

A színek fotografiája.

A mai fotográfia kitűzött feladatának tulajdonképen csak felét tudja megoldani, a mennyiben visszaadja ugyan a a fotografozandó tárgy pontos alakját és árnyalatait, de megfosztja attól, a mi az emberi szemet leghathatósabbban bilincseli le, megfosztja színeitől.

Pedig a domború lencse, mely a sötét kamra hátsó falára veti a megvilágított tárgyak képét, nemcsak a tárgy arányait, hanem színeit is híven reprodukálja és gyakran épen ez okozza, hogy a kép jobban tetszik a szemnek, mint maga az eredeti. Nem is mai keletű az a törekvés, hogy a sötét kamra képét mindenestül, tehát színeivel együtt állandósítsák és azon fizikusok, a kik a fotográfia megteremtése körül maguknak érdemeket szereztek, csaknem kivétel nélkül eme szerfölött nehéznek mutatkozó feladat megoldásán is tépelődtek.

A mult év folyamán e törekvés egy hatalmas lépéssel jutott előbbre.*

Lippmann-nak, a Sorbonne tanárának, ki nevét az elektromos és hajcsöves tünemények között lévő kapcsolatok kifürkészésével már rég megörökítette, sikerült tisztán elméleti fizikai megfontolások útján olyan eljárást megvalósítania, a melynek segítségével a nap színe: ez a hét főszínből, de ezer meg ezer egyszerű színárnyalatból álló szivárvány, silány üveglapon elváltozhatatlanul megörökíthető.

E sorok célja épen a Lippmann-féle eljárás ismertetése. Mielőtt azonban abba belebocsátkoznánk, méltányos néhány szóval a régibb munkálatokról is

megemlékeznünk, a melyek szintén a színek fotografozására voltak irányítva több-kevesebb sikerrel, de a melyek — siessünk azonnal kijelenteni — semmikép sem voltak hatással az említett eljárás részleteire.

Az első megfigyelések e téren még a jelen század elején történtek és pedig Seebeck részéről, a ki 1810-ben vizsgálatnak vetette alá a színes fény hatását némely ezüstös, nevezetesen a chlőrezüstnek felületére.

Már jóval ő előtte is ismeretes volt, hogy a chlőrezüst a fehér fény hatására megfeketedik. Seebecknek azonban sikerült e sónak egy másik érdekes tulajdonságát is fölfedezni, és pedig azt, hogy ha kellő ideig hagyták felszínére hatni a Nap színeképét, a chlőrezüst gyenge színezést is kap, mely némileg emlékeztet az eredeti spektrumszínekre. Herschel 1840-ben ismételte Seebeck kísérleteit és igazolta elődének eredményeit. Ugyanis sikerült neki kimutatnia, hogy a chlőrezüst felülete vörös üvegen áthaladó fénysugarak hatása következtében gyengén téglaszínűvé változik, ellenben sötétzöld színűvé válik, ha a sugarak zöldszínű üvegen mentek volt át.

Azonban csak 1848 körül és pedig Becquerel-nek sikerült először a Nap színeképének hű mását előállítani. E célra egy sajtáságos módon előkészített ezüstözött rézlemezt alkalmazott sötét kamrája hátsó fala gyanánt, és az a gondolata támadt, hogy azt, nem úgy mint Daguerre, a fotográfia atyja, jóddal, hanem e helyett chlórral tegye a fény iránt érzékennyé. Az eredmény Seebeck és Herschel sejtelmeinek teljesen megfelelő volt, mert a lemez

* L. Pótf. a Term. tud. Közl. 1891. 92. lap.

felületén képződött violaszínű chlórözüst, ha csak elég soká lón a Nap színeképének kitéve, a ráeső színes sugarakéval teljesen azonos színt öltött.

Mint látjuk, valahányszor a fizikusok a színes sugarak tulajdonságait tanulmányozzák, első sorban a Nap színeképét használják fel vizsgálódásaikban, mert e színekép egyszerű sugarakból áll, míg minden egyéb színes fény az egyszerű színes sugaraknak keveréke.

A Becquerel-féle eredmény, noha önmagában is már rendkívül érdekes, még korántsem vezetett a színek fotográfiájának megoldására. A kép, a melyet szolgáltat, nem állandó, csupán sötétben őrizhető meg, és mihelyt fehér fény hatása alá kerül, teljesen fehérré válik. Ugyanis a színes fény behatása alatt a chlórözüst nem veszíti el érzékenységét a fény iránt és ép úgy fehérré válik a fehér fényben, mint a hogy vörössé vált, teszem, a színekép vörös sugarainak behatására. Becquerel mindennemű fürdőt megpróbált képe rögzítésére, de a használt folyadékok egyike sem vált be. Ellenkezőleg, mihelyt belemártották a clichét, azonnal eltűntek arról a színek. Niepce de St. Victor-tól, a ki ismételte Becquerel kísérleteit, maradt reánk egy ily színekép-fotografia, a mely 35 évvel ezelőtt a színek élénkségére nézve állítólag az eredetivel vetekedett, míg ma csupán egy alig kivehető rózsaszínű folt és elhalványult violaszín jelzi, mi volt azelőtt a fémlapon.

Becquerel után Poitevin folytatta az előbbtől megkezdett érdekes kísérleteket azzal a különbséggel, hogy a chlórözüstöt fémlap helyett papírlapra helyezte és az érzékenység nagyobbítása végett az így előkészített papírt még kettős chrómsavas káliumba mártotta. De ép úgy mint Becquerel, ő is hiába fáradozott a színes képek állandósításán.

E kísérletek után hús évig senki sem foglalkozott komolyan a színek fotografozásával. E helyett kifejlődött a chromolithografia, a melyben a színeket a nyomdafestékhöz hasonló módon viszik át a fotografozás útján előállított fekete

ábrára. Csakhogy ez az eljárás semmi kapcsolatban sem áll a színek fotografozásával, a mennyiben nem a színes sugarak maguk hozzák létre a kép színeit, hanem a színes festékekbe mártott tekerccsek, a melyeket a munkás keze a közönséges fotografikus képen végig gördít.

Csak taval óta ismeretes egy olyan mód, a mely lehetővé teszi, hogy a nap színeképének híven reprodukált összes színei egyazon clichén véglegesen állandósíthatassanak, és mint már említettük Lippmann tanár volt az, a ki e módhoz, a melynek az imént említettekkel semmi közös vonása sincs, tisztán elméleti megfontolások útján eljutott.

Lippmann igen helyesen azon fel fogásból indult ki, hogy a fénysugarak kémiai hatása igen kevésbé ismeretes, ellenben fizikai tulajdonságaik igen nagy pontossággal határozottak meg, és hogy ennél fogva kevesebb bizonytalansággal jár az olyan eljárás, mely az utóbbi tulajdonságokra támaszkodik, mint az, a melynek kémiai folyamatok terén kell tapogatóznia. Tényleg a fényelmélet, mely a hanghullámok elméletének, úgyszólván, másolata, igen pontos fogalmakat nyújt a színekről és csaknem ugyanakkora viszonylagos pontossággal tudjuk meghatározni a rezgések számát, mely valamely színnek, például a vörösnek, a sárgának, az ibolyaszínnek megfelelő, mint a hangtanban azt, hogy hány rezgés kell a magas c létrehozására.

Az az érdekes, hogy mihelyt egyszer megállapodott abban, hogy a színek *fizikai* különbségét fogja felhasználni, e megállapodás azonnal előre kijelölte a föltételeket is, melyeket meg kell valósítania, hogy színes clichét hozhasson létre. Különösen két föltételre kellett ügyelnie, a melyek mellett olyan elrendezést használhatott, mely egy csep pet sem különbözik a fotográfiában ma használatos elrendezésektől. E föltételek egyike, hogy a fény iránt érzékeny zselatinhártya, teljes rétegében, végtelenül egyenletes legyen, vagyis

hogyan abban csomók, buborékok még mikroszkóppal se legyenek észrevehetőek, másika pedig abban áll, hogy ez érzékeny réteg olyan felületre támaszkodjék, mely a hártán áthaladó sugarakat visszaveri, tehát tükröt alkot. E két alapfeltétel kielégítésével a közönséges fényképészeti eljárás színes clichéket szolgáltat, a mint ezt azonnal meg fogjuk érteni.

Az egyenletes réteget Lippmann akként állítja elő, hogy kollódiomot, fehérjét avagy zselatint chlór-, bróm- vagy jódkáliummal kever össze és az így készített pépet ezüstnitráttal a fény iránt érzékennyé teszi. A tükröfelületet, a réteg mögött, pedig egyszerűen úgy készíti, hogy az üveglapot, melyre az érzékeny réteget reáente, üvegvályú elülső falához szorítja és a vályút higanyal megtölti, miáltal a higany az érzékeny réteggel egyenes érintkezésbe jut és tükröként visszaveri a rétegen áthatoló sugarakat. Ezt a lapos vályút, miután az említett módon előkészítette, egyszerűen betolja a sötét kamrába, úgy mint a fotografus a preparált clichélapot.

Miután az így elhelyezett hártára a fotografozandó színes fénysugarak a sötét kamra nyílásán át reáestek, a vályút ismét kihúzza, a higanyt belőle kiönti és az üveglapot, a melyen a hártya van, előbb csersav és szénsavas ammoniákban megmossa, azután alkénessavas nátriummal rögzíti.

A mint a lap szárad, kezdenek előtűnni rajta a színek, a melyeket azonban csupán visszavert fényben lehet jól ki-venni. E végből czélszerű az üveglapot fekete alapra, például ebonitlapra erősíteni.

Az így készült színes fotografiák bátran hagyhatók a napon, mivel az átalakuláson átment réteg a fény iránt többé már nem érzékeny.

Vizsgáljuk meg már most, miként jöttek létre az üveglapon a feltűnően ragyogó színek?

A hártya csupán oly anyagból áll és oly chemiai szerekekkel rögzítettik, mint

a milyen a közönséges fotografiában már évtizedek óta használatos, ennél fogva maga a hártya nem színeződött meg, és valamint a közönséges fotografiában, itt sem kap a fehértől és feketétől, illetőleg barnától különböző színt. Tényleg a színek, a melyeket a Lippmann-féle üveglap mutat, tisztán fizikai okok szüleményei. Az ezüsthártya az alkalmazott eljárás következtében végtelenül vékony lapokból álló lemezes szerkezetűvé vált és úgynevezett »interferencia«, azaz fényhullámok találkozásából származó tünemény tünteti elő a színeket a felületen, épen úgy mint a vékony lemezekben, például csillámlapokon avagy az ismert Newton-féle színes gyűrűkön, vagy hogy egy meg általánosabban ismert esetet említsünk, a szapanbuborékok felületén.

Tudjuk ugyanis, hogy ha valamely színtelen anyagból rendkívül vékony lapot állítunk elő, az szivárványszínekben ragyog, mihelyt visszavert fényben észleljük, ellenben színtelennek tűnik fel, ha rajta keresztülnézünk. Ugyanez a tünemény okozza a színeket, a melyeket a víz felületére öntött vékony olajréteg ad; vagy ha fényesre csiszolt aczéllemezt vörösizzóvá melegítünk és azután lehütjük, vékony vasoxidréteg keletkezik a felületén, mely a vöröstől a kékig egymásután mindenféle színt játszik, a szerint, a mint a réteg vastagsága különféle, sőt e tünemény hasznos útbaigazító, ha az aczelat csak bizonyos közbenső fokig akarjuk edzeni.

A vékony lemezek színe tehát vastagságuktól függ, és a mint ez kisebbedik, a visszavert fény egymásután vörös, azután sárga, zöld, kék és végre ibolyaszínt nyújt. Minden vastagságnak bizonyos meghatározott szín felel meg és pedig, mint a fizikából tudjuk, épen az a szín, melynél a rezgések a lemez vastagságának megfelelő félhullámhosszasággal mennek végbe.

Már most a fény iránt érzékeny hártában a kifejtendő okoknál fogva a vékony lemezeknek egész sorozata áll elő oly módon, hogy a zselatin vagy

fehérje anyagában rendkívül közel fekvő párhuzamos ezüstlapok képződnek, melyeknek egymástól való távolsága ott, a hol vörös sugarak hatottak, a vörös színnek megfelelő félhullámhosszal egyenlő, ott pedig, a hol az ibolyaszínű fény esett az érzékeny rétegre, az ibolyaszínű sugarak félhullámhosszával. Ebből az következik, hogy teszem a vörös fényben keletkezett lemezek mindegyike vörös sugarakat ad, ha visszavert fényben nézzük és mivel rendkívül sok ilyen lemez képződik egymás fölött, a róluk szemünkbe juttatott vörös szín igen ragyogónak tűnik fel. Ugyanez történik a zölddel és a Nap színképének többi színeivel is. Mindenütt rendkívül sok ilyen ezüstlemez képződik a fény hatása következtében, csupán a lemezeknek távolsága más a különféle színeknél, a minthogy a nekik megfelelő félhullámhossz is különféle. Hogy fogalmat szerezzünk arról, milyen közel esnek egymáshoz ezek a párhuzamos lemezek, és ennélfogva mily rendkívül nagy számban jönnek létre, emlékezzünk meg, hogy a vörös fénysugarak másodpercenként 495 billió rezgést végeznek, és így mivel a fény sebessége 300 ezer kilométer, a vörös sugaraknak megfelelő félhullámhossz a milliméternek $\frac{1}{8300}$ -ad része. Hasonlóképp a sárga fényrezgéseké $\frac{1}{4000}$, és a legrövidebbnek, az ibolyának félhullámhossza $\frac{1}{5000}$ milliméter. E számok adják tehát a zselatin-avagy fehérjeréteg vastagságát két egymásra következő ezüstlemezke között és így ha feltételezzük, hogy az üveglapra rákent érzékeny réteg közönséges papirvastagságú, tehát közel egy tized milliméter, azt találjuk, hogy a fénysugaraknak kémiai hatása alatt létrejött ezüstlemezkének száma a vörös sugarak működése helyén 330, a sárgáknál 400 és az ibolyáknál körülbelül 500. Ily sokasága vékony lemezke azt a ragyogó színt, mely a Lippmann-féle spektrumfotografiákon mutatkozik.

Minthogy a Nap színképe tulajdonképpen végtelen sok egyszerű színárnyalatnak sorozata, e számok csupán relativ

értékűek, a mennyiben a folytonosság elvénél fogva az ibolyánál létrejövő ezüstlemezek a vörösnél létrejöttéknek folytatását teszik vagyis az érzékeny rétegben tulajdonképpen nem párhuzamos síkfelületek, hanem görbe lapok jönnek létre, a melyeknek egymás között levő merőleges távolsága az első vörös árnyalatnál, illetőleg a legszélső ibolyánál a fentebbi első, illetőleg utolsó apró értéknek felel meg. Magától értetődik, hogy az ibolyánál létező 500 lemezből nem mindegyik jut el a vörösig, a hol, mint említettük, csak körülbelül 330 lemezke van, hanem egy részök már a zöldnél, a sárgánál stb. ér a hártya felületére.

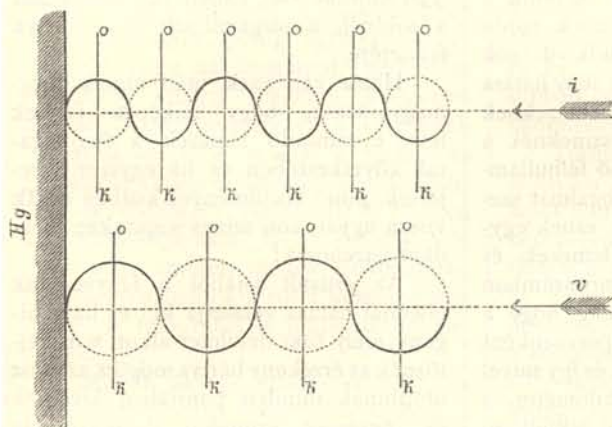
Hátra van ezek után annak megmagyarázása, hogy miképpen jönnek létre e színtadó lemezek a fénysugarak következtében és ha egyszer létrejöttek, minő körülmények közben adják vissza ugyanazon színes sugarakat, mely őket létrehozta?

Az ezüstöt sójából a fénysugarak kémiai hatása választja ki, és ha a higany, mely tükörfelületet alkot, nem rejtőznék az érzékeny hártya mögött, az ezüst utóbbinak minden pontjában kiválnék és egyszerű színtelen daguerrotypia lenne az eredmény. De e viszonyokat a higanyfelület jelenléte teljesen megváltoztatja. Ugyanis minden fénysugár, a mely az érzékeny hártyan át merőleges irányban a higanyfelületre eljutott, onnét önmagába visszaverődik és a beeső és a visszavert rezgés összetevődik egyetlenegy eredő rezgéssé; ennélfogva lesznek pontok, melyeket a beeső rezgés épen ellenkező irányba akar kimozdítani, mint a visszavert rezgés, a melyek tehát egyáltalán nem fognak megmozdulni. Ezek az eredő rezgés csomópontjai. Ezekben tehát nincs rezgés épúgy, mint nincs a kifeszített rezgő húr megfelelő pontjaiban, melyekre papírlavagocskákat helyezhetünk a nélkül, hogy leesnének. E pontokban tehát nincs fényhatás sem, ott tehát a zselatin és ezüstsókeverék egy cseppet sem változik meg.

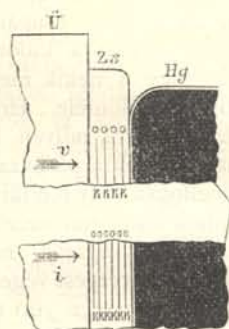
Ellenben lesznek eme csomópontok

között mások, a melyekben úgy a be-eső, mint a visszavert fényrezgés ugyanazon irányú elmozdulást iparkodik adni. E pontokban tehát lesz világosság és ennek chemiai hatása következtében az ott lévő ezüstsóból az ezüst kiválik. E pontok ugyanazon sugárban ép egy félhullámhossz távolságnyira vannak egymástól. Az 1. ábrán, mely e hullámtalálkozás eredményét az aprórezgésű ibolya és a valamivel nagyobb hullámú vörös sugarak esetében tünteti fel, e fényes pontok az OK tengelyekben van-

nak. A pontozott és teljes hullámvonalakkal határolt merőleges távolságok mutatják az egyes éterpontok kirezgéseit. Mint látjuk, a csomópontok és legnagyobb kirezgésű pontok között az előbbiektől az utóbbiak felé növekedő kirezgés, tehát növekedő fényhatás van, ennél fogva szigorúan vett párhuzamos ezüstlapok keletkezéséről szó sem lehet, hanem inkább egy olyan ezüstmeg keletkezéséről, mely legsűrűbb az OK síkokban és megszűnik a csomópontokban. A végeredmény azonban olyan,



1. ábra.



2. ábra.

1. ábra. Hullámtalálkozás az ibolya (i) és a vörös (v) sugaraknak a higany felszínéről (Hg) való visszaverődések esetében. — 2. ábra. Az OK síkok különböző távolsága a hullámhossznak megfelelőleg. \ddot{u} üveglemez; Zs zselatinhártya; Hg higanytükör; v vörös-, i ibolyaszínű sugarak.

mintha csupán az OK síkokban válnék ki egyáltalában ezüst. A 2. ábra az OK síkok különböző távolságát adja a vörös- és ibolyaszínű sugarak helyén, a különböző hullámhossznak megfelelőleg. Mint fentebb említettük, e síkok a rendkívül apró hullámhosszak miatt, oly nagy számban vannak, hogy hű ábrázolásukra gondolni sem lehet. Ábránk tehát tisztán vázlatos.

Mint ezekből látjuk, a fényrezgés, úgyszólván, megörökítette magát, az ezüst kiválasztása révén, az érzékeny hártya belsejében, ép úgy mint a fonográf tífjé-

nek rezgése a viaszhenger felületi rétegében. A fénytalálkozás létesítette változó sötét és világos pontokat ezüsthány, illetőleg ezüstlerakodmány különbözteti meg egymástól.

Már most ép úgy mint a viaszba vájt rezgések viszont megrezegtethetik a fonográf tífjét és ennek közbenjárásával reprodukálhatják a hanghullámokat, a melyek őket létrehozták volt, ugyanúgy képes ez a fénytalálkozás tüneménye következtében a chlőrezüstös zselatinban létrejött ezüstlemezes szerkezet ugyancsak fénytalálkozás segélyével vissza-

adni azon színeket, a melyeknek létezését köszöni.

Mert nézzük csak, mi történik, ha a Lippmann féle színes fotografiát visszavert fényben észleljük. Tudvalevő, hogy ha bármely vékony lemezkére nézünk, annak úgy előlső, mint hátsó lapja visszaveri szemünkbe a reájuk eső fény-sugarakat. E két visszavert sugár rezgés eredője jut szemünkbe. Ha tehát a lemezkének két lapja teszem épen a vörös fényű rezgés félhullámhosszának megfelelő vastagságot állapítja meg, úgy csupán a vörös rezgések találkozása történik szabályos módon és így szemünk, mely csupán a szabályos rezgések iránt érzékeny, vörös színben fogja látni a lemezkét, míg teszem egyéb színű rezgés oly szabálytalan találkozást szenved, hogy szemünkben színt létrehozni nem bír. Így ha a szóban levő lemezkére fehér fény esik is, mi vörös reflexet észlelünk felületén. De ha a lemezke vastagsága épen az ibolyaszínű rezgés félhullámhosszának felelne meg, mi ibolyaszínben látnók a lemezkéről visszavert napsugarat.

Ugyanez történik, a sok lemezke miatt erősítve, a fotografia felszínén is. Ugyanott látjuk tehát a Nap színeképét, a hol az a fotografikus művelet alkalmával az érzékeny hártýára reávetődött.

Eme röviden jelzett elméleti megfontolások vezették Lippmann nagybecsű kísérleteire, melyeknek eredményei az elmélet helyességét fényesen igazolták. Az utóbbinak igazolása a kész fotografián különben még a következő két tüneménnyel is elérhető:

Ha szappanbuborékra merőleges irányban nézünk, bizonyos színben látjuk, a minek oka a fõntebbiek szerint abban rejlik, hogy a buborék külső és belsõ felülete is visszavert sugarakat küld szemünkbe és ezen sugarak a szappanbuborék hártýájának vastagsága miatt különbözõ utakat tettek meg, tehát »interferálásuk« szemünkben azon színt ébreszti, a melynek félhullámhossza a hártýa vastagságának megfelel. Utóbbi nem változtathatjuk, hacsak a bubo-

rékba szalmaszálon át be nem fujunk de igenis e nélkül is elérhetjük azt, hogy a találkozó két sugárnak a fényforrástól szemünkig számított útkülönbsége az elõbbtõl eltérõ legyen. E végre csupán más szög alatt kell a buborékra néznünk, mert akkor a belsõ falról visszavert sugár a hártýa vastagságában hosszabb utat tesz meg szemünkig, mint elõbb, mikor merõlegesen jött szemünkbe. A második esetben tehát az útkülönbség más hullámhossznak, tehát más színnek fog megfelelni és tényleg azt vesszük észre, mintha a szappanbuborék, ezen irányból nézve, más színben tündökölné. Így van ez minden színtüneménnyel, mely interferencián alapszik, így a vékony lemezeken, a gyöngyházon, a páva, a kolibri tollain stb., mert ezek színezése nem az anyag saját színében, hanem a fényrezgések játékában leli magyarázatát.

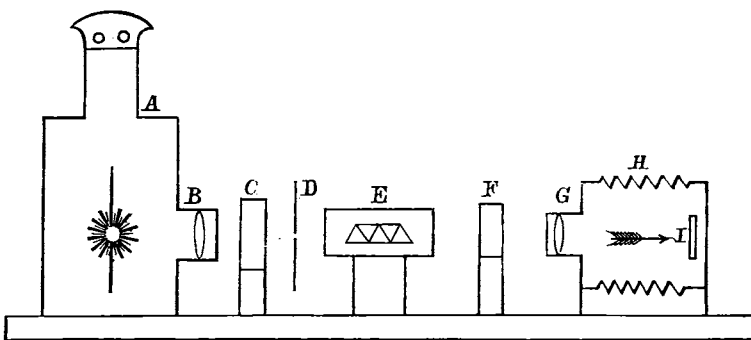
Már most a Lippmann-féle színeképfotografián tényleg azt észleljük, hogy minél ferdebb irányban nézünk felületére, annál különbözõbb színek jelennek meg rajta egyazon helyen. A zöld elfoglalja a vörös helyét, a kék a zöldét, az ibolya a kékét és a szemünkkel már nem érezhető ibolyántúli sugár az ibolya helyét, pontosan azon módon, mint ezt az elmélet megkívánja.

Még szembeötlõbb jelenség a következő: Nézzünk merõlegesen a színeképfotografiára, természetesen visszavert fényben, és nedvesítsük meg a színes hártýát. A nedvesség megduzzasztja a zselatinréteget, és így a benne levõ ezüstlemezkék nagyobb távolságba jutnak egymástól. A színek mindinkább eltünedeznek és a hártýa bizonyos megvastagodása után egyiküket sem látjuk többé. Ez onnan van, mert a lemezkék távolsága akkora lett, hogy a neki megfelelő félhullámhossz már a vörösénél is nagyobb, már pedig a vörösön alóli sugarak szemünkre többé nem hatnak. Ha ellenben a fotografiát lassan megszártítjuk, a nedvesség elpárolgásával a zselatinhártýa újra összehúzódik és az elmélet követelményeivel teljes

összhangzásban ott látjuk megjelenni a vörös színt, a hol eredetileg az ibolya volt, azután végigvonul az az egész lemezen, míg végre helyére ér, ép úgy a sárga, a mely mögötte halad, azután a zöld és így tovább, míg legvégül előtűnik az ibolya.

Hogy a színek fotografiája valaha praktikussá váljék, ahhoz még egy fontos föltétel hiányzik. Az tudniillik, hogy a zselatinhártya minden szín iránt egyaránt érzékeny legyen. Kísérleteinek kezdetén Lippmann még igen távol állott e kellék kielégítésétől, mert a míg az ibolyaszínű sugaraknak egy-két perc kellett, a vörös több mint egy órai ha-

tást kívánt. Ma már sokban javult a dolog, mert az összes színekhez együttvéve csupán fél perc szükségesetetik. De a fél perczen belül még meglehetősen különbség van az egyes színekre nézve. Most a vörös jön legjobban, a mi azt tanúsítja, hogy a derék tudós már túllőtt a célon, de remélhető, hogy minél előbb eléri az egyidejűséget, a mi ahhoz, hogy eljárása egyes színes tárgyak, tájak és festmények reprodukálására alkalmas legyen, okvetetlenül szükséges, azon egyszerű okból, mivel a természetben a színek nem egyszerű rezgések, mint a színeké végtelen sok színárnyalata, hanem e színárnyalatoknak többé-kevésbé



3. ábra. Lippmann tanár berendezése a színeképfotografózására. *A* lámpa; *B* gyűjtőlencse; *C* vízzel telt üveg; *D* diafragma; *E* összetett hasáb; *F* üvegedény; *G* tárgylencse; *H* sötét kamara; *I* érzékeny lemez.

bonyolodott keverékei, és e keverékek elemi színeinek egyszerre kell az érzékeny hárttyát megváltoztatnia, ha azt akarjuk, hogy benne magukat megörökítsék.

Befejezésül szóljunk még röviden azon készülékek elrendezéséről, a melyeket Lippmann tanár laboratóriumában színeképfotografiái számára használ. Napfény helyett elektromos lámpát használ, egy 800 gyertyafény erejű Canceféle ívlámpát, hogy órákon át ugyanazon fényforrás állhasson rendelkezésére. Ábránkon (3. ábra) e lámpa *A*-nál látható. A fénysugarak, miután *B* gyűjtőlencsén átmentek, *C* vízzel telt üvegedényben melegsugaraik egy részét el-

vesztik és azután *D* diafragma nyílásán áthaladva, *E* összetett hasámban fénytörést szenvednek. *F* egy eltolható üvegedényt jelent, a mely színes folyadékkal töltetik meg és arra szolgál, hogy az egyes színeknek megfelelő sugarakat mindaddig elnyelje, a míg fotografálásukra kerül a sor. A vörös sugarakkal kezdődik a művelet, mialatt a többi sugarakat heliantinoldattal tartóztatják fel, de mikor az zöldre kerül a sor, koncentrált kettős chrómsavas kálium helyettesíti az előbbi oldatot és feltartóztatja a kéket és ibolyát. Ugyanez a folyadék, erősen hígítva, csupán az ibolyát nyeli el és végre, mire az ibolyára kerül a sor, teljesen el lehet távolítani az *F*

edényt. Az egyes színek sugarai a G tárgylencsén át a sötét kamra hátfalában levő l lemezre esnek, a mely utóbbinak szerkezetét főntebb részletesen ismertettük.

A kész cliché csersavval kevert szén-savas ammoniákfürdőbe kerül és azután 15%-os alkénessavas nátriumoldatban rögzítetik, a hol a fénytől a sötét helyeken át nem alakított sók kioldódnak.

Ily módon a szín a cliché szerkezte révén jön létre, úgy miként azt főntebb kifejtettük, és így magától értetődik, hogy a színezés teljesen elváltozhatatlan.

A mi már most azt a kérdést illeti, mely bizonyára már a cím olvasásakor

nem egy olvasóm ajkára tolult, vajjon nem fog-e a színek 'ilyetén reprodukálása, ha az a tökéletesség netovábbját valaha eléri, a festőművészetnek valamiképen kárára lenni, azt hiszem, hogy erre a válasz igen rövid és megnyugtató lehet. Hiszen a valódi művészetnek nem főadata a természet szolgálai utánzása. De még ha odáig jutna is a tudomány, hogy teljes tájképeket, színekben és arányokban híven, lehetne egy pillanat alatt »lekapni«, nem fog elenyészhetni a különbség, mely Rafael Madonnájának még oly gondos fényképe és az eredeti között mindenkor van.

KORDA DEZSŐ.

A hegyek természetes lejtőinek keletkezése.

A természetes lejtők leírása, bár első tekintetre csekély fontosságúnak látszik, mégis egyike a fizikai földrajz legérdekesebb és legtanulságosabb kérdéseinek, mert a hegyek mostani alakját a természeti erők évezredekken át tartó folytonos munkája eredményének kell tekintenünk. Valamint az elaggott ember arcza, alakja és testtartása magán viseli az idő súlyát: ép úgy a megbarázdált s egymás fölött rendetlenül álló lejtők is beszélnek a víznek, levegőnek és nehézkedési erőnek sok sok százados hatásáról.

Bármely hegyoldalon számtalan lejtőt szemlélhetünk, a melyek mindegyikének különböző alakja és hajlásszöge van. E természetes lejtőket ez ideig mérések alapján osztályozták és nevezték el. Így pl. 6° szelíd lejtő, 12° lankás, 18° emelkedő, 26° ereszkedő, 35° enyhén kapaszkodó, 48° kapaszkodó, 55° enyhén meredek, 65° meredek lejtő.

A lejtőknek ilyenforma osztályozása azonban, ha csak lejtőméréssel folytonosan fel nem vagyunk fegyverkezve, szakemberre, mint laikusra nézve használhatatlan; de sőt a mérésekre nézve

sem lévén meghatározva a kiinduló pont és az irány, megtörténhetik, hogy valamely kettős lejtőjű síkot én lankás lejtőnek, más valaki pedig kapaszkodó lejtőnek fog minősíteni.

Ennek kikerülése végett sokkal célszerűbb a hegyoldalakon feltűnő természetes lejtők keletkezésének okait fűrkészve, a különböző természeti erők hatása alatt létrejött lejtőket ez alapon nevezni meg. Így ismeretes lévén az ok, a mely a lejtőt létrehozta, a megnevezés is találóbb lesz. Most tehát, hogy a lejtők keletkezését figyelemmel kísérhessük, lépünk valamely folyó völgyébe és állapodjunk meg ott, a hol a folyóvíz a hegyoldalt érinti. (1. ábra.)

E helyen igen meredek lejtőt találunk, a mely úgy jött létre, hogy a folyóvíz a hegyoldalt bizonyos fokú szög alatt érintette és az érintés helyén a hegyoldalt alámosta. Az alámosás helyén a földtömeg folytonosan omlik, a lehulló törmelék pedig a víz magával ragadja.

E meredek lejtőket, minthogy rajtok az omlás folyamata folyton észlelhető, *omlott* lejtőknek nevezhetjük. Jellemző e lejtőkre nézve, hogy igen