

fozni az ellenséges táboron oly eszközökkel, melyeket egy katona a hátán elbir, s hozzá nem lehet útját állani: ennél többet kívánni nem lehet. Igaz, hogy elfoghatják; de hát azon is lehet segíteni!

Bár mekkorának bizonyuljon is alkalmazhatóságának tere, annyi kétségtelen, hogy Marconi az elektromos hullámokkal tett laboratóriumi kísérletekből ügyes csoportosítással oly telegrafáló rendszert alkotott, mely a gyakorlatban rövid idő alatt meglepő és reális eredményre vezetett. Ez, ha nem is fölfedezés, de bizonytal érdem.

KLUPATHY JENŐ.

Korunk nagy messzelátói.*

A mult század végén az észlelő asztronómia jelentékenyen föllendült, a mi leginkább egy férfiú tevékenységének volt eredménye. William Herschel, ki Sloughban, Windsor mellett lakott, saját készítményű és addig utól nem ért optikai erejű tükrös távcsöveivel átvizsgálta az eget és ezernyi új dolgot fedezett föl: kettős csillagokat, csillaghalmazokat és ködfoltokat. A szárazföld csillagászai e fölfedezések legtöbbjét nem is bírták igazolni, mert messzelátóik fényereje csekély volt ahhoz, hogy a tér ama mélységeibe hatoljanak, melyeket Herschel teleszkópja feltárt. Abban az időben bizonyos jogosultsága volt ama nézetnek, hogy Herschel műszerei az e téren elérhetőnek határát jelzik, mert a negyven lábnyi óriási teleszkóp, melynek tükre három lábnyi átmérőjű volt, alkalmazásakor nagyon is kényelmetlennek bizonyult és egyetlen éjszaka elég volt arra, hogy tükre fényezését elrontsa. Herschelnek nem is sikerült ismét használhatóvá tennie. A negyven lábnyi óriás tehát rom maradt az elérhetőnek határán és Herschel azután kizárólag csak húsz

* Klein J. Hermann cikke a »Westermann's Illustrierte deutsche Monatshefte« 1897. évi áprilisi számában.

lábnyi teleszkóppal észlelt, melynek tükre 18 angol hüvelyknyi (457 mm.) volt.

Herschel halála után a nagy tükrös távcsövek készítésében persze jóval túl mentek az előbbi határon: lord Rosse hat lábnyi (1·83 m.) tükörrel fölszerelt reflektort szerkesztett; Lassell négy lábnyi (1·22 m.) tükör-átmérőjűt; épen ilyen nagy tükrös távcső van Melbourne-ban. De ez óriási műszerek egyáltalában nem feleltek meg a várakozásnak.

Az észlelő asztronómia haladása a Herschel utáni időszakban egészen korunkig, majdnem kizárólag a teleszkópok egy másik fajtájához: az achromatikus refraktorhoz fűződik, melyben a csillagtól érkező fénysugarak nem esnek tükörrre, hanem az »objektivet« (tárgylencse) alkotó üveglencsék egész rendszerén haladnak keresztül és töretnek meg.

Az asztronómiai refraktor szerkesztése tehát egyértelmű a színtelen objektiv-, vagyis olyan üveglencsék rendszerének szerkesztésével, melyek a rajtuk keresztül haladó fénysugarakat törik és színtelen éles képpé egyesítik. Herschel idejében nem tudtak 3—3¹/₂ hüvelyknyi (7·6—8·9 cm.) átmérőjűeknél nagyobb achromatikus objektiveket

készíteni, és ezek is csak elmosódott képeket adtak, miért is a nagyobb méretekben könnyebben előállítható tükrös távcsövekkel segítettek magukon. Egyenlő méretek mellett azonban az achromatikus refraktor messze felülmulja a tükrös távcsövet optikai hatás és könnyű velebánás szempontjából; ezért az optikusok törekvése folyton nagyobb objektívek készítésére irányult. A nehézségek azonban, a melyekre akadtak, sokáig leküzdhetetleneknek látszottak és csak Fraunhofer-nek (szül. 1787., megh. 1826.) sikerült végre leküzdésök. Módszert talált fel, hogy optikailag hibátlan üveget nagyobb darabokban állíthasson elő, hogy az üvegyanyagot törési viszonyaira nézve pontosan megvizsgálhassa és az üveglencsét pontos alakjok változtatása nélkül csiszolhassa; e mellett kifejtette az achromatikus objektív matematikai elméletét is, s ezt tette gyakorlati munkássága alapjával.

A Fraunhofer-féle refraktorok a képek élessége dolgában minden más messzelátót felülmultak és midőn 9 hüvelykes objektívvel ellátott nagy refraktort sikerült elkészítenie, a tükrös messzelátó kiküszöbölése már csak idő kérdésének látszott.

Ez a nagy refraktor 1818-ban készült el és a dorpati csillagvizsgálóba került, hol Struve kezében csakhamar sokkal hatásosabbnak bizonyult, mint a milyenek a Herschel-féle tükrös távcsövek voltak. E műszert, mely akkor csoda számba ment, még ma is használik és főekessége a dorpati csillagvizsgálónak.

De e nagy refraktor előállítás után továbbra is megmaradtak a nagy méretű achromatikus objektívek készítésének nehézségei és az eredmény kétes volt.

Utzschneider, a Fraunhofer-féle optikai intézet részese, 1825-ben arra vállalkozott, hogy a müncheni

csillagvizsgáló számára 12 hüvelyk (292 mm.) objektív-átmérőjű refraktort készítt, és pedig 3 év alatt, 30,000 frtért.

Fraunhofer már a kórágyon feküdt, midőn erről értesült és úgy nyilatkozott, hogy vigyázatlanság, ily méretű objektív elkészítését elvállalni, a mennyiben utolsó üvegolvasztásai mind rosszul sikerültek. Ehhez járult, hogy Fraunhofer halála után senki sem akadt, a ki az ő üvegolvasztása módszerét ismerte volna és a bajor miniszterium, mely az eljárás lepecsételt leírását őrizte, nem akarta Utzschneidernek kiadni. Így letelt a három év, a nélkül, hogy a refraktor elkészült volna, sőt Utzschneider állítólag 30,000 frtot költött hasztalanul kísérletekre. A szállításra két évi haladékos kapott, de a két év is elmúlt és a műszer nem készült el; végre, egy évvel később megvolt az objektív. Lamont, a ki a műszert a bajor kormány megbízásából megvizsgálta, úgy találta, hogy az objektív nem 12, hanem csak 10 $\frac{1}{2}$ hüvelyknyi, de mivel kitűnő hatású volt, a kormánynak elfogadásra ajánlotta, a mennyiben nagyobb objektívek sikerülte láthatólag a véletlen dolga.

Ámde Fraunhofer utódja és barátja, Merz, valamint Mahler mechanikus, nem nyugodott, míg a módszert nem tökéletesítette és már 1839-ben 14 hüvelyknyi (340 mm.) objektív-átmérrővel bíró, 21 lábnyi (6.13 m.) gyujtó-távolságú refraktort küldött a Pétervár mellett fekvő Pulkova csillagvizsgálójának.

E műszer fényerősség és a képek élessége dolgában olyan kitűnőnek bizonyult és a többieket annyira túlszárnyalta, hogy évtizedeken át a világ leg-hatalmasabb messzelátójának tartották. Merz később más csillagvizsgálóknak is készített ilyen nagy műszereket, pl. a lissaboninak és az északamerikai Cambridgei-nek.

E közben az Egyesült-Államokban versenytársa támadt a német optikai művészetnek, a mely évek során túl is szárnyalta. Ez azonban csak akkor volt lehetséges, mikor végre Angol- és Franciaországban is tudtak optikailag hibátlan üveget előállítani és pedig még nagyobb darabokban, mint a minöket Merz gyártott. Az első, a ki némi sikerrel tudott optikailag tiszta ú. n. flint-üveget nagyobb darabban előállítani, Guinand nevű svájci paraszt volt. Módszerét Fraunhofer lényegesen javította és később a Merz család titka maradt. Ámde Guinand egy unokatestvérének, Feil-nak Párisban is sikerült később, 1850-től kezdve, nagy flint-üveglemezeket készíteni, ép úgy Bon-temps-nak Angolországban. Itt 1871 óta a Chance Brothers a Cie üvegyár annyira vitte, hogy 75 cm. átmérőjű flintüveglemezeket készített, sőt újabban egy méternyi és még nagyobb átmérőjűeket is szállított. Feil szintén gyártott ekkora üveglemezeket, és pedig a legkiválóbb minőségben.

Végre a jénai új optikai intézet olyan üvegtömegeket bocsátott forgalomba, melyek nagy, abszolút achromatikus lencsék készítése szempontjából a legszigorúbb követelményeknek is megfelelnek. A míg a nagy optikai nyers üveglemezek készítése a müncheni Merz-nek volt a monopoliuma, más optikusok nem vihették sokra ezen a téren, mert a müncheni intézet nem bocsátotta áruba nyers üveglemezeit. Csak midőn Francia- és Angolországban is lehetett ilyeneket kapni, kezdtek ott és másutt, főleg Észak-Amerikában nagy objektíveket állítani elő.

Azon művészek között, kik e téren a siker legmagasabb fokát érték el, mint legkiválóbb Alvan Clark említendő. Nagy elődjéhez, Fraunhoferhez hasonlóan, ki 12. éveig libát őrzött Straubing

mellett, Alvan Clark is alacsony származású volt. 1804-ben márczius 8-ikán született Ashfieldben, Massachussets államban.

Élete 17. éveig nem volt egyéb, mint napszámos és kézműves. Vele született mechanikus tehetsége azonban olyan készülékek összeállítására indította, melyek technikailag alkalmazhatók voltak; így igen czélszerű henger talált föl szövetnyomtatók számára. Később Lowellben mintakészítő műhelyben kereste kenyerét, de a mellett a festésben is gyakorolta magát és e téren végzett nyolcz évi tanulmány után műtermet nyitott Bostonban, melyet később Cambridgeportba helyezett át.

Itt az asztronómia iránt kezdett érdeklődni s mivel nem volt pénze, hogy távcsövet vegyen, maga készített egyet. Kár, hogy nem ismerjük azokat a körülményeket, melyek Clark-et kis lencsés távcső készítésére vezették; ezt annál inkább kell sajnálnunk, mert laikusnak épen az ilyen műszer készítésében lehet legcsekélyebb reménye a sikerre. Az irodalom barátjai sokszor a legnagyobb fáradozással gyűjtik az írók és költők fejlődésmenetét magyarázó életrajzi adatokat s a világ hálával is fogadja. Kétségtelen, hogy mindazok, kik a dolgot ismerik, a legnagyobb érdeklődéssel fogadnák annak megállapítását, mi úton és módon jutott Clark ahhoz, hogy olyan tökéletes objektív-üvegeket készítsen, melyek Európa nagy optikusainak legjobb készítményeit is felülmulják. Mert már a Clarktól való első távcsövek is oly kitünőek voltak, hogy Daves, a híres angol észlelő, egészen el volt ragadtatva, midőn ilyen távcső véletlenül kezébe akadt s az asztronómiai körökben egészen ismeretlen Clark-et a legmelegebben ajánlotta. Ez azután hat hüvelyknyi átmérőjű objektívvel ellátott műszereket szállított, később hét hü-

velyknyi, csodálatos élességű refraktort s így haladt mindig hatalmasabb műszerekhez, a mint nagyobb és nagyobb nyers üveglemezeket kapott. Optikai intézetéből, mellyé festészeti műterme már régen átalakult, végre a legnagyobb és legtökéletesebb refraktorok kerültek ki, melyeket a világ eladdig látott.

Alvan Clark 1887-ben halt meg. Még rövid idővel halála előtt is munkálkodott. Copeland csillagász még látta a 80 éves aggastyánt, a mint nagy távcsövet fiatalos tűzzel szabad szemmel állította be egy a tetőponthoz közel levő kis csillagra, oly könnyen és biztosan, hogy fiatal csillagász sem tehetne volna különben.

Clark rendszeren maga próbálta ki távcsöveit az égen s ilyen alkalommal néhány, igen nehezen észlelhető kettős csillagot fedezett föl. Intézetében az utolsó időben két fia segítkezett, kik közül az idősebbik az optikai csiszoló műhelyt vezette, a fiatalabb pedig a mechanikai munkálatokat.

Amerikában Alvan Clark már régóta mint első optikus volt ismeretes, midőn Európában azt sem tudták, mit végeztek oda át ezen a téren. Csak midőn 1861-ben 18.5 ang. hüvelyknyi (470 mm.) objektív-átmérőjű refraktort készített, mellyel 1862. januárius 31-ikén a Sirius kísérőjét fedezte föl, a mely addig még a pulkovai 14 hüvelykes (340 mm.) refraktoron sem volt észlelhető, kezdett Clark ismertté válni a külföldön is.

Ezt a műszert meg akarták szerezni a cambridgei egyetem számára, az ottani Merz-féle 14 hüvelykes refraktor helyébe, de, mielőtt a szükséges összeget nyilvános aláírás útján összegyűjtötték volna, megvette egy Scammion nevű gazdag chicagói polgár és szülővárosának ajándékozta.

Ott azután Burnham keze közt a legfinomabb kettős csillagok egész sorának fölfedezésére szolgált és olyan műszernek bizonyult, mely kortársait optikai hatás dolgában mind felülmulata. De nem sokáig maradt a világ legelső távcsövének, mert a hetvenes évek elején Clark-et azzal bízták meg, készítsen a washingtoni csillagvizsgáló számára olyan refraktort, melynek objektívje legalább 25 ang. hüvelyk (635 mm.). Már 1873-ban készen volt a 26 ang. hüv. átmérőjű műszer.

Midőn 1876-ban az objektivet megcsiszolás végett kivették a foglalatból, Holden tanár felhasználta az alkalmat, hogy a lencsék alakját pontosan megvizsgálja. Azt találta, hogy a koronaüvegből való lencse átmérője 27.2, a flintüveglencsée 27.17 ang. hüvelyk, a kettős objektív szabad nyílása pedig pontosan 26" (660 mm.). A koronaüveglencse súlya 70, a flintüveglencsée 110 font (31.8, illetőleg 49.9 kg.). A foglalat az objektív szélén 0.585" szélességű (1.48 centiméter) övet főd el; ez valószínűleg több, mint a mennyi föltétlenül szükséges, de Clark biztonság kedvéért ily nagyra vette az övet. A mellső koronaüveglencse közepén 1.884" (4.79 cm.) vastag és mindkét oldalán egyenlően domború; a flintüveglencse a belső oldalon homorú s olyan görbületű, mint az előtte levő koronaüveglencse, a másik oldalon gyengén domború és görbületi sugara egy ötöddel nagyobb, mint a koronaüveglencse felületéé. Az objektív vastagsága a foglalatban 2.871" (7.29 cm.), úgy hogy mindkét lencse felülete a tengely mentében 0.029"-nyire (0.73 mm.) van egymástól. A két lencsét három, egymástól egyenlő távolban levő pontban egy-egy ónlemezke választja el egymástól. Az ezen objektíven még látható legkisebb csillag 16.3 nagyságú, az Argelander-féle skála szerint és

a legszűkebben álló kettős csillagnak, melyet vele az égen még észlelhetni, csak 0.23 mp.-nyi a köze. A hatalmas refraktor 1877-ben tanúsította óriási optikai erejét, midőn Mars igen közel jutott a Földhöz és két holdja volt a műszeren át látható, melyek addig semmiféle nagy távcsövön sem voltak észlelhetők, habár Mars környezetét hasonló kedvező alkalommal igen behatóan vizsgálták meg holdak szempontjából. A két hold fölfedezése olyan meglepő volt, hogy Európában eleinte nem is hitték el.

Kitűnt azonban, hogy Észak-Amerika csillagvizsgálói optikai tekintetben föltűnik az európaiakat, mivel az optikai művészet ott előbbre haladt, mint itt, a hol Merz 18 párizsi hüvelyk (487 mm.) átmérőjű objektiveknél nagyobbakat nem bírt előállítani. Néme-lyek azt hitték, hogy az északamerikaiak elsősége nagyobb technikai segédeszközök alkalmazásán alapszik, de ez csalódásnak bizonyult. Clark optikai műhelye rendkívül egyszerű és a lencsék csiszolását nem géppel végzik, hanem kézi erővel.

Copeland csillagász, a ki Clark intézetét megszemlélte, joggal mondja, hogy valósággal csodálkozni kell azon, hogyan tudtak olyan korlátolt segédeszközökkel olyan nagyszerű eredményeket elérni. Ámde Clark sokkal inkább a gondos munkának és felügyeletnek köszönheti a sikerét, mint preczió-gépek használatának. Nagy objektívek előállításánál, a melyekben a kép lehető legnagyobb élessége és színtele-ntése a cél, bizonyos elméleti számítá-sokra van szükség azon görbületi suga-rakat illetőleg, melyekkel az objektivet alkotó lencséknek birniok kell. Sokan azt hiszik, hogy ez a földolog. Ez azon-ban tévedés.

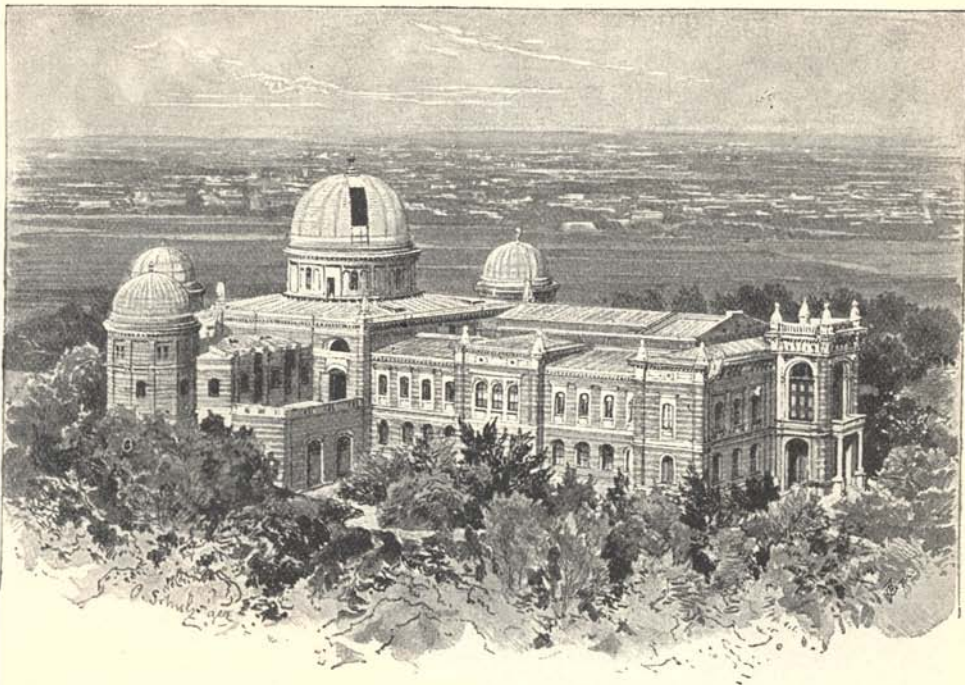
Tisztán az elméletre támaszkodva valószínűleg még egyetlen egy nagyobb

és tökéletes objektív sem készült és még arra nézve sincsenek teljesen tisztában, hogy a sok ajánlott objektív-szerkesztés közül melyik a legjobb. A gyakorlatra nézve a kérdés azzal nyert megoldást, hogy Clark nagy objektív-jeinek kísérletek alapján adják meg a végleges alakot; mikor a lencséknek nagyban és egészben már megvan a helyes alakjuk, görbületi sugaraikat mi-nimális változtatásokkal addig módosít-ják, míg csak a vizsgálat ki nem deríti, hogy az objektív a lehető legjobb ha-tású.

Az eredmények, melyeket a wa-shingtoni 26 hüvelykes refraktorról el-értek, új óriási távcsövek készítésére ösztönöztek. Először is M'Cormick, chicagói magánzó készítettett 1879-ben a maga számára a washingtonival egyenlő méretű távcsövet. Később, 1881-ben Clark 23 hüvelyknyi (584 mm.) nyílású műszert szállított a Princeton-observa-tórium részére (Uj-Yersey). Időközben Európában is haladtak a nagy távcsövek készítésében s először a bécsi csillagvizs-gáló (1. ábra) kapott 27 hüvelykes (710 mm.) refraktort, melyet Grubb dublini optikus készített. Egyidejűleg ép olyan nagy műszer készült a párizsi csillagvizs-gáló számára. Jelentékenyen nagyobb lé-pést tett Oroszország, midőn kormánya a főcsillagvizsgáló számára a 14 hüvelykes Merz-féle refraktor helyett 30 angol hüvelyknyi (760 mm.) átmérőjű ren-delt Clark-nél. Oroszországban eleinte még nagyobbakat akartak készíttetni, de Clark ez esetben nem vállalta el a fele-lősséget a munka sikerét illetőleg. Az is kérdéses volt, hogy a nagyobb mére-tek mellett meg lehet-e szerezni a meg-kívántató tisztaságú és optikai tökéletes-ségű szükséges üvegtömeget. Az óriási műszer elkészítésére a Clark cég há-rom és fél évi időt kötött ki, a melyből két év az üvegtömeg beszerzésére volt

számítva. A mint Struve O. tanár, a pulkovai csillagvizsgáló igazgatója később az »Astronomische Nachrichten« kiadójához intézett levelében jelezte, ez az időköz nem volt túlságos nagynak véve. Ifj. Alvan Clark 1879. szeptemberében Európába utazott, hogy az üvegtömeget megrendelje. A »Chance Brothers u. Co.« cégénél éppen kellő nagyságú koronaüvegtömeget talált kész-

letben, a mely előzetes vizsgálat alkalmával kitünő tisztaságának és czélszerűnek mutatkozott. De az üveg néhány héttel később az első sorban szükséges további feldolgozáskor megrepedt és új, alkalmas üvegtömböt rövid idő alatt beszerezni nem volt lehetséges. Ennélfogva Clark a párizsi Feil-hoz fordult és ez 1880 elején át is küldte neki a szükséges flintüvegtömböt, de a korona-



1. ábra. A bécsi csillagvizsgáló.

üveg csak 1881-ben készült el a szükséges tisztaságban és egyöntetűségben, minthogy több olvasztó kísérlet rosszul sikerült.

Mivel az üvegtömb nem érte el a remélt vastagságot, Clark az objektivet nem készíthette 40 lábnyi gyűjtőtávolságúnak, miként megállapították volt, hanem 45 lábnyinak. A két üveglencse, melyekből a nagy objektív áll, nincs szorosan egymás mögött, hanem

5—6 hüvelyknyi köz választja el és öntött aczélfoglatat tartja együtt. Az objektív és foglatat együttvéve több, mint négy mázsa súlyú. A műszer, mikor Pulkovában fölállították, nagyszerűen bevált és már eddig is a legfinomabb és legnehezebb asztronómiai megfigyeléseket tette lehetővé. Alig, hogy a műszer elkészült, Clark még nagyobb refraktor készítésére vállalkozott.

J a m e s L i c k, san-franciscoi több-

szőrös milliomos valami nagyszerű alapítvánnyal akarta nevét megörökíteni. Mivel az északamerikaiak szeretettel véseltetnek az asztronómia iránt, nem volt nehéz Lick érdeklődését egy óriási távcső készítésére és a szükséges csillagvizsgáló felépítésére irányítani s ő el is határozta, hogy az egyáltalában lehetsé-

ges, legnagyobb refraktor előállítására szükséges anyagi eszközöket felajánlja.* Hogy ekkora óriási műszernek teljes ereje érvényesülhessen, olyan helyen kell felállítva lennie, a hol a levegő lehetőleg tiszta és nyugodt; e föltételnek első sorban magas hegyek csúcsai felelnek meg. Lick meg is tekintett néhány kali-



2. ábra.

A Lick csillagvizsgáló
a Mount Hamiltonon.

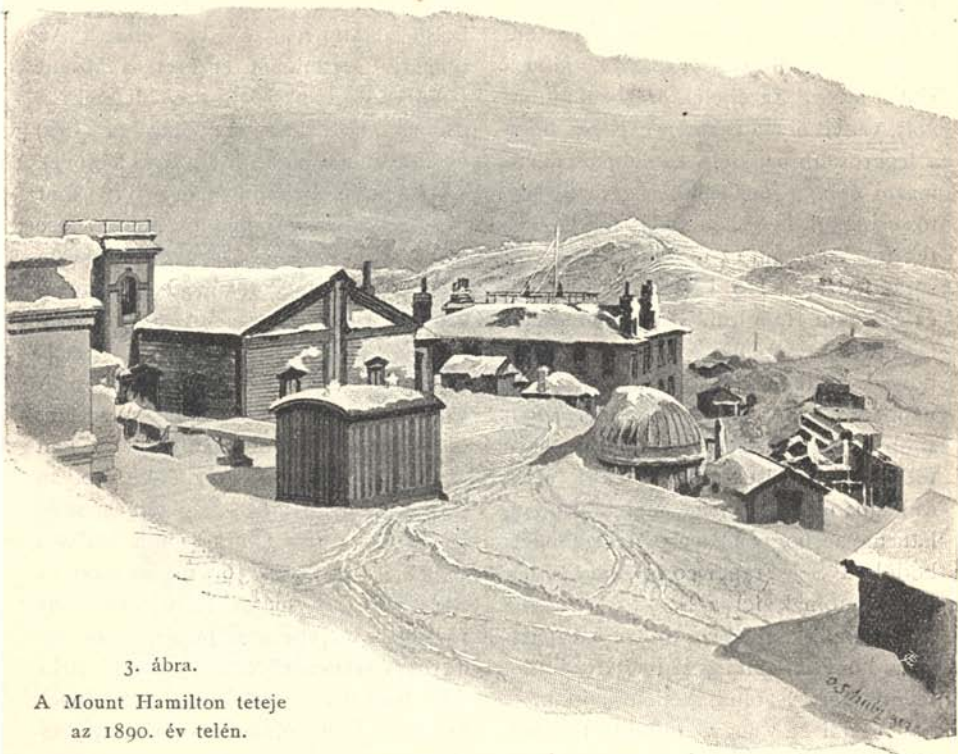
forniai hegycsúcsot, de ezek nem váltak be; végre a Mount Hamiltonra figyelemztették, a mely Kaliforniának Santa Clara nevű tartományában fekszik, 23 kilométernyire keletre San Josétól, a tenger fölött 1480 méternyi magasságban. A hegyet fekvése nagyon alkalmassá tette a jelzett célra, csak hogy kocsút nem vezetett föl és tetejét csekély

terjedelmű szikla alkotta, a melyen nem volt hely a szükséges épület számára. A legnagyobb akadály mégis a friss víz hiánya volt s e miatt már-már

* V. ö. Természettudományi Közöny 1889. évi folyamában »Természettudományi vállalkozások a külföldön« és 1891. évi folyamában »A csillagászat külföldön és hazánkban« című cikkeket.

mellőzni akarták a hegyet, midőn véletlenül két gazdag forrásra bukkantak körülbelül 100 méternyire a hegy csúcsa alatt. Ekkor Lick ajánlatot tett a Mount Hamiltonon emelendő nagy csillagvizsgáló fölépítésére (2. ábra) és kellő ellátására, ha az állam San Josétól a hegy tetejéig utat épített. A kormány elfogadta az ajánlatot és föltételt és 1875.

szeptember 21-ikén Lick aláírta a szerződést, mely szerint 700,000 dollárt ajándékoz a Mount Hamiltonon való csillagvizsgáló fölépítésére s az egyáltalában előállítható legnagyobb távcsővel való felszerelésére. A csillagvizsgálót a California egyetemhez tartozónak jelentették ki s ügykezelésére külön bizottságot szerveztek.



3. ábra.

A Mount Hamilton teteje
az 1890. év telén.

Santa Clara tartomány azonnal hozzátogott az út készítéséhez s a világnak talán legszebb hegyi útját létesítette. Hossza 38 kilométer és szelid kanyarulatokban 1300 méternyire emelkedik. Az út felső végén a leggyönyörűbb kilátás nyílik a körülfekvő hegyekre, melyen lent a Santa Clara völgyre, messze nyugotra a szemhatár peremén a Csendes-óceánra. Délkeleten a Sierra

Nevada hatalmas ormai meredeznek; északról, több száz kilométernyi távoból a hó takarta Mount Shasta integet. A Mount Hamiltonnak a főcsúcson kívül még két csúcsa van (3. ábra). Hogy az épületek számára a kellő területet megkaphassák, az egyik csúcsot lehordták és egyengették, a mi 40,000 tonna kötömeg eltávolítását tette szükségessé. Azután a két forrástól víz-

vezetékét készítették az új obszervatórium felé.

Hogy a Mount Hamiltont körülvevő levegő állapotára nézve biztos itéletet lehessen alkotni, arra kérték Burnham-ot, a kettős csillagok híres chicagói fölfedezőjét, végezzen az új csillagvizsgáló számára kijelölt helyen némi ideig megfigyeléseket. Burnham 1879. augusztus havában érkezett a Mount Hamiltonra, hol ideiglenes obszervatóriumban két hónapon át észlelt hat hüvelykes refraktorával. Tapasztalatai szerint a levegő 42 éjjelen 60 közül kitünő volt, vagyis olyan csendes és tiszta, hogy a legerősebb nagyításokat lehetett alkalmazni és a legnehezebben látható kettős csillagok is élesen szétválasztva tűntek föl. Burnham ez idő alatt még egész sorát fedezte fel a kettős csillagoknak és a Mount Hamiltont nagy messzelátó felállítása szempontjából a legkiválóbb pontok egyikének jelezte. Még a derült napokat követő estéken is, a melyek alóbbi fekvésű obszervatóriumokra nézve többnyire ködösek szoktak lenni, tiszta, csillagos maradt az ég, mert Burnham látta ugyan, hogyan kavarnak a tengeri ködök a San-Francisco-öbölben és hogyan hatolnak fel a San José völgybe fehér felhők alakjában, de azt is tapasztalta, hogy mielőtt a Mount Hamilton tetejét elérték volna, széjjeloszlottak.

A mi a nagy refraktort illeti, Clark 1881-ben 36 angol hüvelyk (914 mm.) átmérőjű objektív készítését vállalta el, csakhogy ezúttal kötelezettség nélkül a sikerre nézve. A nyers üvegtömegeket Feil szállította Párizsból, 150,000 frankért. A 97 cm. átmérőjű flintüveglemez öntése, kitünő minőséggel mellett is könnyen ment. A koronaüveg öntése azonban váratlan nagy nehézségeket okozott, mert nem kevesebb, mint 19 öntés sikerült rosszul. A csiszolás akadályra nem talált Clark

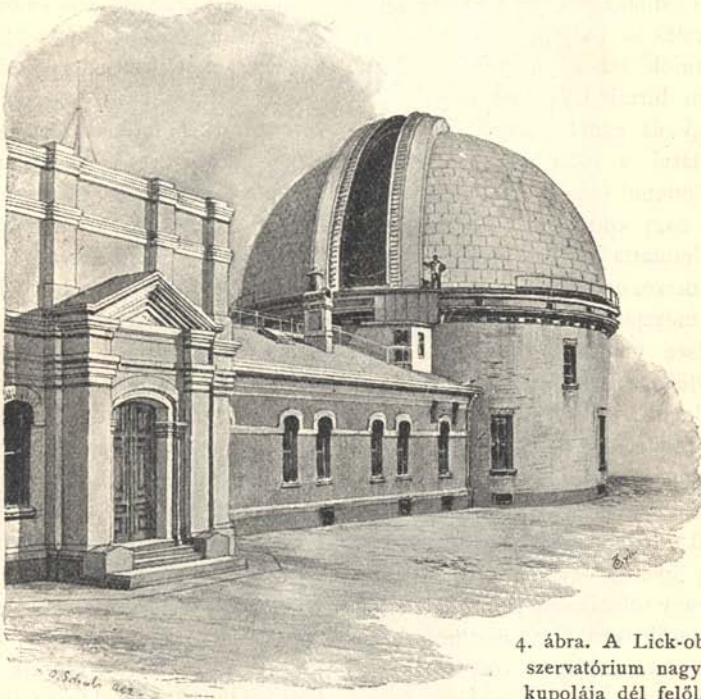
műtermeiben, és midőn az objektivet az égen kipróbálták, magát a készítőt is meglepte az üveg élessége és fényerőssége. 1886. deczember havában szállították rendeltetése helyére, a Pacificvasút egy külön palotaszerű kocsjában. Hogy a drága üveget lehetőleg minden rázkódástól megóvják, vattával bélelt ládába csomagolták, majd egy másik, nagyobb és lószőrrel tömött ládába tették, végre egy harmadikba, melynek belső falazata rugókkal volt ellátva. Az objektív sértetlenül érkezett a Mount Hamiltonra, hol időközben felépült a csillagvizsgáló a nagy kupolával (4. ábra) és elkészült a refraktor állványa a csóvel.

Könnyű belátni, hogy 638 font (289.4 kg.) súlyú objektív fölszerelése 57 $\frac{1}{2}$ láb (17.5 m.) hosszú cső végén olyan munka, melynek mechanikai megvalósítása csodálatraméltó. Ezt a clevelandi Warner és Swassey cég végezte, a várakozásnak teljesen megfelelően. A hatalmas állvány főtartója négyzetes öntöttvas-oszlop, melynek élhossza lent 10, fönt majdnem 5 lábnyi és mely olyan magas, hogy a messzelátó forgáspontja 37 lábnyira (11.3 m.) van a padozat fölött. Ez az oszlop 360 mázsa súlyú és rajta még 80 mázsa súlyú szerelvény nyugszik, melybe aczéltengely van beágyazva, felső végével az ég északi sarka felé fordítva; ezért sarki tengelynek mondják. E tengely hossza 10 lábnyi, vastagsága 12 hüvelyknyi, súlya 28 mázsa. Felső végén, réa derékszögben, henger van elhelyezve, mely egy második, keresztben álló tengely hüvelyknyit szolgál. Ezt deklinációs-tengelynek nevezik; hossza 10 lábnyi, vastagsága 9 hüvelyknyi, súlya 23 mázsa. Egyik végén van a hatalmas túbus, mely az objektivet tartja. A túbus alakja nagyjában a szivaréhoz hasonló s aczéllemezekből készült merevítő bordákkal, úgy hogy minden irányban meg van védve a hajlítás ellen. Hogy

a messzelátó az ég naponkénti forgását követhesse, sarki tengelye erős óraművel van kapcsolatban, melyet 125 fontnyi súllyal ellátott inga szabályoz.

Ha a cső függőlegesen áll, az objektív 65 lábnyira van a padozat felett, ha pedig vízszintesen fekszik, az okulár 37 lábnyi magasságban van. Midőn a cső közepesen hajlik az ég felé, az okulár 15—20 lábnyi magasan van és az

észlelőnek nagyon hosszú létrán kellene fel- és leszállania, hogy az okulárcsővet a távcső bármely helyzetében elérhesse. Világos, hogy ez ép annyira nehézkes, mint veszedelmes művelet volna. Ezt a nehézséget a Mount Hamiltonon igen elmésen azzal kerülték ki, hogy a nagy refraktort környező egész padozat emelkedik vagy süllyed az észlelővel együtt és a szükséghez képest. A hatalmas ku-



4. ábra. A Lick-obszervatórium nagy kupolája dél felől.

pola, mely alatt az óriási műszer fel van állítva, 2000 mázsa súlyú és géperővel könnyen forgatható körskörül, hogy a kilencz és fél lábnyi átmérőjű észlelési rést (3. ábra) a tetőn a kívánt irányba lehessen juttatni. A mi a műszer és a forgatható kupola költségeit illeti, a kiadások így oszoltak meg: a nagy objektív került 212,000 márkába, egy fotografozáshoz való kisebb objektív 52,000 márkába, a fölszerelés

162,000 márkába, a kupola 228,000 márkába s így az összes költség 654,000 márká (382,400 ft).

Az asztronómiai körök az egész földön jogosult érdeklődéssel várták, milyen eredményeket érnek majd el a Mount Hamiltonon az óriási refraktoral (5. ábra); nem is csalódtak, mert az eredmény fölülmulta a várakozást. Kintűnt, hogy nincs műszer, a melynek optikai ereje e refraktort még csak meg is

közelíteni. Az amerikaiak azt szokták mondani, hogy valamely messzelátónak legjobb alkotó része az a férfiú, a ki rajta észlel; még e tekintetben is kiválóan kedvező a nagy refraktor helyzete, mert a csillagászok, a kik vele bánnak, főleg Burnham és Barnard, korunk legkitünőbb észlelői közé tartoznak. Az 1888. év januárius 7-ikének estéje volt az, a melyen a műszert először szegezték az ég felé, s a mount-hamiltoni csillagászok érhető izgatottsággal lesték a dolgokat, a melyeket majd látniok lehet. A kemény fagy miatt nem bírták a kupolát megmozdítani s így az égnak csak azt a részét lehetett látni, a mely felé az észlelési nyílás véletlenül irányítva volt. Ott éppen az Orion nagy köde látszott s a műszer rögtön kimutatta optikai erejét és elsőségét az összes eddigi refraktorok fölött. A látás mezejében a ködnek csak középső része volt észlelhető s a megfigyelő kijelentette, hogy hónapokra lesz szükség, ha mindazt fel akarják jegyezni, a mi a részletekből látható. Közel a köd középső részéhez, sötét alapon négy csillag áll, melyek trapézt alkotnak. Ezek kivül a legnagyobb messzelátókkal még két gyenge fényű kis csillagot látni, a nagy refraktoron pedig mindjárt egy harmadik is föl volt ismerhető, mely közelebb van a trapéz közepéhez. A következő hónapok új meglepő észlelések hírére hozták főleg a gyengefényű ködfoltokat illetőleg, a melyek közül sokat csak most ismertek föl igazi alakjában óriási spirális ködnek.

De a legkülönösebb, teljesen váratlan fölfedezést 1892. szeptember 9-ikén este tették a nagy refraktoral. Barnard, a kit e fölfedezés dicsősége illet, a dolgról a következőt közli: »Pénteken, szeptember 9-ikén éjjel rendelkezésemre állott a 36 hüvelykes. Miután megfigyeltem a Mars bolygót és

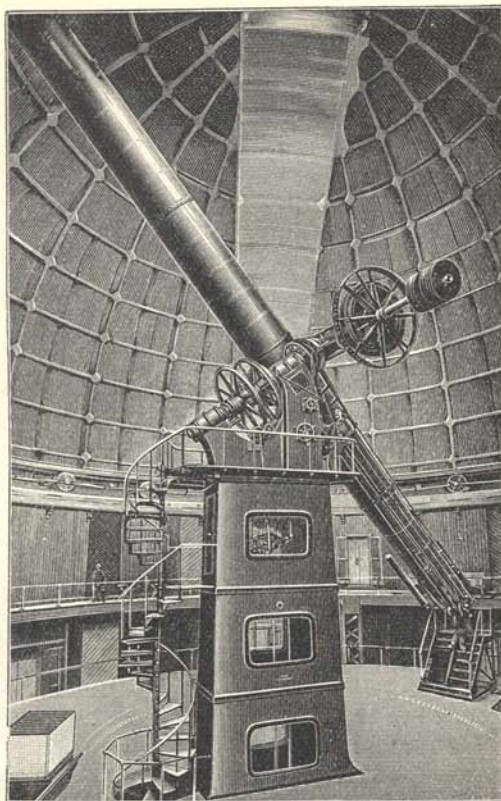
meghatároztam holdjainak helyzetét, Jupiter közvetlen környezetének megvizsgálásához fogtam. Tizenkét óra felé finom fénylő pontot fedeztem föl, mely a bolygót közvetlenül követte és közel volt a harmadik holdhoz. Rögtön sejtettem, hogy e fénylő pontocska a Jupiternek még ismeretlen holdja lehet s ezért meg kezdtem állapítani helyzetét a harmadik holdhoz. A fénylő pontocska azonban csakhamar eltűnt a Jupiter korongját körülvevő fényes övben. Mivel a pontocska a Jupitert mozgásában követte, meg voltam győződve, hogy Jupiter holdjával van dolgom. Az éj következő órájában kettőzött figyelemmel vizsgáltam az eget a bolygó tulsó oldalán, hogy a holdnak esetleges előtünését megláthassam, de hajnalig semmi ilyest nem vettem észre. Habár meg voltam arról győződve, hogy Jupiternek új holdját fedeztem föl, az óvatosság arra intett, hogy a fölfedezés közzétételével várjak, míg pontosan meg nem állapítottam. Következő éjjel a nagy refraktor Schäberle tanárnak állott rendelkezésére, de ő előzékenyen átengedte nekem. Röviddel éjjel előtt ismét megláttam az új holdat, a mint látszólag éppen a bolygó hátsó szélétől távozott. Most a pontos mérések egész sorát kezdtem és azt találtam, hogy a hold csak 36 másodpercnyire távozik a Jupiter korongjának szélétől, erre ismét gyorsan közeledik feléje, míg a környező fényes övben el nem tűnik.«

Az új Jupiter-hold fölfedezése még jobban meglepte az asztronómiai világot, mint a Mars bolygó holdjaié. Mert a négy Jupiter-hold rendszere, melyet tudvalevőleg Galilei ismert föl mindjárt a messzelátó feltalálása után, egészen befejezettek látszott és senki még csak nem is sejtette, hogy a négy nagyobb holdon kivül még egy ötödik, igen kicsiny is legyen, nagyon közel a

Jupiterhez. A további észlelések a Lick-obszervatóriumon, valamint a pulkovain azt adták eredményül, hogy az új hold 11 óra 57 percz 23 másodpercz alatt kerüli meg a Jupitert és hogy rendkívül kicsiny. Fényessége olyan csekély és a fénylő Jupiterhez való közelsége miatt annyira nehezen észlelhető, hogy csak

a leghatalmasabb refraktorok vezetnek a nyomára, és ezek is csak a legkedvezőbb föltételek között.

Nem sorolhatjuk itt föl egyenként mindazokat a kiváló eredményeket, melyeket a 36 hüvelykes refraktorial elérték; elég, ha megemlítjük, hogy ez a csodálatos műszer messze túlhaladja a



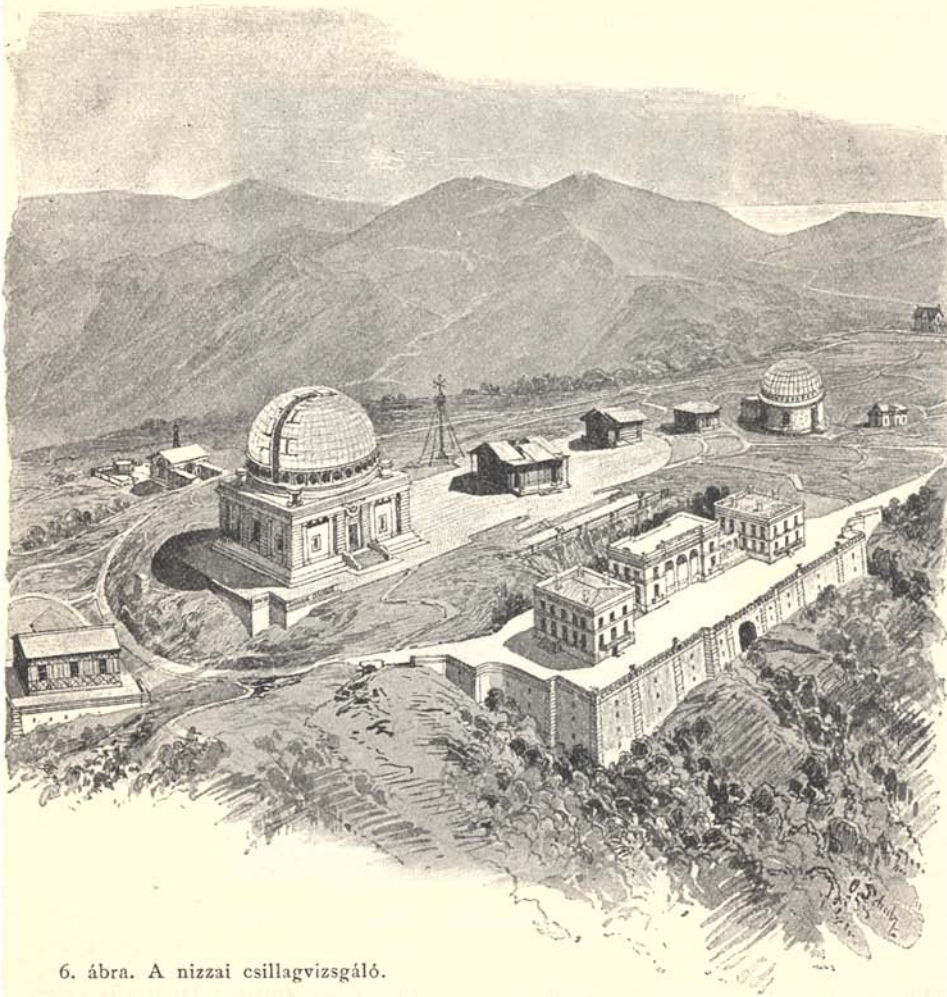
5. ábra. A Lick-obszervatórium 36 hüvelykes refraktora.

többieket mind, és pedig ép úgy a leggyengébb kettős csillagok és legfinomabb ködfoltok feltüntetésében, mint naprendszerünk bolygóinak tanulmányozása szempontjából. A Mars bolygót is megvizsgálták ezzel a refraktorial, de az észlelések eredményeit még nem tették közzé.

Időközben európai talajon is keletkezett óriási refraktorial, mint főműszerrel felszerelt elsőrendű csillagvizsgáló, még pedig ismét az asztronómia egy nagylelkű barátjának adományozásából. Bischoffsheim R. volt párizsi bankár másfél millió frankot adott arra a célra, hogy Nizza mellett olyan

obszervatórium épüljön, mely nagyság, fény és folszerelés kiválósága dolgában páratlanul álljon Európában. Ez a csillagvizsgáló mintegy 12 kilométernyire van Nizzától és 36 hektárnyi területet foglal el, tehát akkorát, hogy rajta

megvalósíthatták a csillagászoknak azt az ideálját, hogy minden nagy műszernek külön épülete legyen (6. ábra). A nizzai csillagvizsgáló e szerint mintegy asztrológiai telepet alkot, igen nagy és szép kertben s az észlelésekre kiválóan alkal-



6. ábra. A nizzai csillagvizsgáló.

mas levegővel. A legérdekesebb épület a forgatható nagy kupoláé, a mely alatt 30 angol hüvelyknyi (760 mm.) objektív-átmérőjű refraktor van felállítva. Az üveget Feil szállította s az objektív lencsüket a Henry testvérek intézeté-

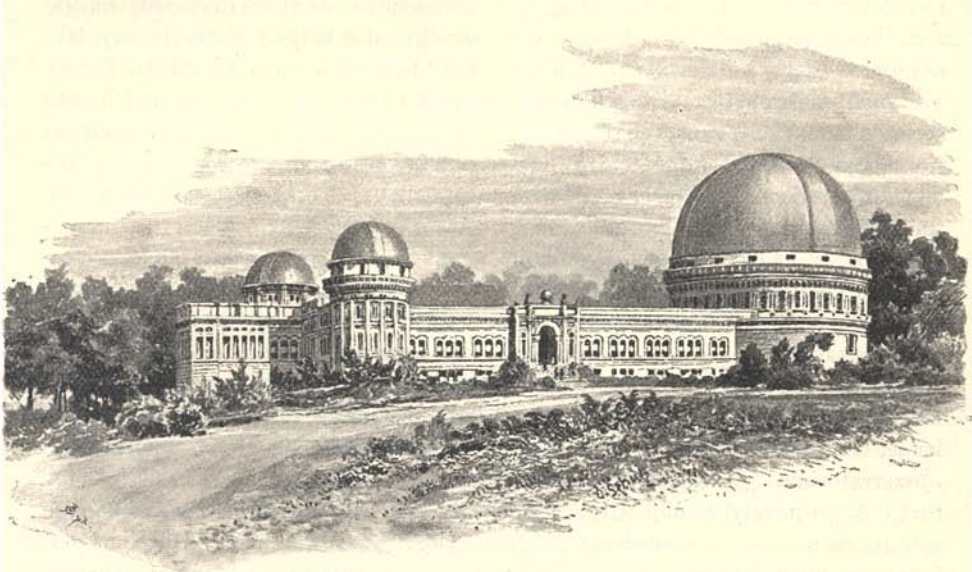
ben csiszolták, Párizsban. A műszer a jelenleg használatban levők között minden tekintetben a legjobbak közé tartozik.

A forgatható kupola rézből készült és négyszögű kőépítményen nyugszik,

melynek oldalhossza 26 m.-nyi; belső átmérője 68 párizsi láb (22'1 m.), magassága az obszervatórium padozata fölött 70 láb (22'75 m.). A legcsodálatosabb ezen a kupolán a felállításának módja, a mellyel az építő ez óriási boltozat forgatásának nehézségét rendkívül elmésen mellőzte. A kupola tudniillik gyűrűalakú tartóban úszik és igen könnyen mozgatható. E szerkezetre nézve Eiffel mérnök adta a tanácsot, de a bizottság, mely a terveket felülvizsgálta,

eleinte visszautasította; később mégis visszatért hozzá és az eredmény teljesen igazolta Eiffel előrelátását. A tartó $67\frac{1}{2}$ lábnyi külső átmérőjű, magassága $4\frac{1}{2}$ láb, szélessége $3\frac{2}{3}$ láb (21'93 m., 1'5 m., 1'19 m.).

Az úszó, mely benne mozoghat, s melyen a kupola nyugszik, szintén $4\frac{1}{2}$ lábnyi magas, de csak $2\frac{3}{4}$ lábnyi széles; a közt az a folyadék tölti ki, a melyben az egész úszik. A folyadék nem víz, mert télen megfagyhatna, ha-



7. ábra. A Yerkes-obszervatórium, a Geneva tó partján, Wisconsin államban.

nem magnéziumchlorür oldata. Egészen 27,000 literre volt szükség, hogy az 1900 mázsa súlyú kupola biztosan ússzék. És valóban a kupola olyan könnyen mozog, hogy egy ember valamivel több mint négy percnyi idő alatt egészen köröskörül forgathatja.

Mialatt a nizzai, pulkovai és mount hamiltoni nagy műszereket használatba vették, az optikai üveggyártói folyton arra törekedtek, hogy még nagyobb üveglemezeket állítsanak elő. Különösen Mantoisnak sikerült oly

nagy üvegtömböt önteni, hogy 40 hüvelykes objektívhez is elegendő volt. Kettőt ezekből Clark-nek küldött és ez tényleg föl is akarta dolgozni óriási objektív számára, mert biztosra vette, hogy a műszernek, ha egyszer elkészült, akad vevője Amerikában. Föl is merült az a terv, hogy a délkaliforniai egyetem számára óriási refraktor készíttessék, a melynek költségei aláírás útján fődöztessenek. De mielőtt a dolog idáig fejlődött, Charles J. Yerkes, gazdag chicagói pol-

gár kijelentette, hogy kész egy új csillagvizsgáló költségeit fedezni, föltéve, hogy a főműszere olyan refraktor, a mely még a Lick-observatóriumét is jóval felülmulja. Főfeltételül kikötötte, hogy a refraktor, bármennyibe kerüljön is, oly nagyra készíttessék, a milyen egyáltalában csak lehet. Mivel Clark műtermében épen kéznél voltak az üveglemezek, a melyekből 40 hüvelykes (1'02 m.) objektív készíthetett és mivel még nagyobb üveglemezek öntésére több évi idő kellett volna, Yerkes beleegyezett, hogy 40 hüvelykes objektív készüljön és Clark kötelezte magát, hogy 18 hónap mulva szállítani fogja. A felszerelés munkájára, valamint az óriási, 90 lábnyi átmérőjű forgatható kupola elkészítésére ismét a Warner és Swasey clevelandi cég vállalkozott.

Clark a nagy objektívet a szokott gonddal készítette és 1895. szeptember havában jelenthette, hogy kipróbálható. A próbákat október több estéjén Keeler tanár végezte, a kit az objektív megítélésére különösen az tett illetékesé, hogy több éven át észlelt a Lick-observatórium 36 hüvelykes refraktorán. A 40 hüvelykes objektív szerkezete teljesen hasonló amazéhoz; a két lencse 7 hüvelyknyire van egymástól; súlyok a foglalattal együtt 10 mázsa. A képeket Keeler épen olyan éleseknek találta, mint a Lick-refraktoron, de a fényerősséget sokkal nagyobbnak; másrészt annak is mutatkoztak jelei, hogy a képek jelleme a két lencse köcsönös helyzetével és kisebb mértékben az egész objektív helyzetével változik. Keeler tanár véleménye szerint valószínű, hogy ennek főoka maguknak a lencséknek elgörbülése és ebből az következnék, hogy itt közeledünk először ahhoz a határhoz, a melyig nagy objektívek készítésével el lehet jutni, ha csak nem sikerül a görbülés hatását valami

úton ellensúlyozni. Ez óriási üveg szerelése még hatalmasabb méretű, mint a Lick-refraktoré. Hogy föltüntessük, mily mértékben növeli az objektív-átmérőnek négy hüvelykkel való nagyobbodása az egész műszer méreteit, közöljük a főbb mértékszámokat. Az oszlopszerű tartó, melyen az egész műszer nyugszik, 800 mázsa súlyú, magassága a messzelátó forgáspontjáig 43 $\frac{1}{2}$ láb (13'3 m.). Az aczél sarki tengely 13 láb (3'96 m.) hosszú, 1 $\frac{1}{4}$ láb (38 cm.) vastag és 70 mázsa súlyú; az ehhez derékszögben álló deklinációs tengely átmérője egy lábnyi (30'5 cm.), súlya 18 mázsa. Ennek egyik végére van a 62 $\frac{1}{2}$ lábnyi hosszú (19'1 m.) aczélcső erősítve, mely az objektívet tartja. A cső átmérője a közepén 4 $\frac{1}{3}$ láb (1'3 m.), súlya 120 mázsa. Az óraművet, mely a műszert az ég napenkénti forgásának megfelelően mozgatja, 30 mázsányi súly hajtja; a felhúzást elektromos motor végzi, de szükség esetében emberi erő is végezheti. A beosztott köröket, mikrométereket stb., melyek a csövön alkalmazva vannak, az észlelő az okulár mellett levő helyéről olvashatja le, a nélkül, hogy onnan távoznia kellene, ép oly könnyen mozgathatja is onnan az egész műszert és beállíthatja az ég bármely irányába, bármelyik csillagra. Az egész műszer a szereléssel együtt nem kevesebb, mint 1500 mázsa súlyú, s ha függőlegesen áll, az objektív teljes 72 lábbal van a padozat fölött.

Hogy az okulárt a messzelátó bármely helyzetében könnyen el lehessen érni, itt is azt a berendezést alkalmazták, hogy a messzelátó körül az egész padozat emelkedik és súlyed az észlelő tetszése szerint. A padozatot és a forgatható kupolát elektromos motorok mozgatják. A Yerkes-csillagvizsgáló alakja római kereszthez hasonlít (7. ábra); három kupolája közül a nyugoti fedi a

nagy refraktort. Ezenkívül van itt még 12 hüvelykes és 16 hüvelykes refraktor, továbbá vannak spektroszkópi és fotográfiai műszerek, van fizikai laboratórium stb.

Az obszervatórium nagy, szabad térség közepén fekszik, a Lake Geneva partján, Wisconsin-ban, mintegy 75 angol mérföldnyire Chicagótól, 180 lábnyi magasságban a tó színe fölött. A levegő állítólag kiválóan tiszta és nyugodt. Az intézet igazgatójának Hale tanárt nevezték ki, a ki fontos spektroszkópi vizsgálataival jó nevet szerzett. Bizonyos, hogy e nagyszerű obszervatórium jelentékenyen szaporítja majd a csillagászati fölfedezések számát, sőt most még sejteni se lehet, milyen meglepetéseket szerez majd a hatalmas refraktor, mivel a mount-hamiltoni híres észlelők: Burnham és Barnard az új obszervatóriumhoz kaptak meghívást és mindketten el is fogadták.

Közel fekvő az a kérdés, lehet e nagy objektivek készítésében túl menni a negyven hüvelyknyi átmérőn. Keeler tanárnak a Yerkes-objektív kipróbáláskor tett tapasztalatai szerint, a lencséken nagy súlyuk következtében, egyes helyzetekben máris az elgörbülés jelei mutatkoznak; valószínű azonban, hogy ezt a nehézséget le tudják majd küzdeni. Egy másik kérdés, vajjon a szükséges nagyobb vastagság nem rontja-e le a fényerősségnek azt a többletét, melyet a felület nagyobbítása okoz.

Erre nézve alig lehet valami bizonyosat állítani. Az ifjabb Clark, kinek e tekintetben okvetetlenül legtöbb a tapasztalata, azt hiszi, hogy még korántsem jutottunk el a refraktorok legszélső határához. Késznek nyilatkozott másfél méternyi vagy öt angol lábnyi átmérőjű objektív készítésére, ha valaki megrendeli s azt állítja, hogy a lencsék nagyobb vastagsága nem igen fogja a

fényerősséget csökkenteni. Kérdés azonban, sikerül e majd az üvegöntőknek optikai üvegből akkora lemezeket készíteni, melyek egyúttal kellő tisztaságúak és homogén anyagúak. Ezt adott esetben ki kell majd próbálni. Valószínű, hogy még azok a mechanikai nehézségek sem legyőzhetetlenek, a melyek sok mázsa súlyú, óriási objektiveknek száz lábnál is hosszabb csövekre való szerelésével járnak; végre is fődolog, hogy a szükséges pénz rendelkezésre álljon.

Valószínű is, hogy nemsokára a Yerkes-refraktornál nagyobb messzelátó előállításába is belefognak, mert hire járt, hogy Charneyie Andrew, Északamerika legnagyobb vasiparos, Phipps-szel együtt, ötven ang. hüvelyknyi nyílású objektív készítéséhez adja a szükséges pénzt. De bármennyire terjeszkedjenek is e tekintetben, az észlelő mindig a levegő tisztaságától és nyugodtságától fog függni és a levegő kedvezőtlen volta annál érezhetőbben és zavaróbban fog hatni, mennél nagyobb a műszer. A legnagyobb refraktorok már mostani méreteikben is csak kevés éjjelen használhatók teljes erejükkel s az olyan műszernek, mint a milyen a Yerkes-refraktor, csak ritkán érvényesülhet teljes ereje.

A nagyobb messzelátók természetesen még ritkábban fognak használatni és így a teljesen kihasználható megfigyelési órák száma a műszerek növekedő méreteivel fogy. Ha az optikusok és mechanikusok genealitásának nem volnának határai — mondta nemrég Barnard bizonyos humorral, — végre oda jutnánk, hogy olyan erős messzelátóink volnának, a melyeket soha sem lehetne kihasználni! Annyi bizonyos, hogy a legnagyobb messzelátók teljes ereje csakis magas hegyek csúcsán érvényesülhet, a ho

a légkörnek legsűrűbb és egyúttal kevésbé átlátszó rétegei mélyen vannak az észlelő alatt. Északamerika Sziklás hegységében, valamint Peru Cordilleráinak magaslatain már is több nagyobb — habár nem éppen igen nagy — messzelátó van felállítva és ezek a fon-

tos vizsgálatok egész sorozatát tették lehetségessé, melyek alföldi obszervatóriumokban sohasem sikerültek volna. E hegyi csillagvizsgálóktól joggal várhatjuk a legnagyobb eredményt.

Fordította CSEMEZ JÓZSEF.

A nitrogéngyűjtő növények jelentősége és a talajoltás.

Alig egy évtizede tudjuk, hogy a zöld növények a táplálék fölvétele dolgában sem mind egyformák. Addig általában az volt a vélemény, hogy mindama növények, melyeknek elég a chlorofilljök, a légkört alkotó gázokból csupán csak a széntartalmú részeket képesek a maguk számára elvonni; ellenben egyéb táplálék-szükségletök: a nitrogén és ásványnemű anyagok beszerzése dolgában a talajra vannak utalva. Azt hittük, hogy a felsőbbrendű növényzetnek egyedüli közvetlen nitrogén-forrása a salétromsav; és hogy csupán csak ez a sav és keletkezésének forrásai (a szerves nitrogén-vegyületek és a kénsavas ammoniák, melyek a talajban salétromsavvá alakulnak) szolgáltatják az alkalmas anyagot, melyből a nitrogéntartalmú növényrészek kifejlődhetnek.

Igaz, hogy a tudománynak ezzel a tanításával ellentétben állott a gyakorlati gazdáknak az az évszázados tapasztalata, hogy bizonyos növények — különösen a lóhere-félék és hüvelyesek — melyeknek pedig nagyon sok a nitrogéntartalmuk, bő aratást adnak az ugyancsak kihasznált sovány talajon is; sőt az utánok vetett más gazdasági növények — például a sok talaj-táplálékot kívánó gabonaneműek — trágyázás nélkül is bővebb termést hoznak, mint

hoztak annak előtte. Szemmel látható volt tehát, hogy a lóhere-félék és hüvelyesek megjavították, termékenyebbé tették a talajt. Az okszerű gazda fel is szokta volt használni ennek a tapasztalatnak a tanulságát. Ennek útmutatása szerint változtatta a vetést és a lóhere-féléket meg a hüvelyeseket »talaj javító« vete-ménynek mondta, ellentétben más gazdasági növényekkel (pl. gabonafélékkel, olajnövényekkel stb.), melyek nagy követeléseket támasztanak a talaj-trágyával szemben s nagy mértékben kihasználják a talajnak növényi táplálékát.

A tudomány az utóbbi évekig nem tudta megmagyarázni, mi lehet az oka, hogy a pillangósok és egyéb gazdasági növények közt ebben a tekintetben olyan éles különbség van. Míg végre azután rájött, hogy a lóherének és hüvelyeseknek — sőt bizonyára a pillangósoknak általában is — rendszerint megvan az a tehetségök, hogy a levegőnek szabad nitrogénjét — a mi a légkörnek körülbelül 79⁰/₀-a — elvonni tudják, szerves nitrogénvegyületté alakítják át s fehérjeszerű anyaggá dolgozzák föl.*

Hellriegel meggyőzően kimutatta,

* V. ö. Dr. Kosutány T., A nitrogén körútja, Term. tud. Közöny XXV. kötet 1893.