. Ennek értelmében a felület csak alacsony rónaságokból és sekély vízmedencékből áll, mely utóbbiak gyorsan kiszáradnak, de ép oly gyorsan meg is telhetnek. Olvadáskor pedig az alacsony rónaságokat is könnyen elboríthatja a víz.

De ne bocsátkozzunk az efajta magyarázatok további részleteibe, mert nincs kizárva, hogy hamis nyomon haladunk. Hiszen azt sem állíthatjuk biztossággal, hogy a Marsfelületnek kontinensekre és tengerekre való felosztása egyáltalában jogosult-e. Lehet, hogy a világos részek tényleg szárazföldek, a

sötétek meg tengerek. De lehetséges, hogy a Marson, akár a Holdon, már: nincsen víz s a tengereknek nevezett részek már csak a volt tengereknek helyei. S c h e i n e r nem tartja lehetetlennek, hogy a sötét részek befagyott víztömegek, melyek érdes felületükkel szétszórják a napsugarakat s ezért látszanak sötéteknek. Az érdesség okát a napsugárzás változásával próbálja magyarázni. Az örökös fagy pedig egyáltalában nem lehetetlen, amiről tárgyalásaink során eddig már elégszer szólottunk. C a m p b e l l nézete szerint a Marson tényleges tengerek és folyók nincsenek s az egyedüli víz, mely a felszínen felléphet, csak az lehet, mely vulkanikus úton jut ki a Mars belsejéből a felszínre, hol aztán csakhamar megfagy. Egy csillagász szerint meg a Mars egész felületét tenger borítja, a szárazföldek pedig nem egyebek, mint algákból képződött takarók, melyeket egyes helyeken (csatornák) a tengeráramok kettészakítanak.

De nem folytatjuk az ilyen nagyon is fantasztikus magyarázatoknak a felsorolását. Mindenesetre ha a sötét és világos részek valódi jelentését megadni próbáljuk, még több nehézséggel találkozunk, mint a pólusfoltoknál, melyeknek magyarázata az összes marsalakzatok között talán még a legkönnyebb. Vannak csillagászok, kik a Marson észlelt összes jelenségeknek a realitását kétségbevonják, pusztán optikai csalódásoknak tekintve azokat. Ezek között első helyen áll C c r u l l i, ki állításait fiziológiai tapasztalatokkal igyekszik megerősíteni. Szerinte

a Mars felületén észlelt foltok mind a láthatóság határán vannak, úgyhogy a megfigyelő akarata ellenére is szabad teret enged az észlelésnél a képzeletnek. Ebben lennék magyarázatukat a különböző észlelők eltérő rajzai, valamint egy és ugyanazon észlelőé is, ha különböző időből származnak. Sőt C e r u l l i szerint a Mars egy éjjelen át sem mutat egyforma képet, hanem mást a megfigyelés elején és mást a megfigyelés végén. Az észlelő ugyanis a kezdetben határozatlan alakoknak önkéntelenül is határozott alakot igyekszik adni, s mennél gyakorlottabb az illető, annál inkább, úgyhogy ezek az észlelők sokkal nagyobb hibába eshetnek, mint a tapasztalatlanok. Ha az egyes konfigurációk realitásában kételkedő ilyen vélemények nem is nélkülöznek minden alapot, mégis nem látszik valószínűnek, hogy a nagyobb kiterjedésű foltok, amilyenek elsősorban a fehér sarkmezők, továbbá a nagyobb kontinensek és tengerek, sőt a szélesebb csatornák is, mint amilyen a Nilosyrtis, ne volnának tényleges alakulatok.

Ami a Mars felszínén uralkodó magasság különbségeket illeti, erről jóformán semmit sem tudunk. A Marsfelület általában nagyon síkszerűnek tűnik fel, bár történtek már említések észrevehető kiemelkedésekről, sőt hegyláncokról is. Ugylátszik azonban, hogy a magasságkülönbségek csak nagyon csekélyek és ez megkönnyíti, mint láttuk, annak az elképzelését is, hogy a szárazföldek oly könnyen „víz alá kerülnek.” Jelenleg korántsem vagyunk még abban a helyzetben, hogy e kérdésben a valóságot

némileg is megközelítő véleményt mondhassunk és az egyesektől eddig észlelt talajkiemelkedést teljesen illuzóriusnak tekinthetjük.

A *csatornák*. A Mars felületén látható alakzatok között kétségtelenül a csatornák örvendtek mindig a legnagyobb érdeklődésnek. Talán alig van csillagászati kérdés, amely a nagyközönséget annyira izgatta volna, mint épen a csatornák problémája. E kérdés mindig sok vita tárgyát képezte, de még ma sincs megoldva. Egyesek meg vannak győződve a csatornák létezéséről, mások meg optikai csalódásnak minősítik az egész jelenséget. Ha utóbbi talán nem is áll szigorúan, valószínű, hogy a csatornák, mint olyanok, tényleg nem léteznek és hogy azoknak a konfigurációknak, melyek az észlelő szemében a csatorna képét keltik, tényleg semmi közük sincs bármiféle csatornaszerű képződményhez. Ennek dacára, miként fent a szárazföld és a tenger használatával tettük, itt is megtartjuk a szokásos csatorna elnevezést, mely különben ezeknek az alakzatoknak a jelölésére igen kifejezőnek látszik.

A csatornák felfedezése Schiaparelli nevéhez fűződik. Schiaparelli meglepetve tapasztalta egy alkalommal, hogy a szárazföldön fellépő kisebb-nagyobb tavakat, valamint a tengereket is finom, egyenes sötét vonalak kötik össze. A jelenséget későbbi észleléseinél is ismételten látta s 1877—78. években végzett megfigyelései alapján már a csatornáknak egész rendszerét állapította meg. Schiaparelli észleléseit először kételkedve fo-

gadták, de később mások is észlelték a Marsfelület eme csodálatos alakzatait. Maguk az alakzatok a következőkép írhatók le:

A csatornák a szárazföldeket behálózó vékony sötét vonalak, melyek a tavakat és a tengereket kötik össze egymással. Jellemző, hogy a csatornák sohasem szakadnak meg a szárazföldön, hanem mindig vagy tengerben, vagy tóban, vagy pedig közös csomópontban végződnek. Olykor egy ilyen csomópontban hét csatorna is összefut, az illető helyen valamivel nagyobb kiterjedést, foltot alkotva. A csatornákat több tekintetben bámulatos szabályosság jellemzi. Így elsősorban, hogy feltűnően egyenesek. Az ettől való eltérés csak nagy ritkán fordul elő; kígyózó csatornát még sohasem észlelték. A csatornák hossza nagyon különböző, többnyire azonban igen nagy. 600-tól 5000 km-ig figyeltek meg csatornákat, némelyik tehát a Marsfelület igen jelentékeny részét szeli át. Szélességükről megbízható adatot adni felette bajos. Állítólag ez 30 és 100 km között ingadozik. A Nilosyrtis meg éppen 300 km széles, ha ugyan ezt az alakzatot nagyságánál fogva a csatornák közé lehet még sorozni. A szélesség többnyire a csatorna egész hosszában állandó, valamint az erősség is. Színük nagy hasonlóságot mutat a tengerek és tavak színével, olykor sötét fekete, máskor meg annyira halvány, hogy a környezettől alig különböztethető meg. Különben is a csatornák a láthatóság határán vannak s többnyire, mint felette vékony árnyvonalat ép hogy csak konstatálni lehet őket. Egyidőben egy-

szerre csak kevés látható. A térképek a részletmegfigyelések összképét adják.

De ezzel még nem mondtunk el mindent a csatornákról. Az 1882. évi kedvező oppozíció alkalmával figyelemreméltó s teljesen váratlan változás állott be a csatornák képében, mely talán még a csatornák felfedezésénél is nagyobb feltűnést keltett. Változásokat a csatornákon már azelőtt is észleltek, mégpedig igen tetemeseket, s ezek az évszakokkal látszottak összefüggésben lenni, de az a változás, melyről most szólunk, sokkal nagyobb meglepetést szolgáltatott. Schiaparelli ugyanis ez alkalommal azt észlelte, hogy a Protonilus, majd más csatornák is egész menetükben megkétszereződtek. Egy vonal helyébe egyszerre csak kettő lépett, melyek egész menetükben teljesen párhuzamosak maradtak egymással. Egyideig egyedül Schiaparelli volt képes a kettőzést megfigyelni, csak 1886 óta nyertek észlelései megerősítést más megfigyelőktől is. Ezek a megkettőzések nem tekinthetők állandó jelenségnek. Nemcsak az egyes oppozíciók között mutatkozik ebben a tekintetben módosulás, hanem egy és ugyanazon oppozíció alatt is.

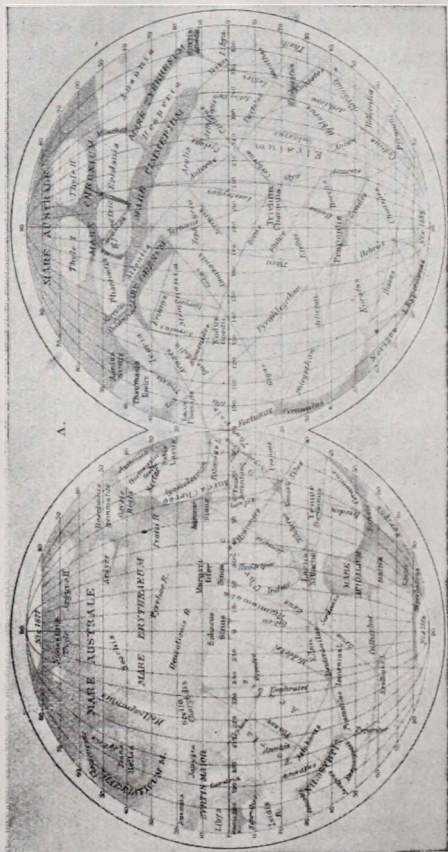
A megkettőződés többnyire hirtelen, néha egy megfigyelés estéjétől a másikig szokott bekövetkezni. Gyakran az illető vidék előzőleg mintha ködbe volna burkolva, melyből aztán lassanként a két csatorna képe kibontakozik. Ezek közül az egyik többnyire az eredetinek a helyén van s tőle kisebb-nagyobb távolságban, de vele teljesen párhuzamosan helyez-

kedik el a másik. Egymástól való távolságuk igen eltérő, s állítólag 200—900 km között ingadozik. A párhuzamosságon kívül feltűnő szabályosság mutatkozik a vastagságban és a fényerősségben is, amennyiben ez mindkét csatornánál egyforma. S érdekes, hogy a különben némi szabálytalanságot mutató csatorna ilyen megkettőződés alkalmával mintha sokkal szabályosabb volna. Akárcsak körzővel és vonalzóval húzták volna ki. Ugylátszik a kettőződés is szoros összefüggésben van a marsévszakokkal, amennyiben leginkább tavasszal és ősszel észlelhető. Megjegyzésre érdemes, hogy a kettőzések a korong közepén lépnek fel a legvilágosabban. Olykor azok a tavak is megkettőződnek, melyeket a csatornák csomópontjai alkotnak.

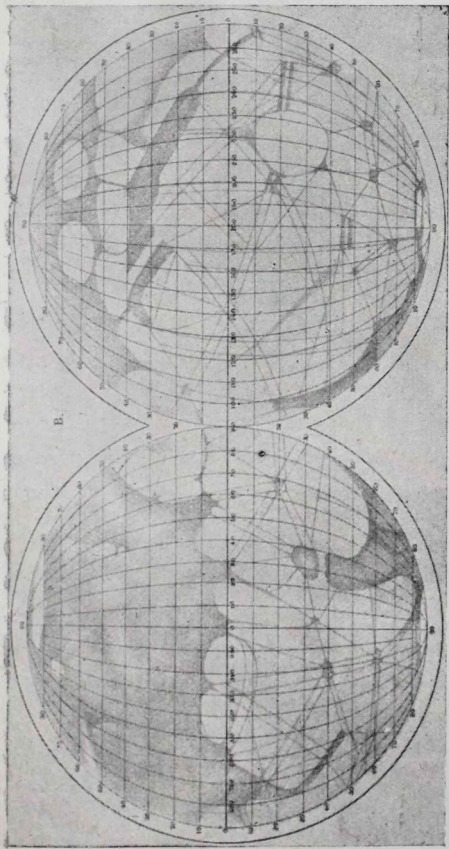
11. és 12. ké p ü n k ö n bemutatjuk azokat a csatornákat, és kettőzéseiket, melyeket 1877—1888 Schiaparelli észlelt. Megjegyezzük, hogy sem a csatornák, sem a kettőzések sohasem voltak egyszerre mind láthatók. A térképek tehát nem egy időpontra adják a Mars képét, hanem amint az hosszabb időn át végzett megfigyelésekből összegeződve adódik.

Már említettük, hogy Schiaparelli mindössze nyolc hüvelykes távcsővel dolgozott. Ennek a tárgylencséje azonban történetesen azokra a sárga és vörös fénysugarakra van achromatizálva, melyek a Mars felületén leginkább dominálnak. Kezdetben Schiaparellin kívül senkinek sem sikerült hatalmasabb műszerekkel sem a csatornákat észre-

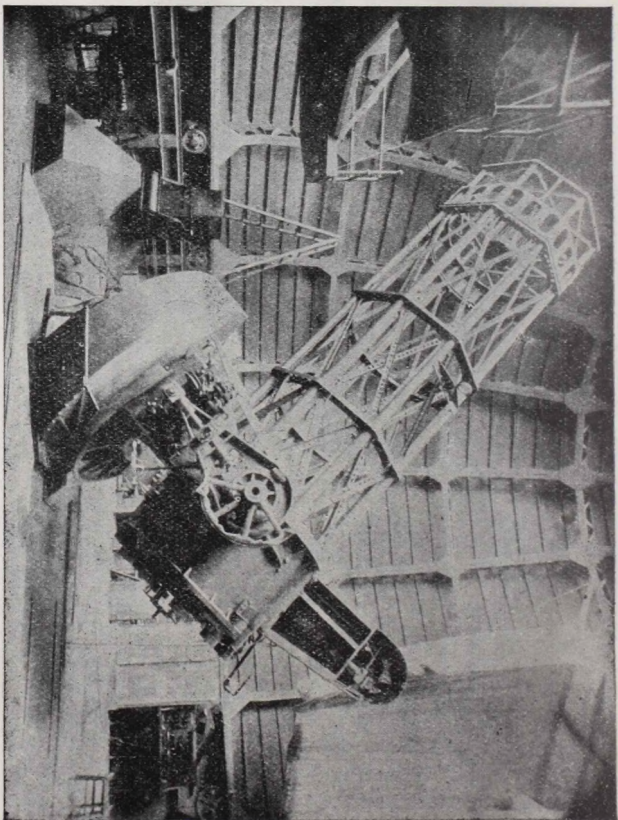




11. kép. — A Mars térképe Schiaparelli után (1877—1888).

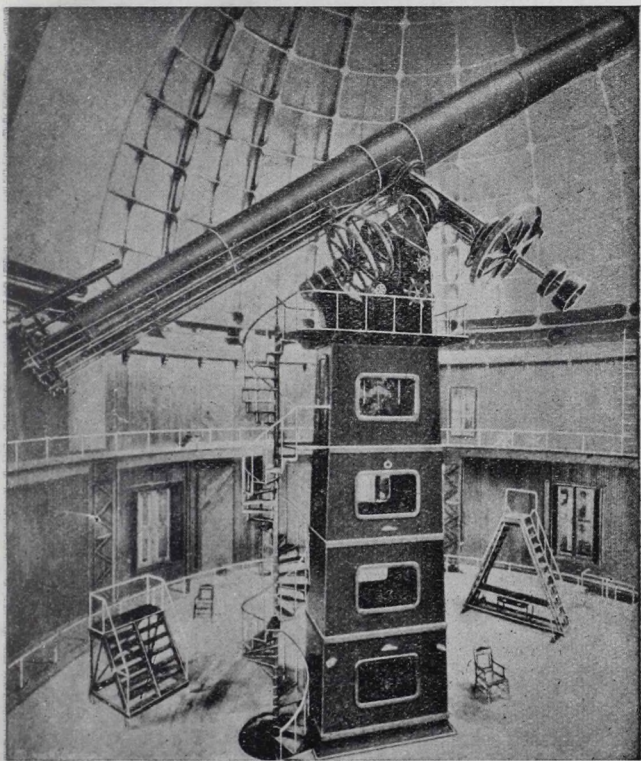


12. kép. — A Mars térképe Schiaparelli után a megkettőzött csatornákkal (1882—1888).



13. kép. — A Mont Wilsoni Observatorium reflektora. Tükrének átmérője 152 cm.

AKADÉMIA
KÖNYVTÁR



14. kép. — A Lick Observatorium refraktora.
Tárgylencsének átmérője 95 cm.



venni. Később azonban észlelték mások is őket, sőt megkettőződésüket is. Barnard azonban sem a Mount Wilsoni Obszervatorium hatalmas reflektorával (l. 13. kép), sem a Lick Obszervatorium 36 hüvelykes refraktorával (l. 14. kép) nem bírta őket észrevenni. Ugyancsak Amerika más legnagyobb csillagászati távcsövein sem sikerült semmi csatornaszerű alakzatoknak még a nyomát sem megállapítani. Érdekes, bár furcsán hangzik, de tény, hogy a csatornák észrehevésére közepszerű távcsövek alkalmasabbnak bizonyulnak. Ez a körülmény mindenestre nem szól a csatornáknak, mint olyanoknak a realitása mellett. Méginkább áll ez a kettőződésre, ami különben is sokkal ritkábban megfigyelhető jelenség.

A Mars felületére vonatkozó megfigyelési anyag egyre nő, valamint az evvel foglalkozó irodalom is és a szerzők hol a csatornák mellett sorakoztatnak fel érveket, hol meg kereken tagadják azok létezését. Valóban ezekre a kétséges alakzatokra, méginkább állítólagos kettőzésükre valami elfogadható magyarázatot találni ugyancsak bajos, mikor még pusztá létezésük is vita tárgyát képezi. Egyesek csak a kettőzést, mások magukat a csatornákat is optikai csalódásnak minősítik, mások ellenben meg vannak győződve realitásukról s hevesen védelmére kelnek ennek a felfogásnak. Sőt vannak fantáziával megáldottak, kik a csatornákat intelligens lények mesterséges műveinek tekintik. A sokat emlegetett marslakók ludasak a dologban. Ők építették a csa-

tornákat, hogy a tavasszal beálló erős olvadáskor a nagy vízáradásokat levezessék, másrészt, hogy ültetvényeiket vízzel ellássák. Különbözik a csatornák hajózására is alkalmasak s az egyes tengerek között a közlekedést igen megkönnyítik. A kettőzödések sem optikai csalódások. Ezek mellékcsatornák, melyeket bizonyára nem cél nélkül építettek a Marsnak a műveltség igen magas fokán álló és a technika legelőrehaladottabb vívmányainak birtokában levő lakói!

Még a szakcsillagászok között is akadt, aki magáévá tette, hogy a csatornák mesterséges alkotások. Így az amerikai Flagstaff Obszervatorium igazgatója, L o w e l l, ki csillagdját elsősorban a Mars tanulmányozására létesítette s azon munkatársaival máskülönbözik a csillagászat egyéb területein értékes eredményeket is ért el. Azonban a marskutatók körül kétségtelenül nagy elfogultság, illetve szabadjára eresztett fantázia jellemzi. Egyenes vonalak, köralakú foltok, éles mértani határvonallal bíró kontinensek és szigetek jellemzik L o w e l l térképét. Joggal utalnak arra, hogy ezeknek a rajzoknak, melyek a laikust könnyen félrevezetik, csekély a tudományos értékük.

A csatornák alakjának és helyének a nagy változása is amellet bizonyít, hogy mindenfajta magyarázat, mely ezeknek az alakzatoknak mesterséges eredetet tulajdonít, alaptalan, nem tudományos és a fantázia birodalmába való. Diskusszió tárgyát csak az képezheti, hogy a csatornák tényleges alakula-

tok-e, vagy csak optikai csalódások, és hogy, bármicsodák is, mi okozza, hogy a szemben a csatorna képét keltik. Bizonyos, hogy a csatornák egész felépése inkább realitásuk ellen szól. Nehezen lehet ugyanis elképzelni, mint képződhetnek ilyen szabályos, egyenes, legföljebb csak kis görbülettel bíró s oly nagyméretű alakzatok, méginkább e csodás alakzatoknak oly bonyolult, mindamellett nagy geometriai szabályosságot mutató rendszere. Viszont szintén nehéz ez alakzatok létezésétől minden alapot megtagadni s az egészet csak olyan csaióka képnek tulajdonítani, mely megerőltetett nézés által keletkezik a szemben. Mégis csak furcsa s megmagyarázhatatlan volna, miként találták különböző megfigyelők különböző időben a csatornákat fekvésre és nagyságra nézve csaknem ugyanolyanoknak.

Cerulli, a Marskérdés igen buzgó tanulmányozója, tagadja ugyan a csatornáknak, mint olyanoknak a létezését, magát az egész tüneményt azonban nem annyira optikai csalódásnak tartja, mint inkább olyan optikai jelenségnek, melyet a látszólagos csatorna menetébe eső, tehát tényleg létező alakzatok idéznek elő. Nagyon erős távcső az ilyen csatornát esetleg felbontja alkotó részeire, amint ezt a Syrtis majoron észlelték is. Hasonló tapasztalatokat szerzett a Lick Observatorium nagy refraktorával B a r n a r d is. Ez okozza egyúttal, hogy az óriási távcsövekkel, épen erős felbontó képességük folytán, a csatornák általában nem láthatók. A csatornák észrevezésére „tülerősek“, amint azt a Yerkes

Obszervatorium direktora kijelentette. Általában egy olyan rajzról, melyen sok és határozott csatorna van, bátran arra következtethetünk, hogy a megfigyelés kisebbfajta műszerrel történt. Ha ellenben a csatornák más alakzatokkól szemben háttérbe szorúlnak, az észlelésnél használt műszer középszerű lehetett. A legnagyobb távcsövekkel felszerelt csillagvizsgálókban (Lick, Yerkes, Mount Wilson) pedig mindezekből a kétséges alakzatokból még egyet sem láttak.

Cerulli magyarázata, mely a csatorna képének keletkezését a távcső gyenge felbontó képességében látja, még annak a feltevését sem teszi szükségessé, hogy a finom izolált alakzatok, melyek egy folytonos vonal látszatát keltik bennünk, csak a csatorna menetében feküdnének. Szemünk — amint ezt a kísérletek is igazolják — önkéntelenül is arra törekszik, hogy a szerteszét szórt foltokat lehetőleg egyszerű elrendeződésbe hozza. Ha pl. fehér táblára nagyszámban kisebb- nagyobb foltot rajzolunk és a táblát aztán oly messziről nézzük, ahonnan a foltok már nem vehetők ki pontosan, akkor azok helyett a vonalak bizonyos rendszerét véljük látni. Számos ilyfajta kísérletet iskolás gyermekekkel is végeztek és az így nyert rajzok megerősíteni látszanak a csatornák ilyenén pszichológiai magyarázatát. Villiger meg azt mutatta ki kísérletei alapján, hogy a szem eddig ki nem derített okokból teljesen sima gölyő felületén is finom, leheletszerű sávokat lát.

Cerulli még két érvet hoz fel, melyek a csator-

nák, mint olyanok létezése ellen szólnak. Minél nagyobb nagyítással nézzük a Marsot, korongjának, valamint felületrészcinek a látszólagos nagysága természetesen annál inkább növekszik. Ezt kellene tapasztalni a csatornákon is, ha azok olyan alakulatok volnának a valóságban, amilyeneknek látszanak. Cerulli azonban különböző nagyítás mellett is egyforma vastagságúaknak találta a csatornákat. Továbbá, ha valamelyik csatorna a tengelyforgás következtében épen szembekerül, úgy gyakran keskenyebbnek látjuk, mint a korong szélén, holott, ha valódi csatornával volna dolgunk, ép az ellenkezőjét kellene tapasztalnunk. Ha azonban a csatornát össze nem függő részek összetevődésének fogjuk fel, úgy a magyarázat magától adódik. Az izolált részek ugyanis a szélen vetületben közelebb tolódnak egymáshoz s a köztük fekvő világos részekről visszavert fény nem jut többé a szemünkbe, minek következtében a csatorna látszólag megszélesedik.

A csatornáknál is több fejtörésre adhat alkalmat, ha azok keletkezését akarjuk megmagyarázni. Természetesen, ha a csatornák realitását kétségbevonjuk, még inkább tehetjük ezt a kettőződésnél, bár kétségtelen, hogy ezt is több megbízható észlelő megfigyelte. A legnagyobb valószínűség szerint itt tényleg tisztán optikai jelenséggel állunk szemben. Az erre vonatkozó magyarázatokban nincs hiány, de egyik sem tekinthető döntő bizonyítóerejűnek, úgy-hogy itt is egy még meg nem oldott talány előtt ál-

lunk. Egyesek a megfigyelő szemének az asztigmatizmusával magyarázzák a kettőzést, mások elhajlási jelenségekben látják a tüncemény okát. A tényleges ok eddig még nincs kiderítve.

Számtalan, fáradságos és sokáig eredménytelen kísérlet után 1905-ben L o w e l l nek sikerült fényképet is nyernie a Marsról. Később a Mount Wilsoni és a Yerkes Csillagvizsgálóban is figyelemreméltó eredményeket értek el e téren. Ezek a fényképek, mint a felette fáradságos, sok évi kísérletezés eredményei a fényképtechnika valóságos kis mesterműveinek tekinthetők. Valószínű, hogy a régi és sokat vitatott kérdések tisztázásában idővel a fényképezeti adatoknak is jeientékeny szerepük lesz, jelenleg azonban még nem rendelkeznek a tökéletesség akkora fokával, hogy valami újat mondhatnának. Azt mindenesetre megerősítik, hogy a marsrajzok általában helyesek, azonban a fényképeken a szabályos struktúrának a legcsekélyebb nyomát sem lehet megállapítani. L o w e l l ugyan a saját felvételein számos csatornát is látott, más marskutatók ellenben ugyanazokon a fényképeken a legjobb akarat mellett sem tudtak semmi ilyen alakzatot konstatálni. A nagyon finom részletek felismerésére különben jelenleg még nem is számíthatunk, mert eddig a Marsról még csak nagyon kicsi, mindössze néhány mm nagyságú negatívokat sikerült nyerni, ezeken pedig már a lemez szemcséi is teljesen elfödnek olyan részleteket, amilyenek a csatornák. Ebből egyúttal az is következik, hogy a negatívok nagyításával nem sokra me-

gyünk, mert ez az élesség rovására megy. A Mount Wilsoni obszervatoriumban nyert felvételekből a 15. képen mutatunk be kettőt.

Mielőtt a Mars felszínéről szóló fejezetünket befejeznők, emlékezzünk még meg a kitünő marsmegfigyelő, Antonia di megfigyeléseiről, ki a Páris melletti Meundonban igen jól felszerelt műszerrel végezte észleléseit. Tőle ered a 16. képünkön bemutatott gyönyörű térkép. Ezen az egyes részletek nem olyan határozottak, mint pl. Schiaparelli-nél; elmosódottabbak, kevésbé szabályosak, de talán több bizalmat gerjesztők. A térképen látható foltok talán tényleg reális alakzatoknak felelnek meg, melyek csak javításra s tökéletesítésre várnak, ami a jövő feladata. Hogy mennyiben fognak jövőbe vetett reményeink beteljesülni, ki tudná megmondani? Talán a műszerek állandó fejlődésétől várhatunk valamit, vagy esetleg valami új váratlan kutatási módszer — amilyen a szinképelemzés volt — fogja ahhoz hasonlóan a fátyolt sok olyan titokról fellebbenteni, amely előtt kíváncsian, de ma még tehetetlenül állunk.

A Mars holdjai.

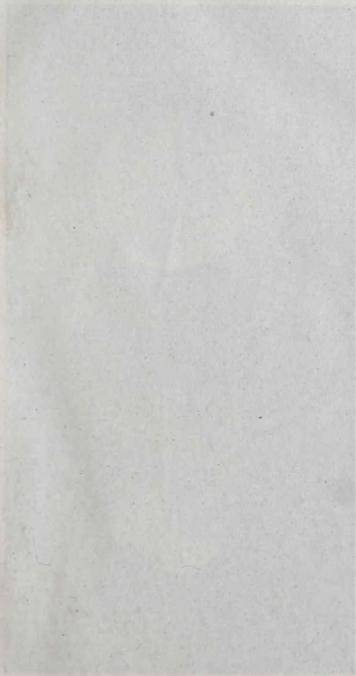
A Mars két holdjának a felfedezése A. Hall amerikai csillagász nevéhez fűződik, ki azokat a washingtoni csillagvizsgáló 26 hüvelykes távcsövével — ez volt akkoriban a legnagyobb távcső — fedezte fel 1877-ben. A felfedezés nem volt a véletlen műve,

hanem egyenesen e célból végzett szorgos megfigyelés eredménye. Hall előtt már mások is megpróbáltak, de sikertelenül a Mars holdjainak a megtalálásával, melyeknek létezését ha nem is vették biztosra, de lehetségesnek tartották. Talán említésre méltó érdekességénél fogva, hogy a holdak létezését nemcsak sejtették, hanem bámulatos módon meg is jósolták. Így Swift „Gulliver utazása i” című művének (1720-ból) ama részében, ahol a szerző a képzeletbeli Laputa birodalmat leírja, a következőket olvashatjuk:

„E föld csillagászai olyan felfedezéseket tettek, melyekről nem is álmodnak az európai csillagászok. Felfedezték a Mars két holdját, melyek közül a belső a bolygó háromszoros, a külső a bolygó ötszörös távolságában végzi keringését; az első 10, a másik 21 és fél óra alatt kerüli meg a Marsot.”

Voltaire meg a „Micromégas” című filozófiai regényében (1752) így ír:

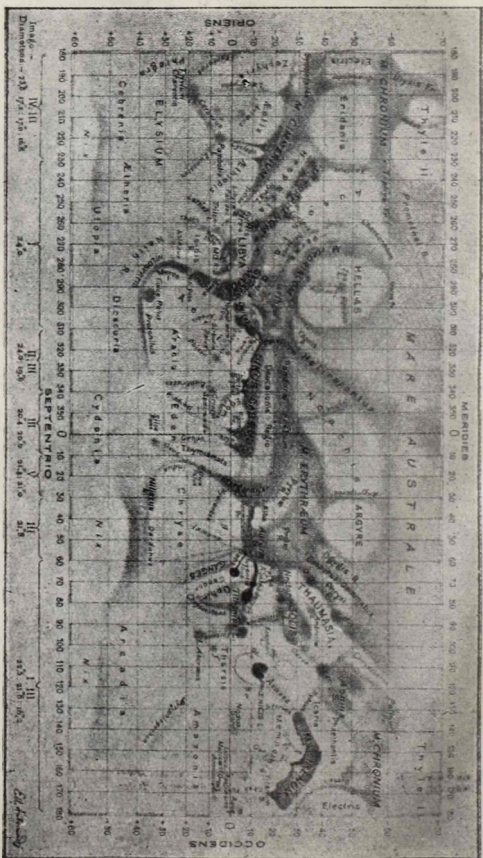
„Utasaink elhagyván Jupitert, a Mars mellett haladtak el. Két holdat láttak körülötte, melyek szolgáltak neki s melyek elkerülték a mi csillagászaink figyelmét. Tudom jól, hogy P. Castel ezen holdak létezése ellen fog írni, de hivatkozom azokra, kik analogiával következtetnek. Ezek a jó bölcsészek tudták, hogy mily nehéz lenne az, miszerint a Marsnak oly nagy távolságban a Naptól legalább is két holdja ne volna. De bármint legyen is, a mi embereink oly kicsinyeknek tartották őket, hogy féltek, nem lesz





15. kép. — A Mars fényképe.





16. kép. — A Mars 1909-ben Antoniadi szerint.



rajtok hely, hová lehajtsák fejüket s folytatták tovább útjokat."

Nem tudjuk, mit szóljunk ezekhez a meglepő jövendölésekhez, melyek, mint azt a következőkben látni fogjuk, a tényekkel meglehetősen egyezésben vannak.

Mä d l e r volt az első, ki a holdak után rendszeresen kutatott (1830.). Azonban csak négyhüvelykes távcső állott rendelkezésére, ezzel pedig nem koronázhatta siker fáradozását. 1864-ben Kopenhágában d'Arrest már egy tizhüvelykes távcsővel végez hasonló irányú megfigyeléseket, azonban szintén eredmény nélkül. Azt azonban megállapította, hogy ha a Marsnak holdja van, az csak nagyon halvány, legföljebb 12. rendű, lehet. Már pedig egy ilyen gyenge objektumnak a Mars fényes korongja közelében való megfigyeléséhez a kopenhágai műszer nem volt elégséges. A holdnak a korongtól távolabb való keresése pedig nem látszott érdemesnek, mert d'Arrest a Mars csekély tömegéből arra következtetett, hogy egy ilyen holdnak a keringéssugara nem igen haladhatja meg a Mars átmérőjének a húszszorosát.

Hallnak már egy 66 cm átmérőjű objektívvel bíró műszer állott rendelkezésére. 1877-ben fogott hozzá megfigyeléseihez, mikor a Mars igen közel jutott a Földhöz. Észleléseinél ő is csak a Marskorong közvetlen közeli környezetére szorítkozott. Augusztus 11-én egész közel a Marshoz egy nagyon halvány csillagot vett észre, hogy azonban holddal vagy egy

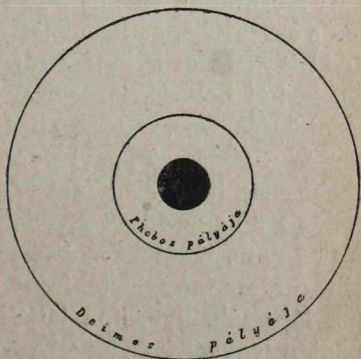
állócsillaggal van-e dolga, azt nem tudta még aznap megállapítani, mert közben beborúlt és csak 16-án lett az ég újra alkalmas a megfigyelésre. Ezen az éjjelen Hall újra megtalálta a Mars mellett a gyenge csillagot. Ekkor már nyilvánvalóvá vált, hogy ez nem állócsillag, mert a Marsnak a szomszédos állócsillagok közti elmozdulásában ő is résztvett, annak jeléül, hogy hozzá tartozik tehát csak a holdja lehet. Még másnap, 17-én Hall felfedezte a Mars második holdját is. Ez az a hold, mely a Mars körül közelebb kering s ezért a megfigyelése még sokkal nehezebb. Ezenkívül keringésideje igen kicsi, úgyhogy emiatt egy éjjelen belül is a Mars korongjának hol az egyik, hol a másik oldalán tűnik fel. Ezért Hall kezdetben nem is volt biztos, egy és ugyanazt a holdat látja-e, vagy pedig több belső holdról van-e szó. Nem tartotta ugyanis valószínűnek, hogy a holdnak kisebb keringésideje legyen magának a bolygónak a forgásidejénél. Később azonban kiderült, hogy a belső hold tényleg rövidebb idő alatt járja körül a Marsot, mint ez a tengelye körül megfordul.

Hall a Mars hadisten fiait után a belső holdat Phobosnak, a külsőt Deimosnak nevezte el. A Marsnak a holdak fényét messze felülmúló fényessége miatt a holdak csak nehezen figyelhetők meg. Hall csak úgy tudta a belső holdat észrevenni, ha a Marsot a távcső látmezején kívül tartotta. A holdak felfedezése után, mikor már pályájuk, mozgásuk ki lett számítva, s ennek alapján meg lehetett állapítani, hogy bizonyos időben a bolygó környezetének melyik ré-

szében tartózkodnak, kisebb távcsövel is sikerült őket megtalálni. A belső hold azonban így is bolygórendszerünknek egyik legnehezebben észlelhető objektumai közé tartozik. A külső kedvező körülmények mellett 10 hüvelykes távcsőben is fellelhető.

A holdak tényleges nagyságára csak fényességük után vonhatunk némi következtetést. Azonban fényességük meghatározása, mikor már pusztán észrevetésük is olyan bajos, nagy nehézséggel jár. Ennek fő oka fénygyengességükben és a hozzájuk képest nagy fényerejű Mars közelségében van. *Pickering* szerint a Mars összfényessége körülbelül 600.000-szer nagyobb, mint egy-egy holdjáé. Ez 14.5 nagyságrendkülönbségnek felel meg. Ha a Mars középpozícióira vonatkoztatott fényességét -1.8 -nak vesszük, úgy *Pickering* szerint Phobos 12.68, Deimos 12.74 nagyságrendű. Ezek az értékek azonban csak közelítésnek tekinthetők.

Ha a fényességre nyert ezeket az adatokat elfogadjuk, továbbá feltételezzük, hogy a holdak albedója a Mars albedójával megegyező, úgy ennek alapján a Phobos és a Deimos átmérőjére 8.6, illetve 8.4 km adódik. Ezek jelentékenyen kisebb



17. kép. — A Mars holdrendszere.

értékek, mint amilyen a mi Holdunknál szerepel, melynek átmérője tudvalevőleg 3470 km, úgyhogy a Hold nagyságánál fogva a Föld társbolygójának is beillik. A Mars egy-egy holdjának a kerülete mindössze körülbelül 53 km, úgyhogy körüljárni őket nem is volna olyan nagy dolog, annál is inkább, mert a rajtuk uralkodó kis nehézségierő folytán ugyan csak könnyen emelgethetné az ember a lábait.

A két hold nagy közelítéssel a Mars egyenlítőjének a síkjában kering és csaknem pontosan köralakban. Phobos keringéspályájának sugara 9300 km, Deimosé 23.700 km. Mivel a Mars átmérője 6800 km, a belső hold mindössze 5.900 km-re van a bolygó felületétől. A Mars és a belső holdja között nincs anynyi hely sem, hogy oda még egy másik Mars elférne. Ezzel szemben a mi Holdunk oly távol kering a Földtől, hogy közéjük 29 Földet lehetne elhelyezni. Roche szerint Phobos közel van a kritikus határhoz s ezért különös figyelmet érdemel, mert könnyen rövid időn belül is katasztrófa érheti.

A két hold keringéseideje között igen egyszerű összefüggés van, amennyiben Deimosnak csaknem pontosan négyszer annyi időre van szüksége, mint Phobosnak, hogy a Marsot körüljárja. Deimos keringéseideje 30 óra 18 perc, Phobosé meg mindössze 7 óra 39 perc, tehát — mint már említettük — kisebb, mint a Mars forgásideje. Ezért a marslakók, ha olyanok léteznek, nyugaton látják a Phobost felkelni s keleten lenyugodni. Mivel továbbá e hold két egymásutáni delelése között (a Marsról nézve) körül-

belül egy fél, pontosabban 0.45 marsnap telik el, tehát a hold egyfolytában nem egészen $\frac{1}{4}$ marsnapig látható. Ennek megfelelőleg igen gyorsan változtatja a helyét az égen s nem kevésbé az alakját. Így pl. ha mint holdtól kel fel, nem telik el két óra sem, máris utolsónegyed alakot mutat; sarlója gyorsan fogy s mikor — a felkeléstől számítva 3 óra után — delel, már csak vékony sarlóalakú. A negyedik órában mint újhold láthatatlan lesz, de mint vékony sarló csakhamar újra feltűnik s a hatodik órában elsőnegyed alakban keleten lenyugszik. Egy negyed marsnapon belül tehát majdnem az összes fázisváltozása látható. Lenyugvása után $\frac{1}{4}$ marsnapra nyugaton újra megjelenik s a játék kezdődik előlről. Egy marsnapon belül tehát kétszer kel és kétszer nyugszik.

A Deimos két egymásután következő delelése között körülbelül 5 marsnap telik el, amiért is egyfolytában $2\frac{1}{2}$ napig látható. Ennyi idő telik el a felkelése és a lenyugvása között, az égen tehát csak igen lassan változtatja a helyét. Az egyes fázisnegyedek között hét és fél óra telik el, ezért a felkelés és a lenyugvás közötti idő alatt a hold kétszer megy át az összes fázisokon.

A Marsról nézve a holdak az alakváltozással kapcsolatban ugyanolyan fényingadozást is mutatnak, mint a mi Holdunk. Megjegyezzük azonban, hogy a Deimoson kicsinysége folytán szabadszemmel nem lehetne követni az alakváltozást. A Marsról nézve ugyanis látszólagos átmérője mindössze 74'',

tehát csak mint fényes csillag látszik. A Phobos látzólagos átmérője 190", tehát valamivel több, mint a Hold látzólagos átmérőjének a tizedrésze.

A megfelelő helyen már szólottunk róla, hogy a két hold felfedezése különösen azért bír fontossággal, mert általuk a Mars tömegét most már sokkal pontosabban — eltekintve attól, hogy sokkal kisebb tárádsággal is — tudjuk meghatározni, mint az azelőtt volt lehetséges.

Az élet lehetősége a Marson.

Se szeri, se száma azoknak a feltevéseknek, melyek a marsbeli életről szólnak. Ezek azonban majdnem kivétel nélkül minden reális alapot nélkülöznek s inkább a mesék világába valók. Számos író, hogy csak a legismertebb, Wells és Lasswitz nevét említsük, regényben is feldolgozta ezt a kétségtelenül vonzó témát. És a szakcsillagászok között is akadt (Flammarion, Douglas, Pickering, Lowell), kik a marsbeli élet létezése mellett adtak kifejezést meggyőződésüknek. Hogy a Marsról evvel kapcsolatban az utóbbi félszázadban oly sok szó esik, nem tekinthető véletlennek. A marsbeli életre vonatkozó feltevések parallel haladtak azokkal a felfedezésekkel, melyek a Mars felszínének egyre fokozottabb buzgalommal végzett megfigyeléseivel jártak. Különösen a hirhedt csatornák felfedezése nyitotta meg a fantázia zsilipjeit. Maga Schiaparelli is így írt, egyik tanulmányában:

„A csatornák kulturzónák. A sárga részek kétségtelenül kontinensek s teljesen víznélküliek, kopárak. A víz a mélyebb fekvésű régiókban helyezkedik el s alkotja a tengereket. Ha meggondoljuk a csatornák kettőzését s ennek szabályosságát, úgy az a gondolat, hogy bizonyos részletek intelligens lények alkotásai, nem tekinthető teljesen abszurdumnak.“

Böven foglalkoztunk azzal, hogy az újabb vizsgálatok mint csökkentették le a kellő értékükre azokat a feltevéseket, melyek a Marsfelületen észlelhető alakzatok mesterséges eredetére vonatkoznak s mint dőltek halommá azok a merész spekulációk, melyek a csatornák, mint olyanok realitása mellett kardoskodnak. Különösen ezek a csatornák, ezek foglalkoztatták nagyon a fantáziákat. Ha a csatornákat reálisaknak fogadjuk el, úgy a Földön szerzett tapasztalataink alapján állva csakugyan könnyen felvetődhetik bennünk az a kérdés, miként keletkezhettek azok tisztán természeti erők hatása alatt. Különösen a feltűnő szabályosság és a bámulatos rendszer tehet bennünket gondolkodóvá. Önkéntelenül is felvetődik bennünk az a gondolat és ezt a folyton használt „csatorna“ elnevezés még elősegíti is, hogy ezeket az alakulatokat a földi mesterséges vízművekkel hasonlítsuk össze. S ettől már csak egy lépés, hogy a marscsatornákat is mesterséges készítményeknek tekintsük. Ime közvetlen közelünkben egy a Földünkhöz hasonló világ végzi a Nap körül pályafutását. Nappalainak és éjjeleinek a hossza, évszakzónáinak a fekvése csaknem teljesen megegyez-

nek a Földével. Pólusait hó- és jégtakarók fedik, melyek az évszakoknak megfelelőleg hol csökkennek, hol nagyobbodnak, akárcsak a Földön. Kontinenseket, tengereket, tavakat és szigeteket látunk rajta. A tengereket és a tavakat nagy szabályosságot mutató, valószínűleg mesterséges eredetű csatornák kötik össze. Ezek a tavaszi áradáskor a veszedelmesen felhalmozódó víztömegek levezetésére szolgálnak, bizonyára hajózásra is alkalmasak, stb. stb. Már csak az maradna hátra, hogy a marslakók pontos leírását is adjuk, erre azonban nem vállalkozunk.

Hosszadalmas volna azokat a csalódásokat mind felsorolni, melyek a marslakók híveit egymásután érték s részletesen kiterjeszkedni arra, mint mutatták ki az újabb vizsgálatok s tárgyilagos megfontolások ezeknek a merész képzelődéseknek a hiábavalóságát. A szellemi erőnek és a technikának mekkora fejlettségét kellene feltételezni a marslakóknál, hogy létre tudjanak hozni oly hatalmas műveket, amilyenek a „csatornák”. Hiszen csak a legkeskenyebb is legalább 30 km széles, vannak azonban több száz km szélesek is, hosszúságuk pedig a több ezer km-t is meghaladja! És miként magyarázzuk meg a kettőzést? Céltalan is a csatornák illetően erőltetett magyarázata fölött gondolkozni, mikor ezeknek az alakzatoknak a létezése is kétséges és — legalább is az elnevezés értelmében véve — bátran optikai csalódásnak tekinthetők. Az a körülmény pedig, hogy a hőmérséklet a legnagyobb valószínűség szerint jóval a fagyponthoz alatta van s így a víz, ha ugyan egyáltalá-

ban létezik ott olyan, csak jég alakjában léphet fel a Mars felületén, nem igen szól a szerves élet lehetősége mellett.

Newcomb, a kiváló amerikai csillagász éles kritika tárgyává tette Lowell fantasztikus fejtegetéseit s azokat teljesen elítélte. Lohse, Holden és mások szintén nagyon szkeptikus állást foglalnak el a szerves életet illetően L o w e l l, D o u g l a s és P i c k e r i n g véleményeivel szemben. Ez azonban nem ingatta meg azokat felfogásukban. Douglas egy alkalommal a Mars korongjának a határán, annak a Naptól meg nem világított árnyékban levő részén fénypontokat vélt látni, melyek napról-napra változtatták a helyüket. S ez azt a gondolatot kelte fel benne, hogy ezek fényjelek, melyeket a marslakók küldenek nekünk, hogy velünk az érintkezést felvegyék. (Valószínűleg — ha a megfigyelés reális volt — a fénypontokat magasan lebegő felhők okozták, melyeket a napfény élesen megvilágított). A marslakókkal felveendő érintkezés gondolata különben már nem újkeletű. S az érintkezés módjára vonatkozólag a legváltozatosabb javaslatokkal találkozunk. Így valaki meghatározott geometriai alakú hatalmas földterületeknek repcével való beültetését indítványozta. Ezeket az alakokat a repce virágzásakor a marslakók észrevennék s ha tényleg a műveltség feltételezett magas fokán állnak, ők is hasonló módon felelnének. Ily módon a két bolygó lakói egyes geometriai tételekről is szépen cseveghetnének egymással. Az indítvány a Pythagoras-tételét jelölte

ki elsőnek erre a célra. Mások meg fényjelekkel akarják a marslakók figyelmét felkelteni. Mostanában is egyre-másra jelennek meg a tudósítások a napi sajtóban ilyen irányu készülődésekről. Közeledik a 20. század legkedvezőbb marsoppozíciójának az ideje: 1924. augusztus 23 s ezt az alkalmat nem szabad elszalasztani. Állítólag a „tudósok” ez alkalommal a Jungfrau egyik havas csúcsáról akarnak nagy intenzitású fénynyalábot a Marsra vetíteni. A szaklapokban azonban ezekről a készülődésekről mitsem olvashatunk. Ily hírek különben főképp az egyes marsoppozíciókat megelőző hónapokban járnak be a napisajtót. Így az 1920. és 1922. évi opozíció idején is úgy a hazai, mint a külföldi hírlapokban sokat olvashattunk bizonyos légköri elektromos zavarokról, melyek a dróttalan táviróban voltak tapasztalhatók. Ezek a marslakóktól eredtek volna, kik ilymódon akarják velünk az érintkezést felvenni. S állítólag Tesla nagyban készül, hogy ő is elektromos hullámok útján fog felelni. Kísérleteinek az eredményéről azonban sajnos, mindeddig nem számolt be.

De tekintsük a dolgot teljesen tudományos oldaláról. *Plas smann* és *Holmes* úgy vélik, hogy nemcsak, hogy semmit sem tudunk arról, hogy van-e a Marson élet, de semmi pozitív érvet sem tudunk felhozni e feltevés mellett, de egyúttal ellene se. Vagyis teljesen tehetetlenül állunk e kérdéssel szemben s szerintök nincs is arra kilátás, hogy a marsbeli életről valaha is tudomást szerezzünk.

Ügylátszik itt csak feltevésekre szorítkozhatunk, melyeknek beigazolódása elé nem sok reménnyel tekintünk. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy e feltevéseket teljesen elítéljük. Hiszen épúgy, ahogy elhamarkodott a Mars bolygót magas kultúrájú lényekkel benépesíteni, épúgy nem tudományos eljárás az életföltételeknek a lehetőségét a Földön kívül kereken tagadni. Hogy bolygótársaink valamelyikén, vagy a távoli állocsillagok bolygóin van-e élet, arról semmi biztosat nem mondhatunk. Mégis a mindenség sok-sok millió égiteste közül fejlődésének bizonyos fokában a Földhöz hasonlóan valószínűleg más is nyújt lehetőséget a szerves élet fejlődésére s éppen az látszik valószínűtlennek, hogy ebben a tekintetben a mindenséggel szemben olyan, de olyan jelentéktelen Földnek ilyen kiváltság jutott ki volna. Amí pedig a Marsot illeti, mindössze annyit mondhatunk, hogy eddigi ismereteink szerint a bolygók közül a Mars bír leginkább oly feltételekkel, melyek a földiekhez legjobban hasonlítanak, de ez a körülmény még nem jogosít fel bennünket arra az állításra, hogy a Marson valóban élet van.



NÉVMUTATÓ.

- | | | |
|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| Albrecht 33. | Huggins 32. | Scheiner 32, 51. |
| Antoniadi 63. | Huygens 42. | Schiaparelli 39, |
| d'Arrest 65. | Kaiser 20, 49. | 41, 47, 49, 53, |
| Barnard 57, 59. | Lambert 27. | 55, 56, 63, 70. |
| Beer 34, 41. | Lasswitz 70. | Schröder 40. |
| Campbell 31, 32, 33, 51. | Lockyer 49. | Schröter 20. |
| Cassini 34. | Lohse 73. | Secchi 41. |
| Cerulli 51, 52, 59, 60, 61. | Lommel 27. | Seeliger 27. |
| Dawes 49. | Lowell 32, 58, 62, 70, 73. | Slipher 32. |
| Douglas 70, 73. | Mädler 34, 41, 65. | Swift 64. |
| Euler 27. | Maudner 32. | Tesla 74. |
| Flammarion 70. | Milankovic 37. | Villiger 60. |
| Fontana 34. | Müller 26, 28. | Vogel 32. |
| Graff 33. | Newcomb 73. | Voltaire 64. |
| Hall 63, 64, 65, 66. | Olbers 25. | Wells 70. |
| Herschel 20, 42, 44. | Pickering 67, 70, 73. | Wilsing 32. |
| Holden 73. | Plassmann 74. | Wislicenus 34. |
| Holmes 74. | Roche 68 | Zenker 37. |



TUDOMÁNYOS GYŪJTEMÉNY.

A könyvsorozat, melyet ezen a hagyományos régi címen megindítunk, méltóképen folytatni igyekszik Kazinczy és Széchenyi korának legeredményesebb tudományos vállalkozását, mely ezt a címet viseli. Tudományos bevezetéseket és összefoglalásokat ad közre a szellemi és a természettudományok egész területéről; a legjobb tudományos szakérők tollából oly munkákat bocsát ki, melyek a legmagasabb tudományos igények szemmel tartása mellett is közérthetőek, egyszerű, világos, szabatos és áttekinthetően tagolt előadásban tájékoztatnak minden művelt olvasót a tudomány egyes területein elért eredményekről. A könyvsorozat tekintettel van az egyetemi és főiskolai oktatás szükségleteire s különösen figyelmet fordít az egyetemes tudományosság magyar vonatkozású tanulmányaira. A gyűjtemény egyes kötetei gyors egymásutánban jelennek meg.

*

Eddig megjelent kötetek:

I.

PRINZ GYULA

egyetemi ny. r. tanár

EURÓPA VÁROSAI

Alapár 2.50 kor.

„A városok alaprajzának földrajzi kutatása természetszerűen szorosabbá fogja fűzni a nagyon meglazult kapcsolatot a földrajz és a történettudományok között, mert a történettudomány az alaprajzok alaktanában gazdag kútfőt fog találni. Ma, az ilyen kutatás kezdetén, a kutatás és közlés tökéletlensége miatt nehezen látható még az az eredmény, mely a figurális összehasonlításból, a formaelemek stílusából, a formaelemeknek megismétlődő egybekapcsolódásából, elterjedésük határaiból kiolvasható lesz. (Az *Előszó*ból).

II. és IV.

CHOLNOKY JENŐ

egyetemi ny. r. tanár

ÁLTALÁNOS FÖLDRAJZ

Két kötet.

Az első kötet alapára 5 kor.

A második kötet alapára 8 kor.

„Egyre jobban virágzó földrajzi irodalmunknak évtizedek óta tátongó ürét tölti be Cholnoky élvezetesen megírott, tömör kis könyve. Ez az első kötet a levegő és az oceanok fizikai földrajzát öleli föl, a további a Föld szilárd kérgének és belsejének ismertetését adja, végül a növény-, állat- és emberföldrajz vázlata következnek. A magyar főiskolák diáksága, de a nagyközönség szempontjából is kívánatos, kövessék egymást az általános földrajz további kötetei gyors iramban. A két első, térképekkel és grafikonokkal bőkezűen illusztrált kötet arra vall, hogy a teljes sorozat ugyanoly klasszikus mesterműve lesz az általános földrajznak, mint amilyen Frech breslauer professzornak Teubner utján *Natur und Geisteswelt* sorozatában megjelent s a maga nemében páratlan általános geológiája.” (*Magyarság*).

III.

DÉKÁNY ISTVÁN

egyetemi m. tanár

BEVEZETÉS

A TÁRSADALOM LÉLEKTANÁBA

Alapár 3.50 kor.

„A társadalmi lélektan oly területhez hasonlít, amelyet már sokan bejártak ugyan, de térkép felvételéről nem gondoskodtak, hogy az utána következők akadálytalanul s ismert útvonalakon járhassanak.

V.

GAÁL ISTVÁN

egyetemi m. tanár

A FÖLD TÖRTÉNETE

Alapár 5 kor.

„A Föld történelmének megbízható adatait, amelyeket egyenként, részleteikben több tudomány vizsgál, egységes képpé a történelmi geológia rója össze. Leginkább az általános földtan és a geográfia hordja össze a kyklopszköveket és alappilléreket, mert ez a két tudomány vizsgálja a jelenkor geológiai folyamatait a legszigorúbban. S bizonytal helyes az a megállapításunk, hogy a több száz millió éves geológiai múlt homályába akkor világítunk be legélesebben, ha a mai tényezők, mai történések alapján értelmezzük a múltat. Annak fölismerése, hogy Földünk felszínén és belsejében lényegükben ma is ugyanazok az erők munkálnak bolygónk arculatának folytonos megváltoztatásán, mint aminők a geológiai múltban munkáltak, szerfölött nagy jeientőségű. Elmondhatjuk, hogy a történelmi földtan csak akkor felel meg hivatásának, ha a föl sorolt tudomány-szakok előkészítő és összehasonlító tanulmányainak eredményeit fölhasználva, keresi az egységet, s a földtörténelem egyes elszigetelt adatait ösföldrajzi áttekintéssé, levegős, mozgalmal, napsugaras plein air-képpé varázsolja.” (Az *Előszóból*).

VI.

ECKHART FERENC

BEVEZETÉS

A MAGYAR TÖRTÉNELEMBE

Alapár 4.50 kor.

A kis kötet a modern magyar történetírás eredményeit és a szerző saját gazdaságtörténelmi kutatásait szélesíti ki a magyar történelem egységes áttekintésévé. Világos és tömör előadásban a honfoglalás történetétől Trianonig vezet az olvasót.

VII.

KUNCZ ÖDÖN

egyetemi ny. r. tanár

BEVEZETÉS A JOGTUDOMÁNYBA.
JOGI ENCIKLOPÉDIA.

Alapár 5 kor.

A magyar jogirodalomnak régóta észlelt hiánya, hogy nincsen olyan alkotása, amely a jog kérdéseivel lépten-nyomon találkozó művelt laikust (kereskedőt, iparost, földbirtokost, mérnököt, orvost, tanárt stb.) világos és megbízható fejtegetésekkel elkalauzolná a jog nagy birodalmában és tiszta képet adna neki azokról a jogintézményekről, amelyeknek befolyása és hatása alól senki magát ki nem vonhatja. Szerző *hézagpótló munkát* végzett, amidőn mindössze 170 oldalt kitevő, tetszetősen kiállított kis könyvében megbízható tájékoztatást ad mindenkinek a jogfilozófia fontosabb problémáiról és a magánjog (a hiteljogot, a háborus jogot és nemzetközi magánjogot is beleértve) minden egyes kérdésről.

VIII.

RHORER LÁSZLÓ

egyetemi ny. r. tanár

ATOMOK, MOLEKULÁK, KRISTÁLYOK

Alapár 5 kor.

„Minden természeti törvény csak bizonyos megszabott határok között, a jelenségeknek egy bizonyos csoportjára érvényes. Így az atomok változhatlanságának törvénye érvényes volt és marad is azon kísérleti körülményekre vonatkozólag, a melyek mellett a chemiai változások rendesen lefolynak. Ezen eddig ismert jelenségekhez a radioaktivitás felfedezése a tünetenyeknek egy új csoportját csatolta, a mely természetesen más törvények szerint folyik le.” (Az *Előszóból*).

+

A Tudományos Gyűjtemény szerkesztőségének és kiadóhivatalának címe: *DANUBIA KÖNYVKIADÓ RÉSZVÉNYTÁRSASÁG* (Pécs, Munkácsy Mihály-u. 9.)

