

Fotografia colorilor

Chestiunea fotografierii colorilor e tot așa de veche ca și fotografia. Din momentul ce *Niepce* și *Daguerre* reușiră să fixeze pe sticle imaginile obiectelor, ei se gândiră și la fixarea colorilor. La 4 Septembrie 1827 *Niepce* scria: „*Daguerre* a reușit să fixeze pe substanța sa chimică citeva din razele colorate ale prizmei; el a intrunit deja patru, și lucrează să adauge și pe celelalte trei, pentru a avea cele șapte colori primitive.“

Până la anul 1891 chestiunea făcea parte din lista problemelor puse dar nerezolvite încă, cu tot numărul mare de încercări făcute. Posibilitatea rezolvirii fu un moment întrevăzută pe la 1868 de doi oameni de geniu, un poet, *Charles Cros* și un chimist, *Ducos du Hauron*.

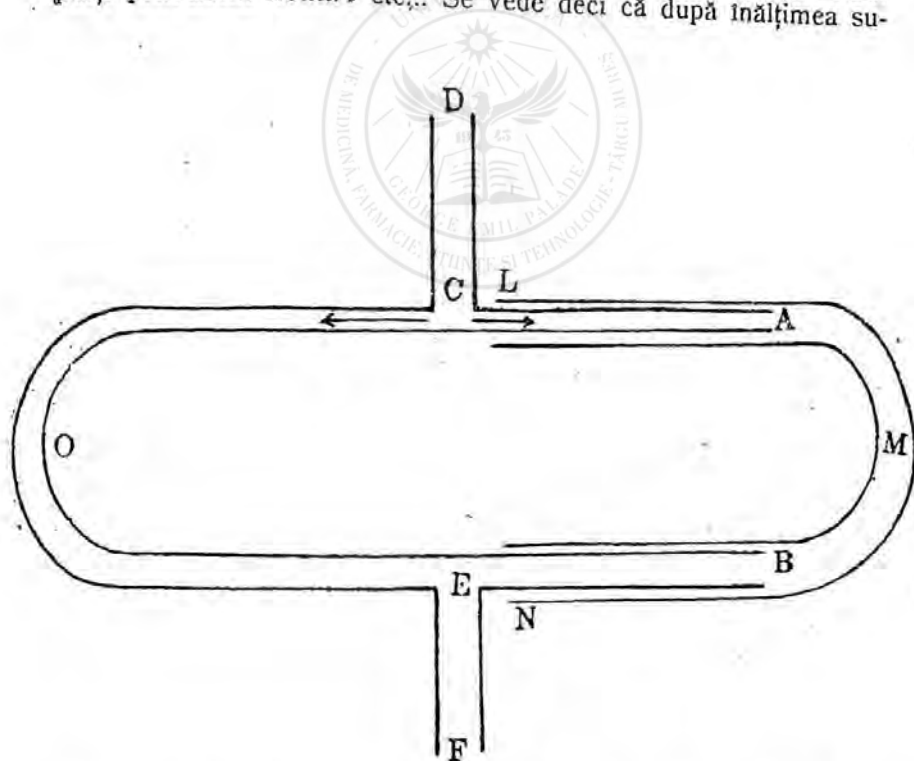
Procedeul lui *Ducos du Hauron* este numit procedeul tricromic; deși el n'a rezolvit problema, totuși nu-i mai puțin adevărat că el a dat primele indicații asupra modului de a ajunge la un rezultat satisfăcător. Vom vedea în adevăr imediat că una din metodele de fotografiere a colorilor este tocmai procedeul tricromic, realizat însă numai în timpurile din urmă. Nu voi descrie ideile lui *du Hauron*, căci teoretic erau confuze, și descriind procedeul actual tricromic, vom avea și explicarea încercărilor lui *Ducos du Hauron*.

Anul 1891 însemnă un pas înainte în rezolvirea problemei fotografiei colorilor, căci procedeul cunoscutului fizician francez *Lippmann* a arătat că chestiunea a trecut din faza teoretică în cea practică.

Două căi au fost utilizate pentru rezolvirea problemei: procedeul *Lippmann* sau prin interferență și procedeul *tricromic*.

Procedeul Lippmann. Nu o dată lumea științifică și industrială a fost surprinsă de modul cum *Lippmann* a știut să utilizeze cele mai abstracte teorii științifice și să le dea o îndrumare practică; e o trăsătură caracteristică acestui genial om de știință pe care o mai întilnim numai la un număr mic de învățați, în special la *Sir William Thomson* (tot așa de cunoscut și sub numele de *Lord Kelvin*, decedat de curind). Înțelegerea procedeu-
lui lui *Lippmann* cere cunoașterea unei chestiuni destul de gin-

gașă, interferența undelor. Întâlnim această interferență atât la undele sonore cât și la undele luminoase. Fenomene de interferență prin același mediu. Să luăm cazul cel mai simplu, acela al unui tub sonor închis la capăt. Suflând în acest tub, producem un sunet; razele sonore merg prin tub și, ajungând la capătul fix, sunt reflectate; din acest moment aerul din tub conduce două faze de unde sonore: acele care vin de la gura tubului, razele directe și acele ce vin de la capătul închis, razele reflectate. În direcție, de cea reflectată în direcție contrară; aceste două mișcări conținut această întâlnire, aerul rămâne în nemișcare formând ceea ce în acustică se numește un *nod*. Asemenea noduri se produc nu numai în tubul închis, ci și în tuburile deschise la capăt; de obicei când un tub deschis dă sunetul cel mai de jos, cam la mijlocul acestui tub se găsește totdeauna un *nod*. Dacă suflăm mai tare în tubul deschis, el ne dă un sunet de două ori mai înalt; cercetind tubul în interior îl găsim împărțit în trei părți prin două *noduri* etc... Se vede deci că după înălțimea su-

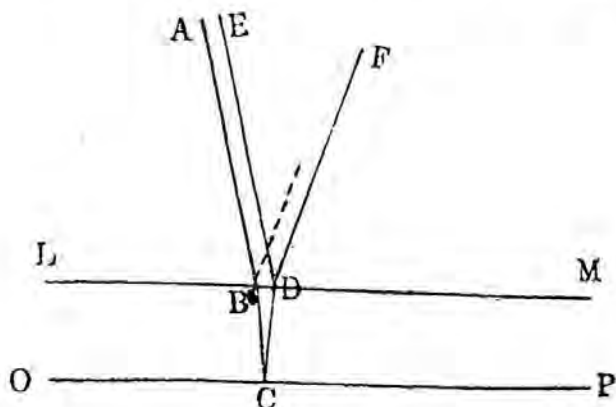


netului produs de tub, avem și numărul de noduri variabil sau mai bine zis, distanța între două noduri variază cu numărul de vibrații pe secundă. Producerea unui nod din două unde sonore

e un exemplu tipic de *interferență*; cele două unde își modifică în mod reciproc vibrațiile; de cite ori două raze fie sonore fie luminoase își modifică vibrațiile, se zice că ele *interferează*.

În fizică se dau exemple foarte curioase de interferențe. Să conducem un sunet prin două țevi, pe care apoi să le intrunim în una; la locul de întâlnire vor interfera, și e posibil ca să obținem *tăcere* din două unde fiecare separat sonore. Să facem aparatul de mai sus din țevii metalice ori de sticlă unite prin tuburi de cauciuc. Țevii AOB indoită sub formă de U îi lipim ramurile CD și EF, din o țevie de aceeași grosime; o altă țevie LMN, ceva mai largă, e indoită tot sub formă de U și poate fi pus la capetele țevii de mai înainte. Așa cum e în figură, dacă producem cu un diapazon un sunet în D, undele ajungând în C se bifurcă o parte merg pela OE alta pela AME; aceste unde se intrunesc în E; dacă țava LMN e potrivită așa că drumurile străbătute de cele două serii de unde sonore sînt egale, sunetele se intrunesc în E și prin EF vine sunetul. Să scoatem însă LMN în afară; pe cînd drumul străbătut de sunetul care merge prin COE rămîne tot așa de lung, ca și mai înainte, drumul LME este din ce în ce mai lung; la un moment dat, cînd acesta întrece pe cellalt cu o anumită parte, se constată că prin tubul EF nu mai esă sunet. Avem acum cazul cînd interferența a produs tăcere. Să scoatem LMN și mai mult afară; la un moment dat sunetul care vine prin EF e tare; în acest caz interferența a produs întărirea sunetului, din cele două unde care vin spre E, una din O alta din B. Interferența sunetului atîrnă deci de drumurile străbătute; cînd drumurile sînt egale, sunetele se adăogă și se întăresc; cînd între drumuri este o anumită diferență, ele se slăbesc la tăcere; să facem ca diferența de drum să fie de două ori mai mare, decît în cazul precedent, ele se vor adăoga, dîndu-ne sunet și a. m. d. Cele ce am constatat la sunet, se repetă la lumină. Două raze de lumină destul de apropiate, ca să utilizeze pentru propagarea lor aceleași porțiuni de eter, vor putea interfera, și, în unele împrejurări, ele se pot slînge reciproc așa încît lumină adăogată la lumină să ne dea întuneric. Dacă vom reflecta razele de lumină și vom face să interfereze razele directe cu cele reflectate, vom căpăta, ca și la tuburile sonore, noduri, adică locuri unde vibrarea eterului este stînsă. Distanța între două noduri va fi diferită după numărul de vibrații pe secundă, adică după fiecare culoare. Fenomene de interferența luminii am avut ocazie mai fiecare să observăm, la beșicile de sopon care capătă colori vii, sau mai ales cînd ne-am uitat la apă peste care a curs gaz; pătura mică de petrol formată deasupra apei capătă colori foarte variate. În știință aceste colori sînt cunoscute sub numele de colorile lamelor subțiri. Grosimea lamei subțiri joacă un rol hotărîtor în aceste fenomene de interferență; să considerăm o lamă mică LMOP peste care cade culoarea roșă, d. ex. Considera ra-

zele de lumină AB și ED; o parte din lumina lui AB pătrunde în lamă, merge pe drumul BCD, după ce suferă în C reflexiune,



și în D se adaugă la lumina razei ED reflectată de fața LM. Fenomenul care se va petrece cu raza reflectată DF și cu raza CD care esă din lamă și merge tot pe drumul DF va atirna de grosimea lamei OPLM, adică de drumul BCD care e aproape de două ori cit grosimea lamei. Presupunind că LM e foarte aproape de OP, adică lama e subțire, vom putea, îndepărtind pe LM de OP, să facem ca drumul BCD să crească neconținut; drumul acesta este însă diferența de drum între raza reflectată DF de fața întâi și între raza ABCDF. Ca și în cazul tuburilor din experiența cu sunetul, îndepărtind pe LM vom ajunge o poziție așa că cele două raze se vor stinge, și îndepărtind pe LM mai departe la un moment dat ele se vor adăoga. În definitiv, pentru anumite grosimi a lamei mici lumina roșie reflectată va fi stinsă, la alte grosimi ea va eși din lamă. Să facem să cadă lumina albă; se știe că o putem considera aceasta ca formată din două colori, care se numesc complimentare. Așa, roșul și verdele sînt complementare; lumina albă, căzînd pe o lamă mică care stinge roșul, vom căpăta dela lamă culoarea verde. Ca lama mică să stingă roșul este nevoie ca grosimea ei să fie cit $\frac{1}{2}$ din distanța între două noduri produse de lumina roșie.¹⁾ Din contra, dacă grosimea lamei e cit distanța între două noduri ale luminii roșii, lumina ce ne vine prin reflexiune dela o asemenea lamă, pe care am luminat-o cu alb, e roșă, căci razele verzii au fost slăbite.

Acum putem înțelege procedeul lui Lippmann. Pe o oglindă plană să depunem o pătură de substanță fotografică transparentă; să lăsăm să cadă o culoare oarecare pe placă, de exemplu

1) În teoria undulațiunii se dovedește că distanța dintre două noduri este egală cu $\frac{1}{2}$ lungime de undă; aceasta din urmă, e distanța pe care se propagă lumina, în timpul cît o moleculă face o vibrație completă

roșul; razele de lumină vor trece prin pătura sensibilă, se vor reflecta pe oglindă și razele directe cu cele reflectate vor interfera, întocmai ca undele sonore într'un tub închis; efectul interferenței va fi că în anumite locuri, la *noduri*, lumina va fi stinsă, în alte locuri, la jumătatea distanței între două noduri vom avea maximum de lumină. Pătura sensibilă va fi impresionată în aceste locuri, și nu va suferi nimic la noduri. De obicei pătura sensibilă își datorește acțiunea ei sărurilor de argint răspindite într'însa; la noduri aceste săruri nu vor suferi nimic; între noduri, la jumătatea distanței, sărurile de argint vor fi discompuse. Să dezvălim placa, cum facem cu oricare placă fotografică; acolo unde a fost lumina, vom obține o pătură de argint, și în toată placa vom obține plăci de argint, constituind lame mici de grosime egală cu distanța a două noduri a luminii roșe. Dacă pe placă va cădea lumina albă, placa va reflecta lumină roșă. În general o placă pregătită în aceste condiții alege din lumina albă și reflectează culoarea ce a impresionat-o, iar pe toate celelalte, care la un loc dau lumină complementară, le slăbește. Să lăsăm să cadă pe placă spectrul solar; în locul unde cade roșul, placa va căpăta proprietatea de a reflecta roșul, și așa cu fiecare culoare. După ce vom dezvăli placa, și vom lăsa să cadă pe dinsa lumina albă, vom observa prin reflexiune spectrul. Dacă pe placă, am lăsat să cadă imaginea unui fluture, prin reflexiune placa ni va trimite imaginea colorată a fluturului.

Din cauza multor îngrijiri ce reclamă metoda aceasta, ea n'a fost adoptată. Dar lucrurile probabil nu se vor opri aici, și simplificarea operațiilor la care trebuie supusă placa va face sigur ca acest procedeu să se generalizeze.

Procedeu tricromic sau pigmentar. Pentru înțelegerea acestui procedeu—preconizat de *Hauron*—este nevoie să ne aducem aminte că două culori—cum e roșul și verdele—care amestecate ne dau lumina albă se numesc complementare, și să ținem încă samă de explicarea culorii corpurilor. Culoarea verde a unui corp o explicăm prin aceea că corpul poate absorbi, din lumina albă ce cade pe dînsul, lumina roșă complementară verdelui și trimite lumina verde. Să tragem pe sticlă trei linii: una roș-portocalie, alta verde și a treia violetă. Pe sticlă să aplicăm o pătură sensibilă la toate culorile—pancromatică—și să expunem apoi placa așa formată la lumina roșă, însă în așa chip ca lumina să treacă prin sticlă colorată înainte de a ajunge la placa sensibilă. Lumina roșă ce va cădea pe dunga verde va fi absorbită, roșul fiind complementar verdelui, din contra dungile roș-portocalii și violete o vor lăsa să treacă, după ce au modificat-o puțin. Pătura sensibilă va fi deci impresionată numai îndărătul acestor două culori, dar va rămîne neatată îndărătul verdelui. Să tratăm apoi placă ca de obicei; la dezvălire, părțile impregnate se vor înegri, cea neimpresionată nu va suferi nimic. Dacă am urma șirul obișnuit de operații și am fixa sticlă, îndărătul liniilor roș-portocalii și violete am căpăta dungi negre;

indărătul liniei verde n'am căpăta nimic. Privind prin sticlă la lumina albă, am vedea numai dunga verde, căci numai prin aceasta poate trece lumina, pe cînd celelalte sînt astupate de argintul depus indărătul lor. De obicei șirul operațiilor, la care este supusă placa e altul. Placa e mai întai dezvoltată cu permanganat de potasiu în soluție acidă ori bicromat acid; mura de argint. Placa e scoasă apoi la lumină și dezvoltată; pe se obține dunga neagră opacă. Apoi placa e fixată pentru a-i lua bromura de argint, care n'a suferit nimic. De data aceasta care trece prin locurile cu roș și violet, adică trece lumina, care am lăsat-o să cadă pe sticlă, spre a impresiona placa. Sticla pe lori nu sînt așezate imprăștiat, ci foarte strîns unele de altele și uniform, așa că pe un cm. patrat de exemplu avem și roș și verde și violet. Distribuirea colorilor se face în două chipuri:

Frații *Lumière* din *Lyon* întrebunțează granule foarte fine de leculă colorate unele în roș, altele în verde, altele în violet. Granulele acestea, cu diametru de $\frac{1}{10000}$ din milimetru, sînt împărțite în număr egal de fiecare culoare pe o sticlă; așa granulele roșe sînt împărțite pe toată suprafața ca și cele de celelalte culori; pe o suprafață mică deci avem toate colorile. Acest ecran e pigmentar. Să-i punem pătura sensibilă și să-l luminăm cu roș; să dezvoltăm placa, supunînd-o la cele 4 operații descrise; indărătul granulelor verzi se va forma pătura opacă. Privind prin placă, lumina va trece prin locurile roșe și violete; cum acestea sînt foarte mici, și deci multe pe fiecare suprafață, cit de mică toată placa va părea roșie. Rezultatul este că placa a fixat culoarea roșie cu care a luminat-o. Ceia ce am spus despre roș se poate zice de oricare culoare. Placa va prinde deci orice obiect colorat.

Procedeu societății *Joula*, realizat de un nepot al lui *Ducos du Hauron*, derivă direct din concepția inițială a acestui din urmă. Fiecare milimetru patrat al plăcii de sticlă primește prin un procedeu ținut secret opt sute de patrate mici colorate în cele 3 culori roș, verde, violet. Colorile nu se suprapun, ci se așază unele lingă altele în mod consecutiv.

Acest ecran lucrează ca și cel al fraților *Lumière*, și dezvoltările sînt aceleași.

Ambele procedee dau rezultate admirabile. Detaliile de tehnică sînt fără folos, și de accia ni mărginim numai la indicațiile date până aici. Că ambele procedee reclamă încă perfecționări, nu mai încapе indoială. Rămîne însă constatat că tehnica și știința au săvirșit una din acele minuni, care formează un nou inel la lanțul progresului.

Dr. Petru Bogdan