

azok az emberek, a kik nem rágnak bételt, aránytalanul nagyobb mértékben szenvednek a betegségektől.

A pálinkán és pálinkaféléken kívül az emberiségnek legnagyobb csapását a bódító szerek: az ópium, morfium, hacsics képezik. A ki eme bódító szerek akármelyikére már reászokott, az menthetetlenül elveszett az emberi társaságra nézve; tökéletes elbutulás és tehetetlenség az átka ama pillanatnyi élvezetnek — ha egyáltalán élvezetnek mondhatja az ember azt, mikor annyira elbódul, hogy a világot kába álom képében látja. Örök szégyenfoltja marad az európai civilizációnak, hogy az angolok keleten, első sorban pedig Khinában eme testet lelket megőrlő méreggel tettek és tesznek annyi millió embert tönkre. — Az angolok 1880-ban az ú. n. ópiumháborújuk alkalmával Khinára reátukmált »Treaty ports« révén 230 millió franknyi jövedelmet húztak az ópium eladásából. — A barbárféle és a vad népeket a magasabb műveltségnek akarják megnyerni s az igaz hitre téríteni, s maguk a legnagyobb barbársággal s a legnagyobb erkölcsi elvetemedettséggel járnak el e szégyenekkel szemben!

Még messze van az idő, a mit Darwin jósolt, hogy a fajok küzdelmében elvégre is a társadalmi erkölcsök fognak győztesek maradni, a mikor nemcsak éppen a honfitársainkban és hitfeleinkben, hanem valamennyi emberben embertársunkat fogjuk tekinteni.

TÖRÖK AURÉL.

XXIII. A CSILLAGOK FOTOGRAFIAI MEGFIGYELÉSE.

A gyakorlati asztronómia a 17. század kezdetéig kizárólag a pusztá szemmel való észlelésen alapúlt. A görög Hipparchos, a régi kor legnagyobb csillagásza, a csillagok helyét mindamellet 10 ívpercnyi pontossággal (a Hold átmérője egyharmada) tudta meghatározni; a dán Tycho Brahe, a középkor jeles észlelője, már egy ívpercnyi pontosságot ért el. Ez utóbbinak Prágában való működésével végződik a csillagászatnak ezen »teleszkóp-előtti« időszaka.

Szükséges-e kiemelni, hogy a messzelátónak 1610 körül történt feltalálása az asztronómiának új, felette fontos korszakát alapítja meg? Nem is említve e csodálatos műszernek a tért átható ere-

jét, melynél fogva a szemnek folyton új, nem is sejtett világokat tár fel, hangsúlyozni kell, hogy a messzelátónak asztronómiai mérőeszközzé való átalakításával, az ingás óra feltalálása és a műszerek előállításának tökéletesbülése segédelmével a Tycho-féle pontosság meghatszázszorozódván, megteremtett az a biztos alap, melyen a későbbi korszakok kiváló analytikusai »az ég mechanikájának« nagyszerű épületét felépíthették.

A jelen század folyamában a messzelátónak két megbecsülhetetlen segítője akadt: a spektroszkóp és a fotografus sötét kamarája, a fényérző lemezzel. A spektroszkópia (szinképelemzés) tanulmányozza a csillagok fényét, az égbolt

mélységéből érkező egyetlen hírnököt, mely megtanít felismerni azokat az anyagokat, melyek a Napban, az álló csillagokban, az üstökösökben és a ködfoltokban izzanak. A fotográfia pedig tárgyilagossággal felrajzolja rövid idő alatt az égbolton történéket, megőrzi azokat a képen az utókor számára s így a fénysugarak kémiai hatása alapján oly felfedezéseket valósít meg, melyeket különben szemünk nem lett volna képes megtenni soha!

A 19-ik század számos és nagy feltűnést okozott találmányai közül a mechanika, a fizika és kémia terén egyet sem fogadott a nagy tömeg olyan örömmel, mint a fotografiát, azt a varázsmesterséget, mely a sötét kamara csodálatos képet minden apró részleteivel együtt rögzíteni tudja.

A fotográfia, felfedezésétől napjainkig igen sokat haladt.* *Daguerre*-t túlszárnyalta *Talbot*s ezt *Scott Archer*, a ki 1851-ben a kollódium-réteggel bevont üveglemezt kezdte használni a felvételre. Majd az elmélet is segítségére jött a gyakorlatnak, igyekezték lehetőleg tökéletes lencserendszereket szerkeszteni, hogy ezáltal a felvétel ideje még inkább megrövidíthessék. E tekintetben különösen kiemelendők *Petzval*, bécsi tanár elméleti vizsgálatai, a melyeknek alapján az oly nagy hírességet tett *Voigt*-féle objektívek készültek.

Az *Archer*-féle eljárás biztos és pontos ugyan, de kényelmesnek éppen nem mondható, különösen akkor nem, midőn a jól felszerelt műtermen kívül kell a felvételt tenni. Ez oknál fogva régóta fáradoztak ú. n. *száraz lemezek* előállításán. Nem egy fotograf-egyesület nagy díjt tűzött ki oly »száraz eljárás« kitalálására, mely a nedvest biztosság és érzékenység tekintetében utóléri.

A legrégebbi e fajta eljárás *Taupenot*-tól ered, ki a kollódiumos lemezt jódos fehérjérettéggel vonta be s aztán

* V. ö. Dr. *Ring Armin*, A fotografozásról. Népsz. előad. gyűjt. VII. k. 44. füzet.

utólagosan tette fényérzővé ezüstoldatban. Az így készült lemezek egy évnél tovább tartották meg érzékenységüket. Ezt később *Fothergill* (1855) még tökéletesbítette és a németek sikeresen használhatták e módszert az 1874. decz. 8-iki *Venus*-átvonulás fotográfiai felvételére. Az igaz, hogy az ilyen száraz lemez 3—4-szer kevésbé érzékeny, mint a nedvesek, de az mit sem tesz a ragyogó napkorong felvételénél. 1861-ben *Russel* őrnagy azt ajánlotta, hogy az ezüstfűrdőben az előbbi módon érzékenyebbé tett lemez megmosatván, tanninoldattal vonassék be és melegben száríttassék meg. Ilyenmű lemezeknek felvételi idejét *Dra-per* tanár még rövidebbre szabta azáltal, hogy a lemezt a megvilágítás után előbb meleg vízbe mártotta, s csak azután látott hozzá a kép állandósításához. Végre behozta *Sutton* a képnek alkalikus úton való állandósítását, mely módszer segélyével ő már a parthoz verődő hullámnak a képét is képes volt előállítani.

Végül meg kell említeni a jelenleg oly nagy feltűnést okozott száraz eljárást, mely érzékenység tekintetében a nedvest messze túlhaladja, és melynek nagy jövője van már csak azért is, hogy pillanatig tartó felvételeket tesz lehetségessé. Már 1853 óta fáradoztak fényérző kollódium előállításán, mely az ezüstfűrdőt feleslegessé tenné. 1874-ben sikerült *Carey Lea*-nak bromézüstös kollódiumot előállítani, csakhogy az így készült száraz lemezek nem voltak kellően érzékenyek. Csak a bromézüstös zselatin feltalálása oldotta meg a feladatot, mert az ezzel bevont lemezek rendkívül érzékenyek a fény iránt. Minthogy az említett anyag előállítása meglehetősen kényes, azért e célra berendezett műhelyekben gyárilag állítanak elő brómézüst-zselatinnal bevont lemezeket, a melyeket azonnal felhasználhatunk fotográfálásra. A kép pirogalluszsav, vassók vagy hidrotion segítségével állítatik elő erre állandósítják és csak aztán erősítik. Hogy e lemezek feltűnő érzékenységéről fogalmat nyujtsak, megemlítem, hogy a

Nap képének felvételére $\frac{1}{2000}$ másodperc elég; egy arczkép 1 mp.-nyi és valamely holdvilágította táj csak néhány percnyi felvételi időt igényel. Arczképfelvételre még gázvilágításnál is elég 7—15 másodperc.

Ilyen lemezek segélyével tehát a ló járása, a madár repülése lefotografozható; a mozgó hajó fedélzetén a partnak, s a felfelé iramodó léggömbben a lent elterülő tájnak képe megörökíthető. Milyen befolyása leend mind ennek a tudományra, azt ma még alig sejtjük.

Foglalkozzuk már most a csillagok fotografálásával.

A csillagok fotografiai észlelésének mindenek előtt az a megbecsülhetetlen haszna van a pusztá szemmel való észlelés fölött, hogy megsemmisíti az észlelő szerveinek tökéletlenségéből, elfogultságából és pillanatnyi hangulatából folyt összes hibaforrásokat, szóval, hogy az érzékeknek mindig gyanus közvetítését kiküszöbölve a *látszat helyett valóságot* nyújt, feltéve, hogy az optikai készülék esetleges hibáit számításba vettük. Pillanatig tartó tüneményekkel szemben, melyeket a legügyesebb rajzoló is csak emlékezetből, tehát kétes hitelességgel tud megörökíteni, éppenséggel nélkülözhetetlen. Végül az égi testek felvétele által az égneq mintegy krónikáját szerzi meg, melyből a következő idők kutatói bőségesen meríthetnek hű adatokat.

A csillagoknak fotografiai felvétele igen nagy akadályokba ütközik, mert Földünk tengelye körül való forgása következtében az égi testek folyton folyvást megváltoztatják helyöket az égboltonaton, és, mert legnagyobb részük rendkívül gyenge fényű. Az első szükségessé teszi olyan készülék használatát, mely felette pontos óraműtől hajtva, lehetővé teszi, hogy a csillagot naponkénti látszólagos mozgásában híven kísérhessük. Ha pedig az illető égi test maga is mozog, mint péld. az üstökös, akkor az innen eredő változásokkal is számot kell vetni. A második akadály úgy győzhető le, ha nagyon erős eszközökkel és lehetőleg érzékeny fotografiai eljárást használunk.

Az ilyen módon készült képek azonban csak akkor szolgálhatnak csillagászati mérések alapjául, ha valóban természet-hívek, a mihez nem elég az, ha a kép éles, hanem még az is kell, hogy mind a fényező réteg esetleges összehúzódsából, mind pedig az optikai műszer tökéletlen voltából eredő minden elferdítéstől és eltorzítástól ment legyen.

A fotografiai messzelátónak egyik része a lencserendszer, mely a csillagról érkező sugarakat felfogja, és a gyújtópontban képpé egyesíti, a másik meg az érzékeny lemezt magába záró kis kamara, hol a kép előáll. Éles képeket csak úgy kaphatunk, ha az érzékeny lemez az ú. n. »chemiai gyújtópontban« áll, tehát ha a műszer tisztán fotografiai czélokra van megszerkesztve. Ennek megértéseül szolgáljon a következő.

A Napnak, valamint a többi álló csillagnak a fénye — miként ismeretes — nem egyszerű fény, hanem sok, különböző színű sugaraknak a keveréke. A különböző színű sugarak közül csak a kék, az ibolyaszínű és az ibolyán túl való, szemünkkel észre nem vehető, sugarak okoznak változást az érzékeny lemezen, úgy, hogy az olyan csillagot, mely ibolyán túl való sugarakat lövelne ki csupán, nem láthatnók meg, holott a fotografáló készülék a létét eláruhá; és megfordítva, csupán vörös sugarakat kibocsátó csillagot megláthatunk, de fotografáját nem tudjuk előállítani. Ámde a különböző színű sugarak különböző mértékben töretnek: legkevésbbé a vörös, jobban az ibolya és még jobban az ibolyán túl eső sugarak. Ennek az a természetes következzése, hogy az égi testről érkező sugarak közül csupán a vöröseket eresztve át a lencserendszeren, a csillagnak piros képe valamivel távolabb fog létrejönni, mint a kék sugarak alkotta kép, feltéve, hogy csak ezeket bocsátottuk át a lencséken. Ha tehát éles fotografiai képet akarok kapni, hová kell az érzékeny lemezt elhelyeznem? Korántsem oda, a hol a tiszta optikai kép látható, mert hisz ott alig van chemiai hatású sugár, hanem valamivel közelebb

a lencsék felé, olyan pontba, melynek helyét kísérletileg kell megtalálni. Még jobb, ha a lencserendszert úgy állíthatjuk össze, hogy csak is a chemiai hatású sugarak egyesüljenek egy gyújtópontba, a havá aztán a lemez elhelyezendő. Az ilyen műszer, természetesen, optikai czélokra nem szolgálhat.

Az üveglencsék helyett czélszerűen használhatni homorú tükröt is (tükrös messzelátó, reflektor) azon oknál fogva, mert az visszaveri a sugarakat a nélkül, hogy színeikre szétbontaná.

A gyújtópontban keletkező kép linearis nagysága két dologtól függ: a tárgy szög nagyságától és a gyújtópontnak az objektívtől számított távolságától. Mennél nagyobb ez a távolság, vagyis mennél hosszabb a messzelátó, annál nagyobb lesz a kép is. Egyszerű számításból kitűnik, hogy a Napnak képe még 10 m.-nyi gyújtótávolsággal bíró messzelátóban is csak 0.3 cm., a Venus-é, mikor a napkorong előtt áthalad, 3.0 mm., az oppozícióban lévő Jupiter-é 2.4 mm. és a Merkur-é, a Nap előtt történő átvonulásakor 0.4 mm.

Ezt a gyújtópontban keletkező képet a csillagász erős kézi nagyítón át nézi, a miért is azon minden apró részlet megismerhet. Ellenben a fotográf csupán a fényesen világító Nap felvételeinél használhat a gyújtópont mögött elhelyezett nagyító készüléket, mert ez esetben nem kell attól tartania, hogy ezáltal a fény kelleténél jobban fog gyöngöttetni.

Hogy a napfény intenzitása mily mértékben haladja meg a többi csillagok fényét, felsoroljuk az ezeknek viszonylagos intenzitására vonatkozó következő adatokat. A Nap világító ereje fotometriai mérések szerint 619,000-szer akkora mint a Hold-é holdtöltekor. A Hold-é pedig 100-szor akkora tiszta őszi éjszakán, mint az összes többi csillagoké, 2000-szer oly nagy mint a Venus-é, mikor legerősebben fénylik, 9000-szer erősebb, mint a Jupiter-é és 11,000-szer mint a Mars-é, mikor mindkettő oppozícióban van, és 90,000-szer akkora

mint a Capella első rangú csillagé. Ezen utolsó számból lehet következtetni, hogy a Nap világító ereje 55,800 milliószor olyan nagy mint valamely nagyságra nézve elsőrangú, közepes fényű csillagé, — más szóval, hogy a Nap a Földtől való jelenlegi távolságánál 236,220-szor nagyobb, tehát 4.73 billió mérföldnyi távolságban úgy világítana mint a Capella. Ha a csillagok fényének egymáshoz való viszonyát tekintjük és meggondoljuk, hogy minden alacsonyabb rangú a megelőzőnél átlag 2.5-szer gyengébb fényű, akkor kitűnik, hogy a pusztá szemmel még éppen meglátható hatodrangú csillag 98-szor és a tizedrangú 3815-ször gyengébb fényű az első rangú csillagnál; és megértjük azt is, mennyi nehézséget okozhat a lefotografizandó csillagoknak ezen, egymástól olyannyira elütő fényerősége. Szerencsére ellensúlyozható ez a felvételi idő meghosszabbításával.

A csillagász fotográf a csillag képét készülékének gyújtópontjában veszi fel, s ezen a picziny képen utólag végzi a méréseket erős nagyító segítségével; de ha a fokális kép elég erős, akkor vetítő készülékkel előbb nagyobbítja, és ezt a nagyobbított képet fotografálja. Könnyű már most belátni, hogy különösen igen apró fokális képeknél roppant nagyfontosságú, vajjon a fényérző réteg a különböző műtétek alatt nem húzódik-e össze, vagy nem tágul-e, bár csak egy »hajszálynit« is. E kérdés megoldásától függ a fotografiai módszer hasznavehetősége csillagászati mérésekre. E célból számos kutató megvizsgálta a nedves kollódiumlemezek magatartását, így P a s c h e n Schwerinben, R u t h e r f u r d New-Yorkban, V o g e l és L o h s e Bothkampben és V o g e l Berlinben, még pedig abban az időben, mikor az 1874. decz. 8-iki Venus-átvonulás megfigyelésére folytak az előkészületek és el kellett döntení, vajjon a fotografiai észlelésmód kiállja-e a versenyt a csillagászattal, vagy nem?

A Földnek két, lehetőleg távol pontjáról egy időben nézve a Nap előtt elvonuló Venust, mindegyik észlelő a fé-

nyes korong más-más helyén látja. E különbség azonban nem több mint a Nap átmérőjének $\frac{1}{44}$ -ed része; és ha a tűneményt lefotografáljuk, akkor a gyújtópontban keletkező képen ez az eltolódás, még 10 m. hosszú messzelátót használva is, csak 2·1 mm. Minthogy ebből számítandó ki a Földnek távolsága a Naptól, természetes, hogy a kép legkisebb hibája az egész eredményt megronthatja.

Az említett kutatások kedvező feleletet adtak különösen arra az esetre, ha az üveglemez előbb fehérje- vagy kalciumkréttel vonattott be, mielőtt a kollodiumot ráöntötték. Az 1874-iki német Venus-expedíció összes adatainak tanulmányozása alkalmával magam is csak lényegtelen elferdítéseket bírtam kimutatni; közönséges módon előkészített nedves kollodiumlemezen egy rostélyhálózatot lefotografálva, és a képet a lemezre nedves és száraz állapotában megmérve, azt találtam, hogy még csak $\frac{1}{40,000}$ -nyi elferdülés sem jött létre, vagyis, hogy 100 mm.-nyi hosszúság 0·0025 mm. és 10 mm.-nyi hosszúság 0·00025 mm. határain belül nem változott. A Napkép ilyfokú hibája a Nap átmérőjének 0·05 ívmásodpercnyi különbségét vonná maga után, tehát oly hibát, mely az optikai mérésnél sincs kizárva. Ha száraz lemezt használunk, melyen később állítjuk elő a képet nedves úton, akkor az elferdülések nagyobbaknak látszanak, mert ilyenkor — persze nem éppen célszerű kezelés mellett — megtörténik, hogy a réteg összegyűrődik és helyenként leválik. Ez okból csak kétkedve nyulhattak a felette érzékeny brómezüstös zselatinlemezekhez, mert ismeretes, hogy a közönséges zselatin nem igen állandó anyag. Erre vonatkozó kísérleteket újabb időben Eder és Pizzighelli tettek Bécsben. Gyémánttal finom vonalhálózatot karcoltak egy üveglapra, alája tettek egymásután különféle módon preparált zselatinos lemezeket, és felette rövid megvilágítás után hol pirogaluszzsal, hol vasoxaláttal állították elő a képeket. Az

így kapott hálózatokópiákat mérés segítségével összehasonlították az eredetivel és arról győződtek meg, hogy egyetlen egy lemezen sem mutatkozott sem kitágulás, sem összehúzódás, sem elferdülés, pedig a mérés olyan pontos volt, hogy a rétegnek $\frac{1}{60,000}$ -nyi elferdülését okvetlenül meg kellett volna látniok. Ezek szerint az üveglemez a rajta lévő érzőréteggel állandónak vehető. De nem úgy van a dolog, ha a képet albumin-papírosra viszzük át, mert ez a hosszadalmas mosások közben 100 mm.-nél 1—2 mm.-nyire megváltozik, a miről már ugyanazon arckép papírosra áttett másolatainak megvizsgálásánál is meggyőződhetünk. Ha tehát asztronómiai méréseket akarunk tenni a fotográfián, nem szabad azt papírosra másolni!

Ha a gyújtópontban keletkező képet előbb nagyítjuk s csak aztán fotografozzuk, új hibaforrás nyílik meg; ugyanis a nagyító készülék erősen domború lencséi a képet többé-kevésbé elferdítik, eltorzítják. E hibát úgy egyenlítjük ki, hogy az objektív gyújtópontjába egy vonalhálózattal bíró üveglemezt teszünk és a csillaggal együtt a hálózatot is lefotografáljuk. A hálózatnak így kapott nagyobbított képét az eredetivel kell csak összehasonlítani, és a netaláni eltorzítás azonnal felismerhető, következésképpen a hiba ki is küszöbölhető. — Sőt szorosan véve maga az objektív sem ad teljesen hű képet, de minthogy ma egészen egynemű üveget tudunk előállítani, s minthogy az üvegekösörülés mestersége a tökéletességnek nagy fokát érte el, az innen eredő hibát elenyészőleg kicsinynek lehet feltételezni. Mindamellett a fotográfiai felvételekre szolgáló messzelátó pontos működésének egyik elmaradhatatlan feltétele, hogy valamennyi lencse tengelye egy egyenesbe essék és hogy a fényérző lemez a közös tengelyre valóban merőlegesen álljon.

A fotográfiai felvételeknek utolsó hibaforrása a fényelhajlásból ered. Minden fotograf ismeri e következő tény. Ha városnak a képet veszi fel és világos felhők képezik a háttért, akkor közön-

séges eljárás mellett a gyárkémények és villámhárítók a képen vagy egészen eltűnnek, vagy legalább is szerfelett vékonyaknak tűnnek fel. Hasonló történik mikor erősen világított ablakú sötét termek képét veszi fel, mely esetben az ablakok fénye a körrajzon túlterjedve, az ablak elmosódott lesz, még pedig annál nagyobb mértékben, mennél hosszabb volt a fölvetel ideje. Ugyanaz várható asztronómiai felvételeknél, pl. a Venus átvonulásának felvételénél. A Venus fekete korongja a fénylő Napkorongon kisebbnek, a Nap korongja pedig a sötét égbolton nagyobbak fog látszani. Tehát a fény a sötét széleken mintegy befelé hajlított; a kép méreteinek illetően meghamisítását a fényelhajlásából eredő hibának mondják. E hiba annál kisebb, mennél nagyobb az objektív nyílása. A fény rezgésének és tova terjedésének elméleti vizsgálatából az következik, hogy az elhajlás következtében a Nap képének szélén a fény intenzitása csak fél akkora lehet mint a kép közepén, és hogy a kép geometriai határán túl rohamosan közeledik a 0 felé, úgy hogy a kevésbé érzékeny szem a Napot, a fényelhajlás daczára is élesen körvonalozottnak látja. Másképen van ez a fotografianál, mely a levegő átlátszósága fokához a lemez chemiai állapothoz és a felvételi időnek kisebb-nagyobb tartamához képest a Nap szélét különböző módon tüntetvén fel, különböző átmérőjű Napképeket szolgáltat. Ehhez járul még az is, hogy az elhajlás miatt a kép szélei felé egyre sötéteedik, miáltal a korong testnek, gömbnek tűnik fel. A csillagok képei szintén kelletlenül szélesebbek ugyan, de minthogy ez a szélesbülés a csillag közepéhez részarányos, ez semmiféle káros befolyással nincs a fotografiai úton készitendő csillagterképek szabatoságára.

Ez általános megjegyzések után tekintsük már most azt, mit képes nyújtani az asztronómiai fotografia, és mit remélhetünk tőle a jövőben.

Asztronómiai segédeszközül legelőször az amerikai William Cranch

Bond (1789—1859), a Cambridge Harvard collegium csillagvizsgálójának igazgatója alkalmazta a fotografíát, a ki már 1851. július havában bemutatta a Holdnak egy daguerreotyp képét a tudományok előmozdítása céljából alakult angol társaságnak Ipswich-ben tartott gyűlésén. Ugyanő megkísérlette a Nagy-medve ζ nevű kettős csillagot, — melyek egyike 2.1 másika 4.2 rangú és melyeknek egymástól való távolsága 14" — lefotografálni, de kísérlete csak félig-meddig sikerült. Különösen a gyengébb fényű alig volt kivehető, és a felvételek egész sora volt szükséges azonososságának kitüntetésére. Bond mindamelllett megpróbálta a kettős csillagnak közrövel való kimerését, hogy a csillagászati észleléssel való egybevágást kimutassa. Azt is kimutatta, hogy a csillagok felvételi ideje nincsen fordított arányban optikai fényességükkel, vagyis, hogy az optikailag fényesebb csillag nem mindig egyszersmind fotografiai szempontból is a fényesebb, és így megteremté a csillagok »chemiai nagyságának« fogalmát, a mely a szintől látszik függésben lenni.

A legszebb siker koronázta az angol Warren de la Rue (Canonburyben, London mellett) és az amerikai Rutherford (New-Yorkban) ebbeli fáradozását.

Warren de la Rue — gazdag papírgyáros — 1852-ben kezdette meg kísérleteit. Ő egy 14 hüvelyk nyílású tükrösteleszkópot használt, de óraművel nem rendelkezvén, úgy akart Holdfotografiákat készíteni, hogy kezével mozgatta készülékét az elforduló Hold után; az eredmény természetesen nem lehetett kielégítő. Csak midőn 1857-ben a rég óhajtott óramű birtokában volt, sikerült neki a Hold fázisainak néhány gyönyörű fotografiáját elkészíteni. E képek a készülék gyűjtőpontjában vették fel, 1 hüvelyk volt átmérőjük, és csak utólag nagyította azokat. 1858-ban a Jupiternek, Saturnusnak és az álló csillagoknak felvételével fáradozott, de nem nagy sikerrel. Ugyanez év

őszén a Donati-féle üstököst igyekezett lefotografálni, de hasztalanul. Jóllehet október 2-ikán hajnalban 30 mp.-nyi idő alatt a keskeny holdsarlónak jó képét kapta, az üstökös képeinek nyoma sem látszott még 5 percznyi exponálás után sem. Ugyanekkor felfedezte W a r r e n, hogy némely Holdképei a sztereoszkópban testnek tüntetik fel a Holdat. Ez a Holdnak libracziójából (ingadozásából) magyarázható. Tudva levő dolog, hogy a Hold mindig ugyanavval az oldalával fordul felénk; a közepén látható hegyek és foltok mindig középpütt maradnak. De ha a Hold szélének egyes részleteit pontosan szemügyre vesszük, meggyőződhetünk, hogy ez nem egészen igaz; ugyanis látni fogjuk, hogy a Hold szélén lévő képlet bizonyos idő múlva a közepe felé fordul, máskor meg a széle mögött eltűnik. Ez pedig főképp onnan van, mert a Hold ovális pályán kering a Föld körül, és mert a Föld nem áll a pálya kellő közepében. E tünemény ugyanaz, mint a milyet látnánk, ha a Hold vesztég állana, és mi őt egy hosszú vonalnak majd az egyik majd pedig a másik végéről néznők, a mikor aztán a gömbalakú Holdnak majd a jobb, majd pedig a bal oldalából látnánk többet. Így aztán megeshetik, hogy két különböző időben felvett kép véletlenül két szemünk sztereoszkópikus látás-szögének felelven meg, a két kép a Hold gömbjének plasztikus képét tünteti fel. 1859-ben hasonlót tapasztalt két, különböző időben készült Napképen is.

R u t h e r f u r d szép sikerrel koronázott munkálkodását szintén csak 1857-ben kezdte meg, midőn egy $11\frac{1}{4}$ hüvelyknyi refraktorra tett szert. Első teendője volt készülékének chemiai gyűjtőpontját kísérletileg meghatározni. Meg is találta az optikaitól $\frac{7}{10}$ hüvelyknyire beljebb. Elő is állított több jó Holdképet, melyeket 5"-nyire lehetett megnagyobbítani. Lefotografált ötödrangú csillagokat, sőt egymástól csak 3 mp.-nyi távolban lévő kettős csillagokat is. A Jupiter felvételeinél azon sajátzerű ta-

paszlatra jött, hogy holdjainak nyoma sem volt a képen, daczára annak, hogy az 5—10 mp.-nyi felvételi idő alatt kapott Jupiterképek a plánétát jellemző sávokat is híven fejtüntették. Éppen így felfedezte de la Rue-től függetlenül (1858) a különböző időben készült Holdképek sztereoszkópikus kombinációját. 1859-től fogva dioptrikai kísérleteket tett, melyeknek czélja volt lehetőleg tökéletes fotografiákat kapni. Hogy csupán csak a chemiai sugarakat egyesítse képpé, az objektív és a kamara közé lencsét igtatott, miáltal a cső hossza kisebbedett és a képek lényegesen javultak. Mégis volt egy baj: a képeknek közepe volt csak hű. 1860-ban az úgynevezett chemiai színtelenítést (achromasie) más módon sikerült elérnie, mely mód különösen rövid messzelátóknál igen czélszerűnek bizonyult, s melyet a párizsi C o r n u az 1874-iki Venusátvonalás alkalmával fel is használt. Ő ugyanis egy $4\frac{1}{2}$ hüvelykes objektívnek lencsét egymástól $\frac{3}{4}$ hüvelyknyire eltávolítván, ezen kisebb készülékkel sokkal jobb eredményt ért el, mint a $11\frac{1}{4}$ hüvelykes refraktorával. 1861-ben Rutherford egy ezüstös tükörrel is tett próbákat, de New-York levegőjének kedvezőtlen volta miatt 10 nap múlva felhagyott vele. — Erre készítettett egy $11\frac{1}{4}$ hüvelyknyi olyan lencsét, mely egyedül a chemiai sugarakat gyűjtötte össze egy pontban, és így optikai észleletekre nem volt használható. Ezzel még 9-ed rangú csillagok képeit is megkapta; így a Rák csillagzat egy csillaghalmazát (Praesepe) lefényképezvén, egy \square ivfoknyi területről 3 percznyi exponálás alatt 23 csillag képét kapta. Egymástól csak 2 mp.-nyi távolban lévő kettős csillagokról is kapott tiszta képeket. De ő ezzel sem érte be! Azért ismét első refraktorához fordult, és ennek objektívje előtt megerősített bizonyos görbültségű homorú domború lencsét, a mi egyrészt a cső megrövidítését, másrészt a chemiai sugaraknak tökéletesebb egyesítését vonta maga után. Ezen készülékével végezte későbbi kitünő munkáit. 1865. márczius

6-ikán három nappal az első holdnegyed után a Holdnak olyan tökéletes képét kapta, hogy azt utólag 53 cm. átmérőjű képpé lehetett nagyobbítani, a mi annak idején méltó feltűnést keltett.

Kezdetben a Holdfotografiák nem lehettek kielégítőek a hosszú felvételi idő miatt, mert még a legtökéletesebb óramű is csupán a Holdnak napenként való látszólagos, és ezzel ellenkező irányú *saját* mozgását képes kiegyenlíteni; kiküszöbölésre várt még különösen a Holdnak az észlelőtől való távolsága és a Hold emelkedései által vetett árnyéknak változásából eredő hiba. Azért mind a készülékek, mind pedig a fotografiai módszerek tökéletesbitésével arra kellett törekedni, hogy a felvételi idő, 1—2 perczre szorítsák. És későbben Rutherford — igaz csak kiválóan tiszta időben — csakugyan $\frac{3}{4}$ mp. alatt tiszta képet kapott nedves koldodiumos lemezen. Más d l e r, a híres holdtopografus, a Holdról felvett jeles térképét csak 7 év alatt készíthette el (1830. tavaszától 1836. aug. haváig); ugyanezt a feladatot a fotografus ma egy nap alatt végezheti! Mégis megjegyzendő, hogy a fotografiák mai nap-ság még nem oly élesek és részletezettek, mint a csillagászati megfigyelésekből eredt képek. Warren de la Rue-n és Rutherford-on kívül még Draper is (New-York) nagy és szép fotografiákat vett fel a Holdról. Feltűnő, hogy a fotografiák a Hold némely részleteinek az optikaitól eltérő fényárnyalatait mutatják, a mi ama részleteknek csekély chemiai hatásából magyarázható meg. Ezen hosszabb exponálással lehetne segíteni; csakony ezáltal a fényesebb részletek szenvednének. Ez a hiba kisebb a brómezüst-zselatinos lemezeknél, mert emezekre a spektrum látható részéhez közel eső sugarak is jelentékeny hatásúak. Ezeken sikerül a Hold felvétele még a másodpercz törtrészében és kisebb fajta műszerrel is, a mint arról 1880-ban a lipcei csillagvizsgálón magam is meggyőződtem, mikor az 1874-iki Kerguelen expedíció 6 hüvelykes fothéliografjá-

nak fókuszában 18 mm. átmérőjű éles Holdképeket sikerült előállítanom óramű nélkül, csupán egy ernyőnek az objektív előtt való gyors tova mozgatásával.

Más fajta nehézségekkel találkozunk, mikor a Nap fotografijáról van szó. — Még ha a fókuszban keletkező képet közvetlenül nagyítjuk is, és e nagyított képet ejtjük a fényérző lemezre, a kép még mindig oly erős fényű, hogy a felvételi idő csak rendkívül csekély lehet. Már pedig kitalálni ezt a rövid időtartamot, s az így kapott képet elővarázsolni és állandósítani, az nagy ügyességet igényel. A Nap fotografálására századunk első Venusátvonulása alkalmával fordult a figyelem, midőn először akarták ezt a módszert a ritka tünemény észlelésére használni és megtudni, vajjon alkalmas lesz-e e módszer csillagászati mérések megtételére. Akkor két fajta fothéliografra keltek útra. Az egyik aránylag rövid gyujtótávolságú messzelátóból állott — a horizon és az aequator szerint felszerelve — és úgy volt berendezve, hogy a gyujtópontban keletkező kép nagyítva vetetett az érző lemezre. A német fotografiai expedíciók heliografjai 6 és 4 hüvelyknyi nyílásúak voltak, két méter gyujtótávolsággal és a hatszorosan nagyító vetítő készülék segítségével 110 mm. átmérőjű Napképet adtak. A nedves lemezek 0.01 másodpercznyi, a Fothergill-féle száraz lemezek pedig 3—4 annyi felvételi időt igényeltek. — A másik igen hosszú teleszkóp volt, melyeknek fokális képe közvetlenül lefotografáltatott. Nagy kiterjedésüknél fogva vízszintes irányban mozdulatlanul állottak; elejük az óraművel mozgattott heliosztattól úgy volt elhelyezve, hogy a Nap képét állandóan a cső tengelyébe vetítse. Ez a berendezés, mely már az 1860. júl. 18-iki teljes napfogyatkozás alkalmával Laussedat-ban (Algir) alkalmaztatott, lehetővé tette, hogy a heliográf sötét szekrénye közvetlenül egy sötét kamarába nyílják, a melyben a fényérző lemezeket kényelmesen lehetett kicserélni. Az Egyesült-Államok

1874-ben 40 láb hosszú ilyenmű készüléket szereltek fel, melyek a gyújtópontban 4,5 hüvelyknyi átmérőjű képet adtak. Mindkét alkalommal az ú. n. »gyors rekeszt« használták. A gyors rekesznek egy tetszés szerint szűkíthető finom hasadéka van, mely a gyújtópontban nagy sebességgel átszeli a sugárkévét, mi által az exponálás ideje a szükség szerint megrövidíthető. A hasadék szélessége a levegő átlátszósága fokától függ, közvetkezőleg a hasadék helyes beállítása a sikernek egyik főfeltétele és a készüléken végzendő beható tanulmányt igényel.

A Vénusátvonulása tüneményét, — mely egy században legfeljebb kétszer, más században pedig, mint pl. a 20-dikban egyszer sem megy végbe, — abból a czélból észlelik, hogy a Földnek távolát a Naptól lehetőleg pontosan meghatározzák. Hogy lehetséges ez? A Naptól kerekszámban 20 millió mérföldnyire vagyunk, a Vénus pedig közel 5 millió mfd. távolban halad el a Nap előtt. Ha a Földnek két, egymástól lehetőleg távol eső pontjáról ugyanazon időben nézzük ezt a jelenséget, mindegyik észlelő a Napkorong más-más helyén látandja a Vénust kis, sötét folt alakjában. Az egyik a Nap széléhez közelebb, a másik távolabb látja; az egyik helyről nézve kisebb, a másiktól nézve nagyobb hűrt látszik leírni a fényes Napkorongon. A Vénusnak ezen ú. n. »paralaktikus« eltolódása bizonyos kapcsolatban áll Földünknek a Naptól és a Venustól való igazi távolságával és az imént említett észleletek alapján meghatározható. Mint-hogy pedig ezen távolságoknak aránya Kepler 3-ik törvénye alapján a Vénus és a Föld keringési idejéből pontosan ismeretes: meghatározható a Napnak távolsága is tőlünk. E számítás alapját képező elvnek helyességéről bárki is könnyen meggyőződhetik a következő kísérlet alapján. Sötét szobában valamilyik fallal szemközt és vele párhuzamosan felállít két égő gyertyát, és ezek, meg a fal közé elhelyez egy függélyesen álló pálczát: a falon a pálczának kettős árnyéka tűnik fel. Ezen két ár-

nyéknak egymástól való távolsága meg fog változni, ha akár a pálczát, akár a falat közelebb vagy távolabb helyezem el a mozdulatlan gyertyáktól. Ha már most a gyertyáknak egymástól való távolságán kívül még azt a szöveget is ismerjük, mely alatt a gyertyák bármelyikénél lévő szem a két árnyéket látja, meg a gyertyáknak és a pálczáknak a faltól számított távolságaik viszonyát: akkor könnyű a falnak távolságát a gyertyáktól kiszámítani és számításunk helyességéről a közvetetlenül megejtett mérés alapján meggyőződni. — Mennél közelebb állott a pálcza a gyertyák mellett, annál jobban fog a közvetlen méreésből eredő szám a számítás szolgáltatja eredményével összeválni. Helyettesítsük most a gyertyákat a Föld két különböző pontján elhelyezett észlelőkkel, a pálczát Vénussal, és a falat a Nappal, — akkor a Vénus átvonulásának hű képét kaptuk. De azért a számítás még sem oly egyszerű mint a fémvelt példában, mert az észlelet ideje alatt a Föld a tengelye körül forog, és a Föld is, meg a Vénus is halad.

Az átvonulás megfigyelésénél tehát kettős a feladat: először pontosan meghatározni azt a pillanatot, melyben a megfelelő helyen a Vénust a Napkorongba belépni, és melyben abból kilépni látjuk; másodszor megmérni a kerek sötét folt középpontjának a Napkorong közepétől való és az idővel változó távolságát, vagy pedig, minthogy a középpontok semmivel sincsenek megjelölve, a korongok széleinek egymástól való távolságát. Ez utóbbi mérést a heliométer segítségével végezzük. A múlt században leginkább az első, az ú. n. érintési módszert alkalmazták; de ez az 1761. és 1769-iki átvonulás megfigyelésénél a belső érintkezés bekövetkezése után jelentkező eltorzulások miatt nem kielégítő eredményeket szolgáltatott. A mikor ugyanis a Vénusnak a Napkorongjától már el kellett volna távoznia, a sötét folt sajátságos módon megnyúlt, mintha a fényes korong szélével valami híd, illetőleg csepp által lett volna össze-

kapcsolva. A mikor pedig ez elszakadt: a Vénus már jó darabon ben volt a fényes korongban. Szóval az érintkezés pillanatát nem lehetett pontosan meghatározni. Ámbár ezt a zavaró jelenséget, az ú. n. cseppképződést, újabb időben kísérletileg vetítés és fotografálás segítségével gondosan tanulmányozták, és a csőben végbemenő fényelhajlási tünneménynek ismerték fel, az érintkezési methodus még 1874-ben sem szolgáltatott biztos eredményeket. Éppen úgy megihusult Janssen francia csillagász kísérlete, ki igen elmésen szerkesztett »revolver-készülékét« gondolt ki, a mely lehetővé tette a jelenségnek egyes fázisait egymást gyorsan követő szabályos és pontosan feljegyezhető időközökben lefényképezni. A sötét folt be- és kilépésének idejében kapott eme fotográfia-sorozatok segítségével sem sikerült az érintkezés igazi pillanatát meg tudni, mert kiderült, hogy a »csepp« képeinek méretei a levegő állapotától és a felvételi idő tartamától is függnek. Azért az 1874-ben elért eredményeket nagyobbára a heliométerrel végzett méréseknek köszönhetjük és azoknak a méréseknek is, melyeket a korong közepe felé szabadon álló sötét foltot feltüntető fotográfiákon megejtettek. Ámbár ez az utolsó módszer a heliométerrel végzett méréseket pontosság tekintetében nem érte utól, mégis kielégítette azokat, kik az asztronómiai fotográfia ez ágának ifjú voltát tekintetbe vették, és azért az 1874-ben szerzett tapasztalatok felhasználása után 1882-ben ismét számos fotográfiai expedíció küldetett ki.

Az 1882. decz. 1-én észlelt Vénus-átvonulásról az előttem fekvő közlemények nyomán a következő felvételek eszközöltettek: Washington-ban 50, Princetown-ban Young tanártól 188, a Hamilton-hegyen (California) Todd tanártól 147, melyek közül 125 mikrométeres mérésekre alkalmasnak bizonyult, Cedar-Kays-ben Eastmann-tól 180, New-Havenben a Yale college csillagvizsgálójában W aldo tanártól a

felhős ég daczára 150, S.-Antonioban (Texas) Hall tanártól és a belga expedíciótól több száz, és az újzeelandi amerikai expedíciótól 200-nál több felvétel. A fotográfiának e célra való felhasználása ellen azt az ellenvétést tették, hogy a levegő mozgása miatt az egy pillanat alatt elkészülő kép a Napnak eltorzított képét adja, míg az asztronómiai észlelő egy középértéket, tehát el nem torzított képet kap. Ámde az asztronómiai mérés a Nap periferiájának csak néhány pontjára vonatkozik, a fotográfia pedig az egész korongot feltünteti, s így a gyors egymásutánban készült képek szintén a légváltozás okozta módosításoknak meglehetősen pontos középértékét adják.

Fellette fontos szolgálatokat tesz a fotográfia *napfogyatkozások* alkalmával, mikor arról van a szó, hogy rövid ideig tartó jelenségek lehetőleg hiven megörökíttessenek. Az 1851-iki teljes Napfogyatkozás alkalmával Busch (Königsberg) és mások nem érték célát, csak 1860. júl. 18-ikán sikerült Warren de la Rue-nek Rivabellosaban (Spanyolország) a teljes Napfogyatkozásról 31 igen becses fotográfiát készíteni. Ezeknek alapján minden kétséget kizáró módon kimutathatta, hogy a protuberanciák — a Hold elsötítette Napkorong szélén feltűnő rózsaszínű kiemelkedések — valóban a Naphoz tartoznak. Az ő és a Secchi felvételei Romában egymással megegyezőleg olyan protuberanciákat is mutattak, melyeket a csillagászok nem láttak, a melyek tehát kizárólag chemiai hatású sugarakat löveltek ki. Ugyanekkor sikerült legelőször Foucault-nak Taragonában a lényegében ma is ismeretlen koronát — a Nap korongját körülövező, változó alakú fénylő övet — lefényképezni. 1868-ban szintén igen sikerült protuberancia-képeket készítettek. Az amerikaiak különös figyelmet fordítottak 1859-ben a Napkoronára és az ezen, valamint az 1870., 1871. és 1875-ben készült fotográfiák alapján bizton állíthatták, hogy a korona tényleg létező, nem pedig valami optikai csa-

lódás, és hogy e fényes jelenség a Nap atmoszférájához tartozik, mert, jóllehet a különböző helyeken észlelő csillagászok egymástól eltérő jelenségeket láttak: az egyenlő felvételi idő alatt készült képek mind ugyanazt az eredményt tüntették fel. — Idevágók a spektroszkópia terén kitűnő Huggins-nak sikeres kísérletei, kinek sikerült napfogyatkozás nélkül lefotografálni a Napkoronát. E kísérletek Schuster, angol csillagász felfedezésén alapulnak, a kinek az 1882. május 19-iki teljes napfogyatkozás alkalmával Sohagban, felső Egyiptomban, sikerült a korona színeképet lefotografálni, mely alkalommal kitűnt, hogy a korona fénye ibolya- és ibolyán túl való sugarakban gazdag. Közvetlenül ezután végezte kísérleteit Huggins 1882. június kezdetétől szeptember végéig. Ő 6 hüvelyk nyílású és $3\frac{1}{2}$ láb gyújtótávolságú Newton-féle tükörteleszkópot használt. A cső oldalára alkalmazott fotograf-kamara és a fényt reflektáló kis plánparallel üveglemez közé csiszolt ibolyaszínű üveglemezeket helyezett el, hogy a többi sugarakat visszatartsák, és, hogy a netalán mutatkozó reflexiót is kikerülje, kitöltötte a közöket kasztor-olajjal, később pedig felmangán-savaskálium oldattal. Fényérző lemezekül zselatinos lemezeket használt; és, mint-hogy a felvétel ideje igen rövid volt, nélkülözhetette a mozgató óraművet. Ilyformán Huggins jún. 28-ikától szept. 20-ikig a koronának húsz sikerült képét készítette, melyeken még a szerkezete is tisztán kivehető volt. A Napfogyatkozás alkalmával készült képekkel való összehasonlításból kitűnt, hogy amazokon nemcsak a korona alakja, de még a feltűnőbb sugárkévek elhelyezése is ugyanaz, a miből ismét a Huggins-féle módszernek helyességét és hasznavehetőségét lehetett következtetni. Így tehát módunkban van naponként készíteni fotografiákat a koronáról, a mit legczél-szerűbben magas hegyeken lehetne tenni, a hol tiszta a levegő és elég ritka is ahhoz, hogy a korona természetét és változásait megismerhessük. Az említett

napfogyatkozás alkalmával Schuster és Lockyer készítette fotografiáknak régebbi napfogyatkozások képeivel való összehasonlítása valószínűvé teszi, hogy a korona változásoknak van alávetve, melyeknek periodusa a napfoltokéval megegyezik. Végül megemlítendő az 1883. május 6-iki teljes Napfogyatkozás észlelésére Janssen vezetése alatt kiküldött francia expedíció eredményei. Az észlelés helye Carolinasziget volt, a Csendes-oczeánban. Az első figyelemreméltó körülmény az, hogy valamennyi fotografia a koronát nagyobb-nak tüntette fel, mint a milyennek pusztá szemmel látszott, és hogy valamennyin a jelenség alakja ugyanaz volt. Azután ugyanazzal a készülékkel, ugyanolyan lemezeken és ugyanakkora felvételi idő alatt képeket készítettek a telt Holdról, és kiderült, hogy a korona fénye a Holdét felülmulja.

A Nap korongján végbemenő változásoknak, különösen a foltoknak és a fáklyáknak regisztrálására már jó korán használták a fotografiát. Első volt a British Association, mely 1857-ben Kewban rendezett be egy intézetet a foltoknak naponként való felvételére, és jelenleg ugyanaz történik a greenwichi, párizsi, potsdami és a Mauritius-szigeten lévő csillagvizsgálókon, a Schwabe, Spörer, Carrington s mások szubjektív észleleteinek folytatásául. A Napfoltokkal kapcsolatba hozták Földünknek bizonyos mágnesi és meteorológiai tünetényeit. Ezen összefüggés tanulmányozására a foltoknak naponként való fotografiai felvételei igen becses és megbízható anyagot szolgáltatnak. A Nap fizikájára nézve rendkívül fontosak a Janssen által Meudonban (Páris mellett) előállított 15 hüvelyk átmérőjű napfotografiák, melyek a Nap struktúrájának csodálatos és ekkoráig még nem észlelt részleteit tüntették fel. Először Dawes figyelmeztette a tudósokat a foltok félárnyékának — az ú. n. penumbának — vonalozott kinézésére, később Nasmitth feltűnést keltett azon felfedezésével, hogy a Napnak

egész felülete sajátos képletekkel van borítva, melyeket ő összefont fűzfalevelekkel hasonlított össze, végül pedig sikerült Janssen-nek ezt az úgynevezett granulációt a szemmel való észlelés által utól nem érhető meglepő részletességgel és hűséggel lefotografálni. Janssen fotográfiái szerint a Nap csoportokban jelentkező, sokoldalú idomoknak hálózatával van mintegy beborítva. Ez idomok belsejében a granuláció magja élesen határolt, a széleken pedig elmosódott; az utóbbi helyeken épügy, mint a foltok félárnyékában valószínűleg heves mozgás akadályozza a tiszta, éles kép keletkezését.

A Holdon és Napon kívül még a bolygókat is, különösen a Jupitert és a Marsot sikerült lefotografálni; természetes, hogy itt a siker a gyújtópontban keletkező kép kicsinysege miatt korlátozott.

Mint hogy a fotografiai csillagtérképek fontosságát már régen felismerték, hozzá is láttak a csillagoknak, csillagcsoportoknak és csillaghalmazoknak fotográfálásához. A csillagképek készítését, mint említettük, Rutherford alapította meg. Itt sok nehézséget kell legyőzni: először is a hosszú felvételi idő igen pontos óraművet követel, s aztán a csillagok képei olyannyira aprók, hogy a porszemekről alig különböztethetők meg. Hogy tehát a csillagot csillagnak felismerhessük, két képet vesznek fel róla — ugyanazon lemezen, — a mi azáltal érhető el, hogy az első felvétel letelte után a teleszkóp irányát kevéssel megváltoztatják. Ha pedig kis időre megállítjuk az óraművet, akkor a fényesebb csillagok képei apró vonalak lesznek, melyeknek összehasonlítása az idővel, lehetővé teszi, hogy a lemez hosszmeretei szögmértékben kifejeztessenek. Jelenleg a felette érzékeny zselatine-lemezeken még 13. és 14-ed rangú csillagok fotográfiáit is elő tudjuk állítani.

Bond már 1858-ban a csillagok fotografiai és optikai hatályosságának különbségére fordítá figyelmét. Újabban ismét foglalkoztak ezen fontos

tárggyal. Pickering tanár (a Harvard college-en, Massachusetts állam Cambridge városában) meggondolva, mennyire bizonytalan a csillagok rangjának megállapítása a szem segítségével, feladataiúl tűzte ki magának fotometriai méréseken alapuló csillagtérképet készíteni a csillagok fényintenzitásáról. És az összehasonlítás egyik eszközeül a fotográfiát is segítségül véve, Bond a nagy gönczölszekér kettős csillaga (ζ) egyes komponenseinek fényerősségét a fotográfián kapott korongocskák méreteinek meghatározása által igyekezett megállapítani. Hasonlóan járt el Pickering, ki egymástól távol álló csillagokat is összehasonlított egymással. E célból szükséges volt a csillagos ég nagyobb részének képét előállítani ugyanazon a lemezen. — Vannak fotografkészülékek, melyekkel a 60—90°-nyi látás-szög alatt feltűnő tárgyak képei is felvehetők, mint az nagy kiterjedésű épületeknél szükséges, ha a készülék nem állítható fel elég nagy távolságban az épülettől. Ha ilyfajta készülékkel eszünk felvétel a csillagos égről, észre fogjuk venni, hogy a látás-tér szélein lévő képek igen tökéletlenek, és hogy e körülményen csak azáltal lehet segíteni, ha az objektív nyílását kisebbítjük, a mi éppen ez alkalommal azért nagyon káros befolyású, mert e miatt a felvételi időt kellene hosszabbra szabni. Pickeringnek sikerült oly lencsétet szerkeszteni, melyek nagy nyílás mellett, még 20°-nyi látás-mezőnél sem mutattak lényeges eltorzításokat. Óramű nélkül is képes volt igen érzékeny zselatine-lemezeken 5. és 6-od rangú csillagok képeit előállítani. Az Orion-csillagzat fotográfiáján feltűnt neki, hogy az α csillag képe a lemezen felette halovány; pusztá szemmel nézve, majdnem oly fényesnek látszik, mint a β , a fotográfián pedig alig haladja meg a λ csillagot, melyet 3-ad rangúnak becsülnek. Ennek az az oka, hogy az α vörös. A Czetcsillagzat α csillagja kettős; a főcsillag 2.7-ed rangú, kísérője pedig 6.3 rangú, tehát pusztá szemmel alig látható. A fotogra-

fián pedig a kísérő majdnem oly erősnek tűnik fel, mint a főcsillag, a mi ismét abból a körülményből magyarázható meg, hogy az előbbeni sötétkéék, az utóbbi pedig vörösszínű. Ép olyan tanulságos volt az Ég egy bizonyos területén látható és a fotografián lerajzolódtott csillagok számának egymással való összehasonlítása. Így az Orionnak $75-90^\circ$ rektaszczenzió és $+4-5^\circ$ deklináció-területén találtak 16 csillagot, mely mind az optikailag készült katalóguson, mind pedig a fotografián meg volt; körülbelül ugyanannyi — kisebb fajta és vöröses színű — csillag hiányzott a fotografián, de látható volt rajta 5 olyan csillag, mely a katalógusban hiányzott. — Így tehát szükséges, hogy a jövőben az optikai módszer a fotografiát kiegészítse és ilyenkor a nem változó fotografiának több hitelt kell majd adni, mint a változó szemnek.

A *ködfoltoknak* és az *üstökösöknek* fotografálására csak azután lehetett gondolni, mikor a nedves és a közönséges száraz eljárásnál sokkal érzékenyebb fedeztetett fel. A feladat megoldható volt a brómezüstös zselatin-lemezek segítségével. Első volt Draper, kinek 1880. szept. 30-ikán sikerült a »Kaszás csillag«-ban (Orion kardja) pusztá szemmel is látható, nevezetes *ködöt* lefotografozni. Ő óraművel ellátott 11" nyílású Clark-féle refraktort használt; a felvétel ideje 51 percz volt. A fotografia tanúsága szerint a köd legfénylőbb részletei a \odot Orionis, sokszoros csillag közelében vannak, és tisztán látni, hogy fényességük egymáshoz képest különböző. 1881. márczius havában Draper ugyane tárgyról több fotografiát készített; ezek közt legjobban sikerült a márcz. 11-iki 104 percz felvételi idővel. 1882. márcz. 14-ikén készült az a jeles negatív, mely Holden, washingtoni tanárnak az Orion ködéről szóló monografiájában megjelent. Daczára annak, hogy Draper zselatin-lemezeket használt, a felvételi idő még is 2 óra 17 percz volt; de e képen aztán még 14-ed rangú csillagok is meglátszanak. Holden miután az

Orion ködéről 1656-tól mostanig felvett valamennyi rajzot és leírást megbeszélte a fotografiának tudományos becséről, szól, legjobbnak vallva Bondnak (Georges Philipp Bond az előbb nevezettnek fia és utódja) rajzát és leírását, mely 1859-től 1863-ig tartott észleletek eredménye, és végül arra az eredményre jut, hogy a Draper készítette fotografia majdnem minden tekintetben felülmulja amazt a képet. — Drapernek 11 hüvelykes refraktorával még 144 rangú csillagokat is lehetne látni, azon skála szerint, melyet Argellander, a bonni csillagászati intézet néhai igazgatója megállapított. Az említett negatív kép fotografiai másolatain tisztán láthatók a Bond-féle katalógusnak valamennyi 120 rangú csillagai, sőt 139-ed rangúak is. Ezeknek egynémelyike, — melyeket már Bond is változó fényűeknek ismert fel — kisebb-nagyobb relatív fényerőssége által a fotografián is felismerhető, a mely körülményből azt a meggyőződést meríthetni, hogy a fotografia hivatva van nagy szolgálatokat tenni a változó fényű csillagok feltalálása által. Holden behatóan vizsgálta a ködfotografia egyes részleteinek relatív fényerejét és tökéletes megegyezést talált saját fotometriai méréseivel. Innen azt következteti, hogy a Lord Rosse, Bond és Lasselle fáradságos észleletei, melyeket mások hajlandók voltak részben személyes hibáknak tekinteni: valók; és az állítja, hogy a kérdéses köd egyes részei változnak.

1883. jan. 30-ikán A. Ainslie Compton Ealingben, London mellett, hol nagyszerű privát obszervatóriuma van, az ő 091 m. nyílású tükörös teleszkópjával igen jó képet készített ugyanarról a ködről 37 percz felvételi idő alatt. Erről ő következőleg nyilatkozik: »Az elért eredmény azt mutatja, hogy olyan korszak felé közeledünk, melyben a fotografia az ő hű, pontos és utánozhatatlan eljárásával bármely ködnek igazi képét és egyes részeinek relatív fényességét fel fogja tüntetni. Annak konstataciója céljából, vajjon az ilyen égi objek-

tumok alakja és fénye változik-e, össze fognak hasonlítani oly fotografiákat, melyek róluk tetszésszerűen időközönként felvétettek. Úgy látszik nekem, hogy a legjobb, a mit most tehetek, az lesz, ha lehetőleg sok fotografiát készítek, miáltal a jövőben végzendő összehasonlítás alapját vetem meg. A pelyhekként szétszórta, nagy fénytömegek ugyanolyanok, a milyeneknek hatalmas műszerekben látjuk azokat. E ködnek fénye a köd különböző részeiben annyira különböző erejű, hogy a külső részek felvételéhez mért exponálásra a centrális tájék túlexponálnak, mintegy megégettnek látszik. Így 1—3 percnyi felvételi idő a középső, legfényesebb részleteknek igen jó, s egymással könnyen összehasonlítható képeit szolgáltatja. Hosszabb felvételi idő hasonlót eredményez a gyengébb részeket illetőleg. A csillagokkal hasonlóan lehet eljárni. — Az Orionködnek szóban forgó fotografiája 37 perc alatt készült, mert arra volt szánva, hogy ezen nagy kiterjedésű képletnek kevésbé fényes részleteit tűntesse fel. A múlt télen (1882 $\frac{2}{3}$) készített fotografiákat egymással összehasonlítva, észrevettem, hogy a Bond-féle katalógus 822. sz. csillaga, mely ott 10·7 rangúnak van felvéve, bizonyos változásoknak van alávetve: Jan. 5-ikén sokkal gyengébb volt mint a 707. sz., mely 11·2 rangú; ellenben a decemberi fotografiákon erősebb a 784. számúnál (10·8 rangú) és márcz. 4-ikén még fényesebbnek látszik, majdnem olyanak mint a 724. számú (10·5 rangú) csillag. Így tehát az égbolt ezen tájékának több csillagát változónak lehet tartani«. A Royal Astronomical Society Commont az asztronómiai fotografia terén szerzett érdemeik elismerésül aranyéremmel tüntette ki 1884 kezdetén.

Az *üstökösök* fotografálását illetőleg már említettük, hogy Warren de la Rue már 1858-ban tett kísérletet a Donati-féle üstökössel, de sikertelenül. Az első üstökösfotografia Janssen-nek, a francia csillagásznak sikerült, ki az 1881-iki szép júniusi üstököst Meudonban fo-

tografózta le. Janssen zselatine lemezeket használt s egy általa szerkesztett nagyon erős (0·50 méter nyílású és csak 1·6 méter gyújtótávolságú) tükröteleszkóppal $\frac{1}{2}$ órai exponálás után jó képet kapott, melyen a csóva hossza 2 $\frac{1}{2}$ foknyinak látszott, és mely arról lett nevezetes, hogy rajta a fény eloszlása az optikaitól eltért. Hogy az üstökös fényéről más csillaghoz képest magának fogalmat szerezzen, Janssen ugyanazzal a készülékkel hasonló lemezeket lefotografózta a telt Holdat, és azon volt, hogy a felvételi idő változtatásával a Holdról és az üstökösnek azon részéről, mely a magtól 1^o-nyira volt, a csóva szélén egyforma benyomást kapjon. Ilyen eljárással úgy találta, hogy a gyenge fényű üstökös $\frac{1}{2}$ óra alatt éppen olyan nyomot hagy, mint a Hold $\frac{1}{180}$ — $\frac{1}{150}$ másodperc alatt, a miből azt következtette, hogy a Hold fénye 300,000-szer erősebb az üstökös fényénél.

Miután ez sikerült, megpróbálták az ugyanazon év szeptember havában megjelent üstököst is lefotografózni. Ezt Gill, a fokföldi csillagvizsgáló jelenlegi igazgatója okt. 19-ikétől nov. 14-ikig fényes sikerrel fotografózta; különösen meglepő az általa használt eszközök egyszerűsége. Volt ugyanis 2 $\frac{1}{2}$ " nyílású és 11" gyújtótávólú közönséges lencserendszer, a melyt az üstökösök használnak személyfelvételeknél. Ezt odaerősíté egy óraművel bíró nagy teleszkóp oldalához, és, hogy az óramű tökéletlenségéből meg az üstökös saját mozgásából netalán eredő hibát kikerülje, a főteleszkóp állását folyton úgy igazította, hogy az üstökös magja a hajszálkereszt középpontjából ki nem mozdult. A felvételi idő 30 és 140 perc között változott. A képeken az üstökösön kívül a Lalande- és Stone-féle katalógus valamennyi csillaga, s azon felül még 9-ed rangúak is feltűnően tisztán meglátszanak. Magában az üstökös csóvájában 50-nél több csillag számlálható. Csupán a képek szélén álló csillagok látszanak kiszélesítve, mely eltorzítás a személyek felvételére szánt készülék hibája, a min

nagyobb gyűjtőtávolságú lencsékkel segíteni lehet. Ezek alapján azt reméli Gill, hogy már most lehetséges lesz közvetlenül a fotográfia segítségével készíteni csillagterképeket. M o u c h e z tengernagy, a párizsi csillagvizsgáló igazgatója legszebbeknek állítja a Gill-féle fotográfiákat mindazok között, melyek akkoráig az akadémiának beküldettek. Végül még meg kell említeni, hogy az 1882. május 17-iki, angolok, francziák és olaszok által Sohagban (Felső-Egyiptom) megfigyelt teljes napfogyatkozás alkalmával a fotográfia segítségével egy üstökösöt fedeztek fel a Napnak közvetlen közelében. Ugyanis Dr. S c h u s t e r a koronáról 3 fotográfiát készített, melyeken minden kétséget kizáró módon felismerhető egy üstökös, a mi egyszerűs mind magyarázatát adja, az algieri csillagvizsgáló igazgatója, T r é p i e d felfedezésének, ki ugyanakkor egy feltűnő, lefelé görbülő és a koronához nem tartozó sugárkévét vett észre.

Végül megemlítendő még az is, hogy az álló csillagok, ködfoltok és üstökösök gyenge *spektrumait* is sikerült lefotografálni, miáltal az ibolyán túl levő sugaraiknak tanulmányozása is lehetségessé vált. E téren különösen az angol H u g g i n s és az amerikai D r a p e r szereztek maguknak nagy érdemeket.

E rövid áttekintésből látni, hogy a fotográfia ma az asztronómia leghathatósabb segédeszközeinek egyike, és, hogy folyton előre haladva, az égboltnak valamennyi objektumára kiterjeszkedett.

Első alkalmazása óta persze a fotográfia maga is roppant átalakuláson ment keresztül. Mekkora különbség a jelenlegi és az 1839-ik év eredményei közt, a mikor A r a g o a párizsi akadémia díszülésén Daguer-nek »fényrajzoló« találmányát az egész világnak szóló ajánlékként nyilvánosságra hozta! — Még akkor egy személy felvétele 20 percet igényelt; ma erre, zselatin-lemezt használva, azon időnek alig 1200-ad része elegendő. A tökéletesség netovábbját azonban, mely abban állana, hogy, szemünk reczeshártyájának módjára, bármely gyenge fényű csillag képét is valóban egy pillanat alatt megadná, még el nem érte. De lehetséges, hogy nincsen távol az az idő, midőn a csillagász fotográfia segítségével fogja az apró bolygókat felfedezni, midőn a helyett, hogy messzelátójával hónapokon át észlelve jó és rossz időben valami csillaghalmazt, azt lefotografozza és a mérést dolgozó szobájában végzi el; midőn fotográfiai úton készült csillagterképében az Égnek oly hű képét szerzi meg, mely a későbbi nemzedékeknek lehetővé fogja tenni annak az eldöntését, vajjon a változatlanak vélt csillagsereg igazán az-e, vagy nem; — midőn az érzékeny lemez segítségével új csillagokat fedez fel, olyanokat, melyeket ember szem soha sem fog meglátni; — szóval: bizvást remélhetjük, hogy a csillagászati észleléseknél nem nagy idő múlva a fotográfia fogja átvenni a szem szerepét!

DR. WEINER LÁSZLÓ.

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

CSILLAGTAN.

(10.) A HŐMÉRSÉKLET NÁLUNK A FAGYOS SZENTEK IDEJÉBEN? Midőn tavál B e b b e r, a hamburgi Seewarte meteorológusa, a bécsi meteorológiai folyóiratban* A s s z m a n n,

* Oesterr. Zeitschr. f. Meteorologie. 1883. évf. 145. és köv. l.

B e z o l d és saját számításainak eredményét ismertette, különösnek tett azon tétel, hogy nálunk, jelesen az Alföldön május 11—15-ike között, éppen az úgynevezett fagyos szentek idején, feltűnő magas hőmérséklet uralkodnék. Mihelyt teendőim en-



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.