

## EGY PILLANTÁS A TÁVCSŐBE.

Kit ne érdekelne a csillagos ég? A mult nyáron a svábhegyi Csillagvizsgálót többezer látogató kereste fel. Ezreknek titkos vágya, hogy életükben legalább egyszer belenézhessenek egy messzelátóba s kigyönyörködhessek magukat az égbolt csodáiban. Járjuk be a képzelet szárnyán a csillagvizsgálókat s pillantsunk a tudósok távcsövébe: vajjon mit látunk?

Lopódzzunk be tehát egy obszervatóriumba s a tudnivágyás jogán foglaljuk le magunknak a legelső távcsövet, amit kint a kertben meglátunk. Nagyon kicsiny jószág ez; alig fél méter hosszú, ég felé fordított lencséje (objektíve) csak 3—4 cm átmérőjű. Ráirányítjuk eszközünket a Holdra s belenézünk. A Holdtányér megnőtt; észrevesszük azt is, hogy nem síma. A szabad szemmel is látható sötét foltok mélyenfekvő síkságok, alföldek; köztük ezüstös fényben csillogó hegyvidékek vannak. Furcsa, hogy a hegyek gyűrűalakúak. De így még nagyon kicsinyeknek látszanak. Nézzük csak meg a szemlencsét! Csak húszszorososan nagyít! Tegyük fel gyorsan egy százszoros nagyításút!

Persze, most már csak a Hold egy kis része fér bele a látótérbe, de a látott néhány hegyet részletesen tanulmányozhatjuk. Meredeken égnekszökő hegycsúcsok 5—6000 m magas gyűrűje zár körül egy-egy mély cirkusvölgyet. Gyönyörű látvány! Szinte sajnáljuk, hogy a Holdon nincsenek turisták, akik élvezhetnék ezeket a remek sziklás, romantikus vidékeket. De hát a mi Holdunk levegőtelen, kihalt égitest.

Menjünk tovább! Fordítsuk távcsövünket a Saturnusra. Mi ez? Semmit sem látunk, csak valami homályos derengést a látótér közepén. Igen, a Saturnus gyengébb fényéből kis objektívünk nem tud annyit összegyűjteni, hogy az még 100-szoros nagyítást is kibírjon, a kép már nagyon halvány. Keressünk hát magunknak egy nagyobb messzelátót!

Bemegyünk a Csillagvizsgáló egyik kupolájába. Az éppen ott dolgozó csillagász nem örül ugyan valami nagyon, hogy megzavarjuk, de azért ne féljünk: jónevelésű ember, nem fog hangosan méltatlankodni. Éppen egy magas létrán ül, hogy elérje a szemlencsét. A félgömbalakú tető egy gerezdjét kinyitották, azon át néz ki a távcső; a tető körben forgatható, hogy minden irányba ki lehessen nézni. A köralakú terem közepén embernél magasabb oszlop tetejére van mozgathatóan fölerősítve a távcső. Az ég

minden tájára ráirányítható. Több mint 2 m hosszú. Ennek 25 cm átmérőjű tárgylencséje már jóval több fényt gyűjt össze; ezen át kibírja a Saturnus is a 100-szoros nagyítást. Kénytelenek vagyunk megállapítani, hogy a Saturnus érdekes gyűrűjével és apró holdjaival együtt éppen olyan, mint az iskoláskönyvekben és atlaszokban levő képei. Ezzel a távcsővel már jól láthatjuk a Jupiter fényes korongját és holdjait is. A szépen tündöklő Venus bolygó fényváltozásait is jól észlelhetjük. A ragyogó esthajnalsillag ugyanis csaknem egy év alatt ugyanolyan fényváltozásokon megy át, mint a Hold: vékony sarlóalakból megtelik, majd újra elfogy s végül egészen láthatatlanná válik. Nézzük meg a híres Marsot is. Csatornákat nem fogunk látni rajta, kiderült, hogy ezek csak régebbi gyengébb távcsövek által okozott optikai csalódások. Földi értelemben vett élet nem igen lehet a felületén, mert légkörében kevés az oxigén.

Kíváncsian fordítjuk távcsövünket az égbolt legfényesebb állócsillagára, a Siriusra. Reméljük, hogy ezt is legalább akkora korongnak fogjuk látni, mint a Marsot. Milyen csalódás! A Sirius ott ragyog a látótér közepén, a legszebb gyémántot is felülmúlja a tüze, de csak vakítóan fénylő pont... semmi több. A 100-szoros nagyítás egy csöppet sem nagyította meg.

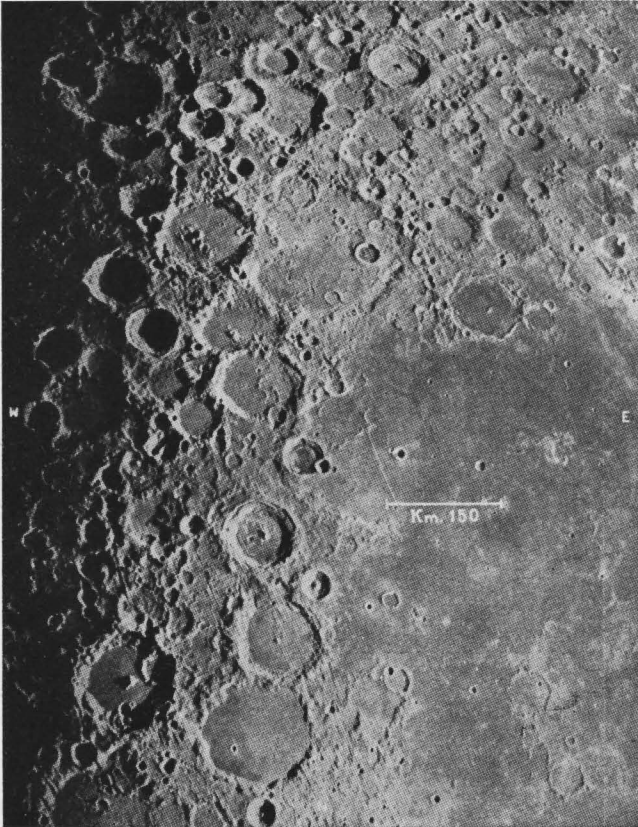
Bosszankodva ott hagyjuk a csillagvizsgálót s a gondolatok szárnyán elrepülünk Kaliforniába. Ott Hollywood mellett a Wilson-hegyen áll a világ legnagyobb messzelátója. 2 1/2 m átmérőjű homorú tükre rengeteg fényt tud összegyűjteni. Ez már csak megnagyítja a Síríust?! Amint belépünk a hatalmas, 30 m átmérőjű kupolába, a meglepetéstől szinte földbe gyökeredzik a lábunk. Amit látunk, az egyáltalában nem hasonlít távcsőhöz. A terem közepén erős vastartókból összeszőgecselt 13 m magas, rácsos szerkezetű torony mered ferdén a kupola nyílása felé. S a torony egyszerre megmozdul! Az egyik csillagász kezének egy kis mozdulatára engedelmesen hajlik, fordul a kiválasztott csillag irányába.

Erős villanymotorok mozgatják. A tengelyek, melyek a hatalmas cső 100,000 kg-nyi súlyát viselik, oly nagyok, hogy elkészítésüket és felszerelésüket egy hajógyárra kellett bízni. A távcső aljában van a 4000 kg súlyú tükör.

De hol kell belenézni ebbe a messzelátóba? Míg ezen tündönkölünk, a magasból berregés hallatszik s fejük fölött megpillantjuk az észlelő csillagászt. Furcsa alkotmányon ül, ami a felvonó, függővasút és parancsnoki híd sajátságos keveréke. Ez odaviszi a megfigyelőt a távcső felső végéhez, ahol a kis szemlencséivel tetszése szerint megnagyíthatja a hatalmas tükör által összegyűjtött sugarakból keletkezett képet.

Mi is felkéredzkedünk arra a furcsa észlelő kocsira. Kérésünkre megmutatják itt is a Síríust, éspedig mindjárt 500-szoros szemlencsén át. Most is csalódunk! A csillag most is csak kicsiny, fénylő pont. Nézzük meg hát 2000-szeres nagyítással! Mi ez már megint? Az éles, pontszerű kép

eltűnt, helyét nyugtalan vibrálás, villogás foglalta el; végeredményben nem látunk semmit. A csillagász legott meg is magyarázza a tünemény okát. A levegőben — ha még olyan nyugodtnak látszik is — mindig vannak kis örvények, áramlások; ezek teszik nyugtalanná a csillagok fényét. Kisebb nagyításnál ez nem tűnik fel, de 1000-szeresen felül majdnem minden eset

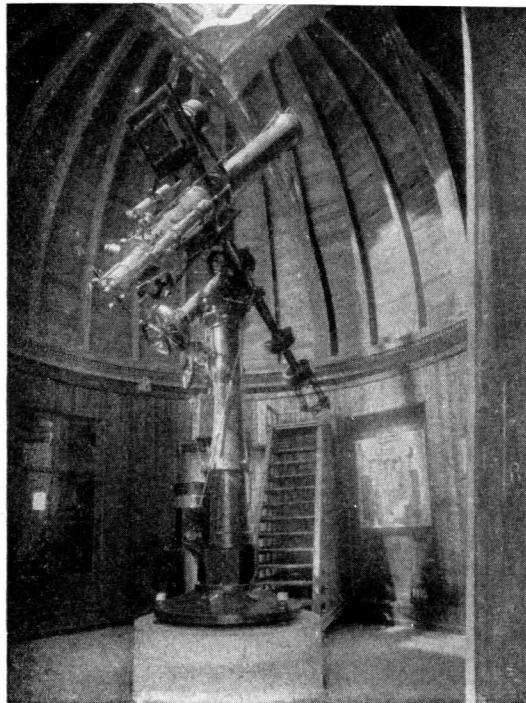


A Hold déli része. (A Mt. Wilson-obszervatórium felvétele a 250 cm-es távcsővel.)

ben élvezhetetlenné, felismerhetetlenné teszi a képet. A levegő nyugtalan-sága sokszor oly nagy, hogy a csillagok vibrálása, «pislogása» szabad szemmel is észrevehető. Ilyenkor természetesen nem lehet kényes észleléseket végezni. Még az 1742 m magas Mt. Wilson tetején is csak ritkán oly tiszta a levegő, hogy megengedi az 1800—2000-szeres nagyítást. Azonban a Sirius — s vele együtt minden állócsillag — így is csak pontnak látszik.

Meglehetősen kiábrándultan faggatjuk a csillagászt: Mire való hát mindig

újabb, nagyobb távcsöveket építeni? A sok pénzt, fáradságot hiába áldozzák fel? Nem! Igaz ugyan, hogy az állócsillagokat nem tudjuk koronggá megnagyítani, de azért jó hasznát vesszük a nagyításnak. Vannak oly kettős és többszörös csillagok, továbbá csillaghalmazok, melyek tagjai látszólag igen közel vannak egymáshoz, csak erős nagyítással látni őket külön-külön. Így derült ki pl. a Tejútról, a Hadak útjáról is, hogy milliárdnyi különálló csillag halmaza.



*Cavalloni Ferenc felvétele.*

A svábhegyi csillagvizsgáló 20 cm-es távcsöve. Jobboldalt a létraszerű észlelőszék.

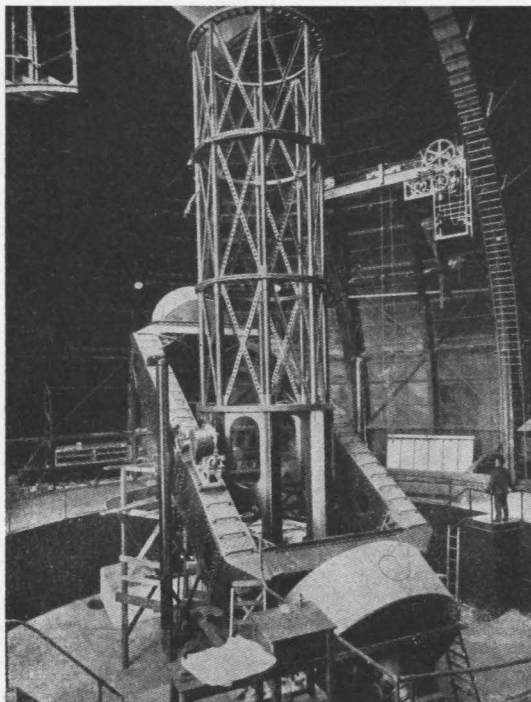
Az átmérő növelése pedig azért szükséges, mert minél fényerősebb a távcső, azaz minél szélesebb a nyílása, annál gyengébb égitesteket lehet vele észrevenni.

Sohasem látott gyengefényű ködfoltok tűnnek fel a nagy távcső látóterében. Ezekről kiderült, hogy különálló csillagok csoportjai; csak a nagy távolság miatt látszanak kisebb nagyítás mellett elmosódó ködfoltoknak.

Mindegyikük egy-egy hatalmas csillagrendszer, mondhatnók: egy-egy külön világegyetem. S mindenik csillaguk egy-egy oly hatalmas, izzó tömeg, mint a mi Napunk.

Az ilyen ködfoltok — ú. n. «extragalaktikák» — oly messze vannak tőlünk, hogy talán még a fény is elfárad, mire onnan hozzánk ér. Pedig a fény egy másodperc alatt  $7\frac{1}{2}$ -szer tudná körülfutni a Föld egyenlítőjét, oly nagy a sebessége. S mégis több millió év telik bele, amíg egy-egy extragalaktikából hozzánk ér. Az ember elszédül, ha megkísérli ezt a távolságot elképzelni.

Kétkedve hallgatjuk a magyarázatot. Hogy lehet ez igaz? Hogy lehet ekkora távolságokat lemérni, ha mindjárt csak körülbelül is? Mégis



A világ legnagyobb távcsöve : a Mt. Wilson-obszervatórium 250 cm átmérőjű reflektora. Hossza 13 méter, súlya kb. 100,000 kg. 1906-tól 1917-ig készült és 45,000 dollárba került.

csak igaz, hogy a csillagászat a legjobb tudomány : mondhat, amit akar, megcáfolni úgysem lehet! Senki sem tud elmenni a csillagokig, hogy mérőszalaggal lemérje távolságukat.

Nincs jogunk ilyen szigorú kritikára. A csillagász legott hajlandó felvilágosítani bennünket, de ehhez kénytelen lesz figyelmünket kissé hosszabban igénybe venni.

A távolságmérés az égen is ugyanúgy történik, mint a Földön : háromszögeléssel.

Felveszünk egy alapvonalat, bázist, s ennek hosszát lemérjük mérőszalaggal. Ezután az alap mindkét végpontjából szögmérő távcsővel, ú. n. theodolittal, beirányozzuk a kérdéses tárgyat, azután pedig a bázis másik végét. Vagyis megmérjük a tárgy látásvonala és az alapvonal által bezárt szöget. Ebből és a bázis hosszából a geometria szabályai szerint pontosan kiszámítható a kérdéses tárgy távolsága. Csak arra kell vigyáznunk, hogy mennél nagyobb távolságot mérünk, annál hosszabb alapot vegyünk. Különböző túlkiesinyek lesznek a szögek, azokat már nem lehet pontosan megmérni s eredményünk bizonytalan lesz. Így pl. néhány km távolságig 1 m-es bázis is elég. De már a Napnak a Földtől való távolságát Bécestől a lappföldi Vardöig terjedő bázis alapján határozta meg 1769-ben Hell Miksa, a híres magyar csillagász. A kerekén 150 millió km-es távolság lemérése így is csak közvetve volt lehetséges. Pedig a Nap hozzánk aránylag igen közel fekvő égitest. Érthető hát, hogy az állócsillagok távolságának meghatározására semmiféle földi bázis nem elég hosszú. De sebjaj! Van már égi bázisunk! Ismerjük a Nap távolságát, ennek kétszerese a Föld pályájának átmérője. Ez lesz a bázis. Kimérjük (illetve lefényképezzük) a kérdéses csillag helyét ma, azután egy félv év múlva, mikor Földünk pályája átellenes pontjában lesz. 300 millió km-es bázissal már elég sok csillag távolsát megmérhetjük. Így derült ki, hogy pl. a Sirius távolsága 9 fényév, azaz ennyi idő alatt ér fénye hozzánk. (1 fényév kerekén 9 billió km.) A Vega távolsága 26 f. é., a Rigelé 543, stb. A legközelebb van a Centauri,  $4\frac{1}{4}$  f. é.-nyire.

De a legtöbb csillaghoz bizony ez a bázis is rövid; a legtöbb messzebb van tőlünk, mint néhány száz fényév.

Itt jön segítségünkre a színképelemzés. Im már 80 éve, hogy a német Kirchhoff és munkatársa, Bunsen, felfedezte. Lényege röviden a következő. Egy alkalmasan elkészített háromélű üveghasáb, prizma, a rajta átvezetett fényt felbontja. Fehér fényből szivárványt csinál, míg másféle fény színképéből egyes színek hiányoznak. A meglévő és hiányzó színekből, a világos és sötét színképvonalak kombinációjából meg lehet állapítani, miből áll a fényt kibocsátó izzóanyag.

Ezen a réven tudjuk, hogy a Nap és a csillagok is ugyanazon elemekből állnak, mint Földünk.

Sikerült már bizonyos összefüggést felfedezni a csillagok színképe és távolsága között. Ennek az a magyarázata, hogy a világűrben igen ritka kalcium-felhők töltik be; s minél messzebb van a csillag, azaz minél vastagabb kalcium-rétegen megy át a fénye, annál többet nyel el ez utóbbi a neki megfelelő vörös színből, a színkép vörös része annál sötétebb lesz.

Feltéve, hogy ez az összefüggés a háromszögeléssel hozzáférhető csillagok területén túl is érvényes, igen nagy távolságokat is megmérhetünk, vagy legalább is megbecsülhetünk. Még több más távolságbecslő módszer is van, melyeket itt nem lehet részletezni. Ezek egymást ellenőrzik, kiegészítik. A belőlük nyert adatok természetesen nem lehetnek km-ré

pontosak ; a pontosság annál kisebb, minél nagyobb távolságról van szó. Több millió fényévnél a hiba 50—60 %-ot is kitehet.

De még ezt is szép eredménynek kell mondanunk, mert azt legalább megtudjuk, hogy melyik égitest van messzebb, melyik közelebb. Így tudunk meg valamit a Világegyetem szerkezetéről.

Megtudtuk, hogy Földünk elenyésző kis pont csupán a Naphoz képest. De még ez utóbbi, ez a hatalmas izzó tömeg sem más, mint egy közönséges állócsillag, szerény tagja a sok millió csillagból álló Tejút-rendszernek. A Tejút-rendszer csillagai aránylag közel vannak egymáshoz, — általában száz fényéven belül — s egészben véve egy lencsealakú tömeget alkotnak. A lencse átmérője a becslések szerint több mint 100,000 f. é., vastagsága pedig kb. 4—5000. Mi benne vagyunk a lencsében. Ezért, ha a lencse pereme felé nézünk, ott sok csillagot látunk egymás mögött, tehát a csillagok látszólag sűrűbben vannak elhelyezve ebben az irányban. A lencse peremét, síkját az égen tehát egy széles, sűrű csillag-fátyol jelöli ki : a Hadak útjának vagy Tejútnak fényes szalagja. Ezt a lencsealakú csillagtömeget Tejút-rendszernek, vagy Galaktikának nevezzük.

Ha a Tejút-rendszerből kilépnénk, sokáig utazhatnánk az űrben s nem találnánk egy csillagot sem. Csak messze-messze, több százezer fényévnyi távolságban akadnánk egy másik tejút-rendszerre ; ezt, hogy a mienktől megkülönböztessük, extragalaktikának nevezzük. Ilyen extragalaktika sok van. Csillagászunk mindjárt mutat is egyet, a híres Andromeda-ködöt. Ellipszis-alakú fénylő tömeget látunk, helyenként kisebb-nagyobb hézagok vannak benne. Ilyen volt ez a csillaghalmaz — 1.000,000 évvel ezelőtt. T. i. kb. ennyi idő kell a fénynek, hogy onnét hozzánk érjen, ezért az általunk most látott kép az 1.000,000 évvel ezelőtti helyzetet mutatja.

A Göncölszekérben lévő egyik ködfolt távola már 3.000,000 fényévre tehető. S mi van ezen túl? Újabb csillagrendszerek? Meddig? A végtelenig? Ki tudja?! Emberi agy erre meg nem felelhet.

Szédülő fejjel búcsúzunk a csillagásztól, aki annyira új, a végtelenbe táruló perspektívákat nyitott meg előttünk. S mindezt a sok tudást piciny pontocskák, csillagok halvány fényének vizsgálatából nyerte az emberiség, a távcső és színképelemző felhasználásával, a fizika és geometria törvényein alapuló következtetésekkel.

Csillagászunk még nagyon keveset mondott. Nem beszélt a csillagászat gyakorlati jelentőségéről sem.

Nem említette, hogy a nyílt tengeren való tájékozódás, tehát a hajózás kifejlődése s az idő pontos meghatározása is a csillagászatnak köszönhető. A léghajók töltésére legalkalmasabb héliumgázt is a csillagászat révén fedezték fel. A mechanika s a színképelemzés fejlődését is sokban elősegítette. Sok mindenről nem is beszélt még a csillagász, s ha fejtegetései így is kissé hosszúra nyúltak volna, nagyon kérem, bocsássanak meg neki.

CAVALLONI FERENC.