

test szerepelt, az elemek sorozatából kiküszöbölve, három új elemmel kell pótolni. — Az uralium és vespium léte ugyan még kétes, de a norvegium és az actinium elemeknek a sorozatba való felvétele ellen semmi sem gördít akadályt.

Ha csak a kétségen kívül helyezett új elemeket vesszük be a sorozatba, úgy jelenleg összesen 69 elemünk van; a még többékevésbé kétes elemek tekintetbe vételével pedig számuk 76-ra emelkedik.

Alig szenved kétséget, hogy még ezekkel sincs a tényleg létező elemek száma bezárva, és valószínű, hogy a buvárlati chemiának e terén is számos fölfedezést várhatunk. DR. RING ÁRMIN.

XXVIII. A FIZIKAI CSILLAGÁSZAT MÓDSZEREIRŐL.

Janssen elnöki beszéde az Association française ez évi vándorgyűlésén, La Rochelleben

Megkísértem a következőkben egy oly tudomány haladásának és befolyásának nagy vonásokban rajzolt képét adni, melynek nagy része van a jelenkori tudományos mozgalmakban és a melynek felfedezései nemcsak csillagászati ismereteinket hozták forradalomba, hanem a bölcsészetnek is új és nem is sejtett látókört nyitottak. A fizikai csillagászatról beszélek.

A fizikai csillagászat teljesen új, sőt java részében jelenkori tudomány. Nem mintha tárgya miatt igen réginek nem tekinthetnők. Tényleg a legrégebbi időtől fogva, midőn az emberek először tekintettek az égre és első észleleteikkel a természet felőli első elmélgedések is megszülettek, kérdezték: mi az a Nap, mely oly korán mutatkozott óriási és jóltevő szerepében a természet lelkeként. Kérdezték, mi lehet az ok, melytől a Hold azt az édes és titokzatos fényt kapja, a mely a kelet éjeinek azt a költészeti varázst kölcsönzi; és végre mennyi kérdést vetettek fel azok az égboltozaton elszórt ragyogó pontok?

Mindezen kérdéseket veti fel ismét tudományunk; de hány ember volt képes akkor azokhoz hozzászólni! Épen csak a fátyol sarkának fellebentéséhez századok észleleteire és hosszas munkájára volt szükségünk.

Tényleg, a fizikai csillagászat a fény sajátságainak igen alapos ismeretét tételezi fel, akár csak magában, akár testekkel való viszonyában vizsgáljuk; feltételezi, hogy a mechanikai művészetek oly tökéletesek legyenek, hogy eszközöket létesítsenek, melyek egyidejűleg óriásiak is szabatosak is a megkívántató mértékben. A mozgások csillagászata ellenben jó szemnél és igen egyszerű eszközöknél nem kíván egyebet. Ez az, a mit az első csillagászok használtak.

Később a tudomány elhagyta a tisztán leíró állapotot, geometriaiá lett és végre nagy lendületet vett; a felsőbb mennyiségtan alkalmazásával az ég mechanikájának birtokába jöttünk.

Ezen hosszú időben, szorosán véve, nem volt e tudománynak fizikai ága. Néhány be nem bizonyítható hipotézisre szorítkozván, az ég fizikájának elméletei jóformán elvesztették hitelüket. El kell azonban ismernünk, hogy azon felfedezések szépsége és fontossága, melyekkel a geometria művelői e tudománynak idősb testvérét megajándékozták, nem kevésbé járultak hozzá ehhez az eredményhez.

Három nagy találmány teljesen megváltoztatta a helyzetet, a fizikának oly fegyvereket adva, melyekkel győzedelmesen léphetett a síkra. Értem a

messzelátókat, a színképelemzést és a fotográfiát.

A *messzelátó* felfedezése rakta le a fizikai csillagászat első alapköveit. Mindenki ismeri a felindulást, melybe Európa jutott azon eszköz felfedezésének hírére, melylyel a távoli tárgyakat úgy leheté feltüntetni, mintha közel volnának. Galilei volt az, ki pusztán a műszer létének hírére, felfedezte szerkezetét, elkészítette, az égre irányozta, és ezen hatalmas segítséggel lángesze az alapvető felfedezések egész sorát tette meg. Ezen felfedezések főképp a fizikai csillagászatba tartoztak és annak első alapkövei voltak.

Ha ugyanis a Napot és Holdat nem vesszük számba, melyeknek igen érezhető átmérőjük van és melyek ezért némely észleletre messzelátó nélkül is alkalmasak, a többi csillag mind fénylő pontnak látszik és így a mozgásuk tanulmányozása sem lehetséges. A csillagászat messzelátók nélkül csakis annak a valószínűségére következtetett volna, hogy a látott bolygók alakra, szervezetre és szerepre a Földhöz hasonló csillagok.

A mint azonban látták, hogy e ragyogó, mintegy lángoló pontok a messzelátóban élesen körvonalozott tányéralakot mutatnak, a szárazföldnek, felhőknek jeleivel; a midőn konstatálhatták, hogy e gömbök körül holdak vannak, melyek ugyanazon szerepet játsszák, mint a mi Holdunk a Földhöz való viszonyában: akkor a valószínűség eklatans bizonyossággá lőn.

Tehát a messzelátók világosították fel végleg a naprendszer szerkezetét és jelölték ki a Föld mozgását és helyét a bolygók családjában. Ugyanakkor a napfoltok és a Nap forgásának felfedezése teljessé tette a naprendszer ismeretét, és képződésének elméletét is elősegítette.

Ime egy teljesen meghatározott fázis az emberiségnek a mindenségről való eszméinek történetében, melyet Galilei nagy neve jellemez.

Lehet innen közvetlenül tovább mennünk? Lehet-e vizsgálnunk a csillagok pályáját, és kutatnunk, mint a Napnál, vajjon van-e érezhető tányérjuk, vannak-e foltjaik, van-e forgásuk, mozognak-e körültek bolygók, szóval kiterjeszthetjük-e a naprendszerről szerzett ismereteinket a csillagos univerzumra? E módszer ezt már nem engedi meg.

Valóban az tűnik ki a parallaxisok szép méréseiből, hogy a legközelebbi álló csillag tőlünk még Naptól való távolunk 200,000-szeresénél is távolabbra van. Oly messzelátóra volna tehát szükségünk, melynek nagyítása 200,000-szernél több, hogy egy csillagot a legkedvezőbb körülmények közt akkora átmérővel lássunk, mint a mekkorának a Napé szabad szemmel látszik. Ez az eddig elért és még használható legnagyobb nagyításnak 100-szorosát tételezi fel.

Kényszerítve vagyunk tehát rendszerünk határaiban maradni, vagy csak analogia útján haladni, ha el akarjuk hagyni. Igaz, hogy ezen analogiákat már Copernicus és Galilei tette hatalmasakká, de azoknak Kirchhoff és Huggins egyszerre ellenállhatatlan erőt adtak. Azonban a természet majdnem mindig megőriz a szorgalmas és éles elméjű észlelő számára oly meglepetéseket, melyek reményeit túlhaladják.

És tényleg, míg a látható csillagoknak, mint részleges világoknak tanulmányozását abbahagyták, addig egy nagy észlelő egészen általános érvényű tényeket fedezett fel.

Ez a messzelátók korának egy második szakaszához vezet, melyet a nagy Herschel észleletei jellemeznek. Herschel ugyanis az eszköz alakját megváltoztatva, olyant készített, melylyel az elérni szándékoltt nagyítást inkább valósíthatta meg. A ködfoltokról tett óriási tanulmányai, a sokszoros csillagok felfedezésével, melyek egyike a másik körül kering, megvetette a többszörös középponttal bíró

világok elméletének alapját. Egészen új ismeret, mely nem következett a naprendszeréről elfogadottból és mely sokkal általánosabb.

A probléma tehát szélső pontjaiban megoldatott. A köztük levő hézag annál szembeötlőbbé vált.

A természettani csillagászat első szakaszát — mint láttuk — Galilei szerény messzelátója ünnepélyesen megnyitotta és mondhatjuk, hogy azt Herschel nagy teleszkópjai megőrsítették.

Már e század elején, mikor Selouge éppen elvégezte nagy szemlélését az égen, érezték, hogy itt az aratás majdnem befejeztetett és a haladásra más eszközt kerestek.

Arago azt hitte, hogy Malus felfedezésében, melyet ő kitűnően továbbfejlesztett, ezt az eszközt megtalálta. Ő mindenképp iparkodott, hogy a polarizációval a természettani csillagászatban új korszakot alkosson. Azonban az eredmény nem felelt meg várákozásának.

A nagy fizikustól kigondolt néhány szép alkalmazás után a felfedezések megakadtak. Ma a polariskópi módszer egyébre nem szolgál, mint hogy a reflexió és emissió tüneteit megkülönböztethessük.

Egészen másképp áll a dolog egy más módszerrel, melynek eredete szerintünk az optikának magának eredetéig ér vissza. Ez is a testeknek a fényre való hatásában gyökerezik, de a létrehozott változtatásoknak gazdagságával és mélységével az anyagon, mely csak általános tulajdonait mutatja, áthathat annak tiszta egyéniségéig, t. i. kémiai jelleméig.

Az elv, mely a *színképelemzés* módszerének alapja, ép oly egyszerű mint a mily általános, és ekképp fejezhető ki: Az elemi sugarak, melyeket minden gázalakú világító anyag kibocsát, függenek annak kémiai jellemétől és azok reá nézve jellemzők. Innen következik, hogy valamely test kibocsátotta sugárnyaláb analiziséből támadó spektrum más

meg más a test kémiai természete szerint. Tényleg a spektrumok megismerésén alapul a színképelemzés.

Szükséges még ehhez hozzáfűgesztenünk, hogy valamely test kémiai természete spektruma alkatának nem kizárólagos eleme; ezen alkat a tünetmény fizikai körülményeivel is változhat: a nyomással, hőfokkal, a sugárzás szülőkoka szerint stb; de ezek alárendelt körülmények, melyek a módszert gazdagítják a nélkül, hogy az biztonságát és jellemét vesztené.

Már most hogyan léphetjük át azon óriási távot, mely a testnek általános tulajdonai szerint megítélt ismeretét azon ismerettől elválasztja, melyet a kémiai jellem megalkotásáig egyénített testről nyerünk. A mód a fény vizsgálata, nemcsak egészében, hanem elemeiben is; azaz tanulmányozva nem pusztán az egész nyalábot azon általános módokkációkban, melyeken átmehet, hanem vizsgálva azt egészen az alkotó elemi sugarakig. A midőn az anyag azon kis tömege, mely a kémiai molekulát alkotja, szabadon rezeghet, a mint ez a gázalakban történhetik, sajátos hullámrendszert hoz létre, mely főképp ezen molekula kémiai jellemétől függ, s a mely a molekulák kölcsönös távolával, a rezgő mozgásra készítő erő intenzitásával stb. még változik, de — mint azt könnyen előreláthatjuk — csak másodsorban. Hogy erről képet szerezzünk, nem jövünk-e mintegy akaratlanul az ezen molekulák által kibocsátott fénysugarak rendszerének a rezgő húr adta hangok rendszerével való összehasonlítására, amely első sorban szintén a húr hosszától függ és másod sorban a térfogattól, a szerkezettől és a rezgést kísérő többi körülménytől? Már most észre kell vennünk, hogy ha így szétbontjuk a sugarat, hogy elemeiben észleljük, hasonló módon járunk el mint a chemikus, ki az egyszerű elemeket leválasztja az összetett testből. Az elemi sugár a fénynek kémiai jelleme. Ennek minden jellemvonása meg van benne:

többé fel nem bontható, tiszta egyénisége van, melyet hullámhosszasága, az általa akár magában akár más sugarak társaságában előidézett fiziológiai hatások, a testekkel való viszonyában fellépő tünetmények jellemeznek. A fény nyel tehát úgy járva el mint a testekkel: ama két tudományt egymáshoz közelítettük. A fény nyel való kémiai elemzés *lehetsége* föl volt fődözve azon a napon, melyen a fényben a sugarak kémiai fajtaít figyelembe vették.

Ámde a fénysugarak szétválasztásának ezen nagy eszméje Newtontól ered. A tudomány abban a pillanatban jutott annak birtokába, melyben e lángész, tán a legnagyobb mindannyi közt, kik az emberiség eszméjét ragyogóvá tették, a hasáb hatását a fehér fényre megmagyarázta. Igenis; a színeképelemzés azon a napon megkapta erős alapját és azonnal hozzáláthattak volna tanulmányozásához. De az emberi szellem nem halad eléggé átható és független logikával; a helyes pillanatban felhagyott a gonddal, hogy az eláruló tények egymásutáni és gyakran esetleges ismeretét megszerezze. De a mikor ezen tények jelentkeztek, majdnem azt kell mondanunk, hogy az experimentálók geniejének daczára is kitűnt volna valódi jelentésök, ha Newton nagy eszméje saját fényével nem is világította volna meg őket. A sugarak egyéniségének ismerete felfogásunkban annyira meggyökerezett, hogy tudunk nélkül meghozta gyümölcsét. A történetnek azonban, melynek vissza kell mennie az eredetig, kötelessége minden oknak, mely valamely eseménynek létrejöttére befolyással volt, kimutatni a maga részét és helyét. Ez végre is legkevésbé sem kisebbíti csodálatunkat a kitűnő eszközök teremtoi iránt. Annak, a mi lehetőségképen szunyadt, ők adtak testet és életet és így ők tűnnek fel Newton méltó utódaiként.

Tudjuk, hogy a színeképelemzés a tudományban rögtöni módon tűnt fel.

Még emléksünk azon felindulásra, mely az egyszerre felmerülő hírre,

hogy a Nap légkörét chemiailag elemezték és a benne foglalt fémeket összeállították: mindenkit elfogott. De eléggé ismeretes a tudományok története, hogy belássuk, hogy oly tökéletes módszer, mint melyet most megismertünk, nem támadhatott előzmények nélkül. És valóban vannak, még pedig számos előzményei. Azon munkálatokhoz, melyek a módszer végleges elkészítéséhez járultak, tényleg John Herschel, Talbot, Miller, Wheatstone, Swan, Masson, Foucault mások nevei kapcsolódnak. De Kirchoff és Bunsen mind ezen eredményeket összetudták állítani és a módszert megalkották általános és használható alakjában. Végre is munkájukat a legjobb eszközzel szentesítették, saját felfedezéseikkel. Midőn a színeképi elemzés a tudományos világ elé lépett, egyik kezében a coesiumot és rubidiumot, másik kezében azon fémek lajstromát tartotta, melyeket 140 millió kilométernyi távra levő csillagokban felismertek. Csodálkozhatunk-e tehát a lelkes fogadtatáson?

A folytatás a csodálatos kezdethez méltó volt. De a kitűnő szerzők kétség nélkül úgy gondolkoztak, hogy az ő munkájuk befejezett és hogy részök elég szép, és kárpótolták magokat a szakadatlanul következő alkalkalmazásokkal.

A módszer feltünésekor azt hitték, hogy a gáz fehér izzása a színválasztó abszorpczió feltételeinek egyike. Egy francia fizikus úgy vélekedvén, hogy a tünetmény inkább a gázalakú halmazállapottól mint a hőfoktól függ, arra a gondolatra jött, hogy a Föld légkörét kellene úgy vizsgálnunk, mint azt vizsgáltuk, melyet a Nap körül felveszünk; és ő valóban kimutatta, hogy a Nap spektrumában sötét és finom vonalak fordulnak elő, melyek részben a Naptól erednek, részben azonban a mi légkörünk hatására vezetendők vissza. Már Brewster észlelte, hogy napfelkeltekor és lenyugvásakor annak spektrumában sötét szalagok támad-

nak, de a kitünő angol fizikus eszközében a szalagok épen nappal egészen eltűntek. Ugyancsak Brewster és kitünő munkatársa, Gladstone, egyik 1860-ban megjelent értekezésében kijelentik, hogy a tünemény okáról nem akarnak itélni.

Légkörünknek ezen színválasztó abszorpczióját még jobban kimutatta az a kísérlet, melyet a Genfi-tavon tettek, s melynél az abszorbeált sugarakat egy máglya fényétől kapták; e fénysugarak 21 kilométernyi útjokban a Genfi-tó felett mentek át.

Vége a Villette-i gyártelepben tett kísérletnél egy 7 légnyomású gőzzel telt és 37 méternyi hosszú csővel megmutatták, hogy a vízgőznek igen teljes, színválasztó abszorpczió-spektruma van és hogy légkörünk abszorpczió-tüneménye első sorban a vízgőz hatásának tulajdonítandó.

Ezen észleletek és kísérletek a kutatásnak a színképelemzés feltárta mezéjét megkettőztették. Nemcsak a Nap és csillagok izzásban levő légkörei képesek természetöket és összetételöket elárulni: kiterjeszthetjük vizsgálatainkat oly tárgyakra is, melyek reánk nézve még nagyobb érdekűek; tárgyul mindjárt levegőnket magát vehetjük, melynek magas és elérhetetlen rétegeit tanulmányozva, analíziseket végezhetünk, melyeket semmi más módon meg nem kísérhetünk. Elhagyva továbbá a Földet, a bolygók légkörét kutathatjuk; kereshetjük benne a vízgőzt és ezzel a földi élet kifejlődésének első feltételeit. A bolygók légköreinek összetételét összevetve azon csillagászati körülményekkel, melyekből felületük geológiai feltételeit ítélni lehet, következtethetünk még azon légköri evolúziókra, melyek a Földre nézve a multba vagy a jövőbe tartoznak. Végre, ha a bolygók légkörének tanulmányozása tökéletesebb lesz, megmutathatja nekünk, vajjon levegőnk mindenütt előforduló típus-e, mikor is összetétele a lények lététől elválaszthatatlannak tűnik fel; vagy ellenkezőleg kimutat-

hatja, vajjon különböző légköri összetételek konstatálása által odajutunk-e, hogy az élet megjelenését és kifejlődését lényegesen különböző közegekben is megengedjük.

De nemcsak a bolygó-csillagok engedik meg ezen alkalmazásokat. Vannak még más csillagok is, melyeknek spektrumában a vízgőz jellemvonásai megvannak. Hogy azonban a vizet alkotó gázok összevegyülhessenek és így gőzét is képezhessék, főleg szükséges, hogy a csillag légköre kihűlt legyen. Napunk még távol van ezen kritikus állapottól. Azon körülmény igen figyelemre méltó, hogy a sárga és különösen a vörös csillagok ilyen jelleműek. Így tehát a spektroszkóp arra is szolgál, hogy körülbelül megmutassa valamely Napnak korát és mérje meg a már megtett útjának hosszát.

Míg ezek Franciaországban történtek, addig a színképelemzés Angliában azon állapotban, melyben felfedezői szerkesztették, kitünő felfedezésekre vezetett. Miller és Huggins a csillagok tanulmányozását megkezdték és valamennyi vizsgált csillagnál ismét megtalálták különféle társulásban a Nap elemeit.

Ezen eredménynek nagyszerű filozófiai hatása volt, mert bizonyította, hogy az anyag, mely a Nap világát, és az, mely a csillagokat képezi, ugyanazon elemekből áll. Ez volt a világ anyagi egységének bebizonyítása. De még továbbmegyünk. Vannak csillagok, melyek a látható universum határain látszanak lenni és melyeknek fénye, az óriási út miatt, melyen át kell haladnia, hogy hozzánk eljusson, annyira gyengített, hogy azok csak halvány csillámlásként tűnnek fel. Huggins folytatva analízisét, kimutatta, hogy a ködöknek egész osztálya van, mely többé nem bontható fel egyes csillagokra; ezek izzó gázokból alkotvák, melyek közt a hidrogén mutatkozik első sorban; ez tehát az universum alkotásában főszerepet látszik vinni.

A chemia tehát nemcsak a mi középponti csillagunkat és bolygóit érheti el, melyek mintegy a mi családjunkat képezik, hanem az egész látható univerzumot, még az oly távoli csillagokat is, melyeket leghatalmasb messzelátóink sem képesek érezhető átmérővel mutatni; elérheti a ködfoltokat, melyek eszközeinkben csak gyenge csillámlásként tűnnek fel; analízisünk megragadja őket és bebizonyítja, hogy valamennyi anyag egy és ugyanaz, hogy valamennyi csillag ugyanazon elemekből áll, melyek minket is alkotnak.

De még többet érünk el. Olyan nagy távban, és a ködfoltok határozatlan, bizonytalan alakjánál fogva nem tanulmányozhatjuk szigorúan a mozgásokat és nem dönthetjük el, vajjon azon távoli határokon is áll-e még a nehézkedés nagy törvénye. Itt azonban a chemia jó a mechanika segítségére és bátran állíthatjuk, hogy az az anyag, mely a mienkkel azonos, épen úgy alá van vetve a nehézség törvényének mint ez. Bizony! mikor Newton a fehér fénynyalábot felbontotta és a spektrum elméletének első alapját megvetette, távolról sem sejtette, hogy nagy nehézkedési törvénye jóval későbbben itt találandó szárnyakat, melyek elviszik oly régiókba, hol minden mérés elhagy és minden számítás erőtelen.

A színképelemzés, miután így az egész mindenségben néhány év alatt átfutott és az épen elsorolt nagyszerű eredményekre jutott, visszatért kiindulása pontjához, a Naphoz, és ennek fogatkozásaival foglalkozott.

Ismeretes, hogy a fogatkozásoknál a felette szép, de rendkívüli tünetmények egész sora mutatkozik, melyek mindaddig magyarázat nélkül maradtak.

A rózsaszínű, bizarr alakú protuberanciák, melyek a Hold elsötétítette Nap szélét körülveszik, a pompás aurora, a glóriát képező és óriási messzeségre terjedő sugarak, mind ugyanannyi rejtély voltak a csillagászok előtt, egész 1868-ig.

Akkor volt e század egyik leg-

nagyobb napfogyatkozása. Abban a pillanatban, melyben az ég maga kínálkozott, hogy annyi szép titkát elárulja, a Nap mintegy meghívott bennünket, hogy csodálatos szerkezetét tanulmányozzuk.

A fogatkozást megfigyelték és az eredmény túlhaladta az általános várakozást. A protuberanciák természete közvetlenül ismeretessé vált, sőt még oly módszerre is akadtak, melylyel e tünetemény mindennap észlelhető és nem kell többé a fogatkozások oly ritka alkalmaira várakozni. Azonkívül e módszer a chromoszférikus atmosféra felfedezésére is vezetett, mely kiegészíti és megmagyarázza a protuberanciák körét. Ez első eredményeket úgy fejezhetjük ki, hogy: *Herschel* és *Argo* Napjához, mely középponti magból és világító burokból, a fotoszférából állott, hozzájött a főképp izzó hidrogénből álló réteg. Ezen, a fotoszférával közvetlenül érintkezésben levő réteg igen vékony, csak 8—12"-nyi vastagságú; itt törnek elő kisebb mértékben a fotoszférából jövő fémgökök, melyek közt a magnézium és calcium túlnyomók. De gyakran és főleg a napfoltok bőségének epochájában a napgömbön iszonyú hidrogén-erupciók támadnak, melyek ezen rétegen is áthatolnak és 20,000—30,000 mfdnyi magasságra emelkednek. Ezek az erupciók a teljes napfogyatkozás protuberanciái, melyeknek így természetét felismertük és alakjukat teljesen megmagyaráztuk.

A mi a koronát és az említett legkülsőbb tüneteményeket illeti, azok egy következő napfogyatkozáskor voltak a tanulmány tárgyai.

1871-ben a francia észleletek ki-mutatták, hogy a korona egy újabb légkör a Napon. Igen ritka, roppant terjedelmű atmosféra ez, melyben szintén a hidrogén uralkodik, bár még eddig meg nem fejtett színképi jelenségeket is mutat. Ez az atmosféra látszik eszközölni azon tünetemények egy

részét is, melyek a protuberanciális erupcióknál feltűnnek, ez atmoszférán áthatnak és kialudva belsejébe visszaesnek.

Lehetségesnek látszik, a mint már az értekező maga is kimondta, hogy a korona alakjának a Nap külső tevékenysége állapotával változnia kell. Ha aztán a foltok maximumának idejekor a protuberanciális kitörések teljes tevékenységökben vannak, ezen atmoszférát át kell barázdálnia azon sok kitörésbeli produktumnak, melyek kiterjedését és sűrűségét nagyobbítják és képét megváltoztatják. E véleményt az utolsó, Egyiptomban megfigyelt napfogyatkozás egyik észlelője is megerősítette.

A fizikai csillagászat ezen rövid átnézetét bevégezem, megemlékezve még néhány szóval azon művészetről, mely jelenleg minden tudományos tanulmányunkat valóban figyelemre méltóan segíti: értem a *fotografiát*.

Régi és első tárgyát tekintve, a fotografia célja volt a sötét kamara képeit állandósítani. De mai célja és eszközei már jóval kiterjedtebbek. Itt csak azon segítségre és alkalmazásokra térünk ki, melyeket tőle a fizikai csillagászat várhat. — A fényképészetet az ég tudományára először Franciaországban alkalmazták. Azon csillagképe, mely először rögzítettett a *daguerrei* lemezre, a Nap képe volt; a kivitel azoknak kell tulajdonítanunk, kik a fénynek a földön való sebességének mérésére szolgáló, csodálatra méltó eljárást is szerezték, t. i. *F i z e a u-nak* és *F o u c a u l t-nak*.

Kevéssel aztán az Egyesült-Államokban a Hold képét fotografolták. Ezen első kísérletet után a munkák egész sora következett, melynek tárgyai főleg a Nap és a Hold voltak. Mindenki ismeri a Holdnak *W a r r e n d e l a R u e* és főkép *R u t h e r f o r d* megkísérlette fényképeit. Több csillagvizsgáló intézetben a Napot foltjaira és fáklyáira való tekintettel rendszeren fotografozták. Nemrég *R u t h e r-*

f o r d és *G o u l d* elkezdtek az égi térképek elkészítését és a legutóbbi időben New-Yorkban (*Draper*) és Meudonban az Orionkődöt fotografolták.

Mindezen munkálatok igen jelentékenyek, és a csillagászati fotografozás egyik első tárgyára vonatkoznak; arra, hogy a csillagoknak és a rajtok mutató tüneményeknek tartós és hű képeit kapjuk, melyek tanulmányozásra és legvégső mérésekre használatnak. Eddig az észlelők valamely tünemény emlékét csak az emlékezett, az írott leírás vagy rajz útján őrizhették meg. A fotografozás ezek helyébe a tüneménynek materiális képét helyezte; tagadhatatlanul csodálatos művészet, mely megakadályozza valamely tünemény eltűnését, a múltnak birodalmába lépését, és megtartja számunkra mindig a jelenben, hogy vizsgálhassuk és tanulmányozhassuk. De bármilyen legyen is ezen eredmények jelentősége, az utolsó, kivált a Napot illető munkálatok, melyeket a fotografia szolgáltatott, azt is kimutatták, hogy ezen módszer a csillagvizsgáló intézetben a felfedezés eszközeként is szerepelhet.

A Napnak az utóbbi években Meudonban előállított nagy képei oly tüneményeket mutattak felületén, melyeket a csillagvizsgáló intézet nagy messzelátói nem mutathattak, és melyek ezen tanulmányoknak egészen új tért nyitottak; segélyekkel a fotoszféra elemeinek, melyekről annyi különbözőt és ellenmondót állítottak, valódi alakját ismertük meg. Ezen elemeket valami, a külső erők hatásának könnyen engedő, folyékony anyag alkotja. A relatív nyugalom pontjaiban a fotoszféra anyaga többé-kevésbé gömbalakú és általános granulációt mutat; ellenben mindenütt, a hol folyamok lépnek fel, vagy az anyag erősebb mozgásban van: a granulált elemek kisebb-nagyobb mértékben széthúzóttak, rizsszemek, fűzlevelek alakját mutatják, sőt még szálalakúak is.

Azon rétegek azonban, melyekben

a fotoszféra erősebben mozog, csekély kiterjedésűek. Közben-közben a granulált alakot észleljük. Ezen sajátságos alkotásból kitűnik, hogy a Nap felülete hálóalakú, mely háló csokrait többé-kevésbé szabályos, köralakú szemek képezik; a közökben széthuzott és minden irányban megnyúlt testek mutatkoznak.

Ezen különös tünemény figyelmes tanulmányozása egyszerű magyarázatra vezet. Mint említettük, a világító anyagnak, melynek a Nap sugárzó tehetsége tulajdonítandó, rétege igen vékony. Ha ez teljes egyensúlyban van, az alkotó folyékony anyag a Nap magva körül folytonos burkot képez, a granulált elemek összezavarvák és a Nap felülete mindenütt egyenletes fényességű. De a felszálló forrongások, melyeket a fémgőzők és hidrogén-protuberanciák képeznek, az egyensúlyt számos ponton lerontják, és a folyékony anyag a szerint törekszik alakot ölteni. Így azt jobban vagy kevésbé észrevehető darabokra törve és elosztva találjuk. Ott, hol a háborgató erők a fotoszféra elemeit relatív nyugalomban hagyják, ezek többé-kevésbé határozott gömbalakot öltenek; ellenben azon pontokon, a hol felszálló folyamok támadnak, ezen elemek a hatásnak, melynek alávetvék, erősségét külsejükön mutatják. Innen a fotoszfériai elemek annyira változatos alakjai, melyekről oly sokat vitatkoztak. Evvel fejtjük meg még a nap hálószerű szerkezetét, melyet a fotografia tüntetett ki.

E képek egyszersmind azon nagy különbséget is feltárják, mely a fotoszféra elemeinek világító képessége közt van, valamint a közeget, melyben támadnak és mely szélein teljesen sötétnek látszik. Ezen szerkezetből, tekintettel az elemek számára és fényére, következik, hogy a Nap sugárzó képessége is ugyanily viszonyban változik. A foltokat csakis azon változások főelemeinek tekinthetjük, melyeket a Nap fénye, világossága szenvedhet; jövőben ezen új tényezőt is, melynek hatása esetleg túlnyomó, tekintetbe kell vennünk.

Még egy tanulmányt engedtek meg a fényképek, mely a legnagyobb jelentőségű eredményeket igéri és azon mozgásokban áll, melyeknek a granulált elemek a fotoszférát felforgató erők hatása alatt alávetvék. E mozgások tanulmányozására rövid időközökben, a fotografozó „revolver“ segítségével, a napfelület ugyanazon pontjának egymásután több képét készíttjük. A képek összehasonlítása azt mutatja, hogy a fotoszféra anyaga oly erős mozgásoknak van alávetve, hogy azokról a mi földi tüneményeink csak gyenge képet adhatnak.

Tudjuk azt is, hogy a színkép-elemzés példájára a fotografozás is útban van az ég átfutására. Az 1881. év látta az első üstökös-fotografiát, mely az üstök egy nagyobb darabjáról készült. E fénykép a szerkezetnek különös részleteit tüntette fel és különféle fotometriai méréseket engedett meg; így pl. megmutatta, hogy a farkszerű fűg-gelék, bár csillámló fényűnek látszik, a mag fényének csak csekély részével rendelkezik. 20,000—30,000-szer gyengébb a hold fényénél. Kétségkívül oda kell törekednünk, hogy ezen első kísérleteket tökéletesítsük, mert legnagyobb jelentőségű, hogy ezen különös csillagok történetében ily el nem vitatható okiratokat szerezzünk; hiszen az üstökösök természete amúgy is annyi rejtélyt nyújt!

Nem kevésbé érdekes kísérleteket tett a ködfoltokat illetőleg *D r a p e r* Amerikában, az Orion-ködöt illetőleg a meudoni obszervatórium.

A ködfoltok nagy jelentőségűek a világ keletkezésének és a csillagrendszerek képződésének elméletét illetőleg. Igen nagy érdekű lenne tehát, ha biztosan állíthatnók, hogy szerkezetökben fordulnak elő változások és ezek természetét is megismernők; a jó fényképek ezen szempontból is igen becsek volnának.

Az első kísérletek, mint említettük, Amerikában és Meudonban megtörténtek. De a dolog nagy nehézségekkel

jár. Így mindjárt ezen kozmikus anyagú felhők alig érezhető fénye, bizonytalan körvonalaik és végre a különböző helyeken különböző fényességek okozza a nehézségeket. Világos tehát, hogy az expozíció tartama, az ég tisztasága, a lemez érzékenysége szerint ugyanazon ködfoltnak többé-kevésbé teljes és épenséggel össze nem hasonlítható képeit kapjuk. Itt tehát parancsoló szükség a legszigorúbban meghatározni a feltételeket, melyek mellett a kép előállott. Egyik legbiztosabb eszköz erre nézve az, hogy a ködfolttal egy időben egy szomszédos szép csillagot is lefotografozunk.

Mínthogy ezen csillagképek, ha a gyújtó-ponton kívül támadnak, kis köröket képeznek: kisebb-nagyobb átlátzatlanóságuk a kísérlet feltételeinek jegyét képezi és a későbbi reprodukcióra szolgálhat.

Hogy a ködfolt egy második képét az elsővel összehasonlíthassuk, szükséges, hogy a fény hatásának idői a két képre ugyanazon viszonyban legyenek mint azon idők, melyeket az ugyanazon intenzitású csillagköröknek szánunk.

Foglaljuk össze a fotográfia jó oldalait. Szemünk oly szerkezetű, hogy a külvilágnak képeit szolgáltatja. Ezen képeknek mindannyiszor kell támadniok, valahányszor valamely tárgy felé nézünk és el kell tűnniök, amint attól elfordulunk. Ezen első kellékből támad a retina alaptulajdonsága, hogy a fény behatásait csak igen rövid időre tartja meg. Az egész behatás, ha körülbelül egy tized másodpercznyi tartamú, elmulik, és a retina másnak befogadására alkalmazható. Hogy tehát a szemben tartósan megőrizzünk valamely képet, kényszerülve vagyunk azt a tárgyra irányozni, hogy folyton új benyomásokat kapjunk.

A retina ezen sajátjától függ a szembe képek mulékonysága és fényerőssége. Mulékonyságukat most magyaráztuk, fényerősségök azon idő-

tartamtól függ, mely alatt a retina a fény hatásait összegezni tudja. Ezen időtartom 0.1 másodpercz; a hatások nagyobbodnak a fényhatás kezdetétől ezen idő végéig. Azontúl a későbbi hatások csak azokat helyettesítik, melyek 0.1 másodperczig tartottak; maga a fény erőssége állandó marad.

Ha a retina a fényhatásokat kettő idő alatt halmozhatná fel, a szem képeinek kettőzött intenzitása lenne; ha ezen felhalmozás egy egész másodperczig tartana, valamennyi kép majdnem tízszeres intenzitású lenne. Ez esetben a nappali fény elviselhetetlen volna, és az ég csillagokkal annyira elhalmozva látszanék, hogy az éggömb óriási tejútnak tűnnék fel. Ilyenek volnának a retina benyomásainak tartamában tett egyszerű változás következményei.

Már most a fotográfiai lemezeinken alkalmazott érzékeny rétegnek az a tulajdonsága, hogy a fényhatásokhoz háttartalanul alkalmazható és azokat megtarthatja. Ez az, a miben az állati retinától lényegesen különbözik. Innen vannak hiányai, melyek teljesen alkalmatlanná tennék arra, hogy látószervünk bámulatos funkcióit végezhesse és innen vannak viszont azon jó tulajdonságai, melyek a tudomány számára értékesek teszik. A fotográfiairetina, ha a művészet tökéletesítette, észszel alig felérhető határok közt adhat majd képeket. Mai nap a Napról 0.00001 másodpercz alatt kapunk fotográfiai benyomást, és azon határokat, a meddig ez irányban még kiterjeszkedhetünk, nem is ismerjük.

Másrésről az üstökösök képei egy órai fényhatást követelnek és az Orion ködfoltjaiéi többet mint ezen időnek háromszorosát. A második esetben a fény behatása 500 milliószor nagyobb mint az elsőnél. Lehetséges-e oly tünemény, mely a fényesség különféleségét illetőleg, e bámulatos alkalmazkodás alól kicsuszszanhatson? De még többet is nyertünk: a mai nap készített fotográfiai lemezek nemcsak valamennyi elemi sugár iránt érzékenyek,

mely a retinát izgatja, hanem képességök még a violán túli és a sötét hőnek ezzel ellentett régióira is kiterjed, a hol pedig a szem tehetetlenül elhagy.

Együttvéve mily becses tulajdonságok kísérleteinkre! A képek megtartása, az érzékenység kiterjesztése, a könnyűség, melylyel fényességök erős vagy gyenge volta miatt teljesen ellenétes tünetényeket felkarolhatunk.

Nem is késedelmezünk annak kijelentésével, hogy a fotografiai lemez lesz legközelebb a tudósnak valódi retinája.

Ime, a fizikai csillagászatban elvégzett munkák nagyon tökéletlen vázlata. Nem elegendő-e azonban ez is annak kimutatására, hogy a csillagászatnak ez új ága már is egy magasságban áll idősb testvérével? Nem méltók-e egymásra és nem haladhatnak-e ezentúl egyforma lépésben az ég elfoglalásában? Hasonlítsuk csak őket egybe!

Egyik oldalon látjuk a mennyiség-tant, eme csodálatos szellemi emeltyűt, mely néhány észleleti adatra támaszkodva, belőlök a legszebb és legváratlabb következtetéseket vonja le. Másik oldalon látjuk azon bámulatos eszközöket, melyek a fényt, mint valami anyagot analizálják, vagy pedig a közeli és távoli tárgyak képét szolgáltatják vagy végre lekötve ezen futó képeket, állandókká és tartósakká teszik őket.

Egyik oldalon a mennyiség-tani genie, ki a végtelennek analizisét megteremtette, a mély és helyes ítélet genieje, ki a kérdés minden elemébe behatol és az adatok komplikációjából kiszabadítja azon végső következtetéseket, melyeket azok megengednek. Másik oldalon az észlelés genieje, ki majd veleszületett és magasabb érzékeivel kíséri a tünetényeket, felfedi a legbelsőbb viszonyokat, majd kérdőre vonja a természetet és intézi kísérleteit mint a matematikus az ő számításait a szerint, a mint kísérteni vagy felfedezni akar, majd rögtöni inspirációtól ihletve oly tényeket és úgy állít össze, hogy végtelen látóköre nyílik.

Egyik oldalon végre a kimért egék, a Nap világa, elhelyezve egyensúlyában, mozgásai a kormányzó törvénytől annyira összelánczolva, hogy mult, jelen és jövő nem léteznek a csillagászra nézve. És a másik oldalon — ha lehet — még feltűnőbb csodák. A csillagok, a mint elhagyják a térnek mélységeit, hogy tanulmányaink engedelmes tárgyaivá legyenek, megmutatják nekünk szerkezetük alakját és utolsó részleteit. A világ elárulja a természet titkait, melyek a hozzánk küldött sugarakban rejlenek, és az ég maga írja meg történetét. Végre az eredmények egyesítésével az egész mindenség, az ő fenségében és nagyszerűségében az emberi ész birtokába jut.

DR. L. F.

APRÓBB KÖZLEMÉNYEK.

ÁLLATTAN.

(11.) TEJELŐ BAKKECSKE. A kőzép-kori mondákban a hihetetlen dolgok között gyakran van szó egy bakkecske megfejéséről. Hogy az ilyen beszéd nem mindig történik ok nélkül, és hogy e tekintetben lehetnek kivételek, már abból is következtethetjük, hogy más hímnemű emlős állatoknál, sőt férfiak-

nál sem épen nagyon ritkán akadtak tejelő mellre. Újabban épen egy bakkecske erősítette meg a régi mondák igazságát Altkleppenben (Porosz-Sziléziában, Sagan kerületben).

Nem régiben a sziléziai ujságokban lehetett olvasni, hogy Altkleppenben egy olyan csoda bakkecske van, a



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 [eltérhetsz](#).

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.