

Teoria electronică a materiei

Descoperirea substanțelor radioactive și studiul proprietăților lor au condus la concluzii atât de neașteptate, încît se părea că tot edificiul științific se prăbușește; teoria atomică, termodinamica, erau așa de amenințate în temeliiile lor, încît vestitul matematic francez *H. Poincaré* exclamă: «în mijlocul atîtor ruine ce mai rămîne în picioare!» Emoțiunii generale îi urmă o perioadă de reculegere, în care toate concluziile fură supuse la noi probe, căutîndu-se cu îngrijire ca să se schimbe cît mai puțin din concepțiile vechi; e adevărat că probleme importante își așteaptă încă rezolvarea, dar sînt semne neîndoiate că o teorie întregă a eșit la lumină, că unele din credințele fundamentale mai vechi sînt pe punctul de a dispărea și idei nouă le iau locul. Ne propunem în articolul de față să arătăm concluziile sigure, la cari a ajuns știința în cea ce privește constituția materiei.

Ca tot-deauna campionii noilor idei au avut predecesori și tocmai acum își găsesc explicarea lor o sumă de fapte, cari, observate înainte de descoperirea substanțelor radioactive, rămăseră izolate, fără legătură cu ideile dominante pe atunci și considerate ca simple curiozități științifice. În expunerea, care urmează, ne vom ocupa în primul loc cu descoperirile făcute înainte de acea a Radiului, căutînd să vedem la ce concluzii conduc ele în ceea ce privește problema constituției materiei; vom cerceta apoi rolul jucat de descoperirile substanțelor radioactive, cari, cum vom vedea, au avut o influență hotărîtoare asupra mersului științei în ultimul timp.

I.

În jumătatea a doua a veacului al 19-lea fizica se găsește sub înriurirea operei puternice a lui *Maxwell*, care, studiînd ideile lui *Faraday*, le întregi, schimbînd cu desăvîrșire modul de interpretare, de pînă atunci, la o sumă de fenomene fizice. Toate cățile elementare spun, că corpurile încărcate cu electricitate se atrag ori se resping, după felul electricităților, cu cari se găsesc încărcate. În prima jumătate a secolului al 19-lea se avea în ve-

dere numai acțiunea corpurilor electrisate și se credea că *mediul* care desparte aceste corpuri nu joacă nici un rol în aceste atracții sau respingeri electrice. În știință se cunosc aceste idei sub numele de *legea acțiunii la distanță*.

Faraday cel d'ntâi arată că acest mediu are o influență hotărîtoare în fenomenele electrice; modul cum a dezvoltat el aceste credințe este și astăzi admis în știință. Aprofundînd opera lui Faraday, Maxwell a dezvoltat-o și a rezolvit în mod genial unele probleme fizice. Am putea resuma în chipul următor activitatea lui Maxwell:

a) A definit rolul izolatorilor și a prevăzut *undele electrice*, pe cari le-a realizat 20 de ani mai târziu Hertz; aceste unde sînt astăzi aplicate în telegrafia fără sîrmă. Cu această ocazie a făcut un pas mai departe: a explicat toate fenomenele optice, admițînd că mișcările eterului din undele luminoase sînt datorite unor forțe electrice și a pus astfel bazele *teoriei electromagnetice a luminii*.

b) Studiul fizicii i-a arătat că pe vremea lui toate fenomenele fizice se explicau pe *baze mecanice*; la baza tuturor erau noțiunile *forței, mișcării, repagiunii* etc. Maxwell cel d'ntâi a pus problema explicării și a fenomenelor electrice prin *considerații mecanice*. Admițînd existența unor anumite corpusoare, cari prin mișcarea lor constituie electricitatea, el a căutat să arăte în ce mod pot fi interpretate toate fenomenele electrice; imaginînd sisteme complicate a arătat cum mișcarea dela o particulă electrică poate fi transmisă la alta; ca un detaliu care își are importanța lui, țîn să adaug că în cărțile englezești, pentru a arăta modul acesta de transmisiune a mișcării dela un corpuscul la altul, se reprezintă corpusculii prin *roți dințate*, dinții de la o roată angrenînd cu cei dela alta; cînd una se mișcă, pune pe cealaltă în mișcare. Aceste roți dințate reprezintă corpusculele cu proprietățile lor.

H. Poincaré a făcut o analiză completă a operei lui Maxwell întregînd în parte teoriile lui. Iată cum se exprimă el despre opera lui Maxwell: în ceea ce privește explicarea mecanică a fenomenelor electrice „toate soluțiile ce se pot propune au într'însele ceva artificial, de care se ferește rațiunea. Unul din cele mai complete fusese dezvoltat de Maxwell la o epocă, în care ideile sale nu luaseră forma lor definitivă. Structura complicată ce o atribuea el eterului, făcea sistemul său ciudat; ai fi crezut că cetești descrierea unei usine cu angrenaje, cu biele cari transmit mișcarea și se îndoaie sub sfortărea regulatorilor cu forță centrifugă și a curelelor de transmisiune. Ori-cît ar avea englezii gust pentru acest felin de concepțiuni, a căror aparență concretă ei o iubesc, Maxwell fu cel d'ntâi, care a părăsit această teorie, așa că ea nu figurează în operele sale complete”¹.

1) H. Poincaré, La théorie de Maxwell et les oscillations Hertzien-nes, Biblioteca Scientia.

După cum vedem, *Maxwell* însuși a renunțat la încercarea lui de a explica în mod mecanic fenomenele electrice.

Ceia ce va face numele lui nemuritor, este partea, care se referă la undele electrice și identificarea undelor luminoase, cu cele electrice. Partea aceasta a operii lui *Maxwell* este cu totul matematică; el a stabilit ecuațiile, la cari se supun fenomenele magnetice și electrice; putem aminti mai departe că în mecanică avem pentru cazul corpurilor în mișcare, ecuațiile lui *Lagrange*. *Poincaré* scoate în relief însemnătatea operii lui *Maxwell*, care a arătat că-i posibil să trecem ușor dela ecuațiile relative la electricitate și magnetism, la acelea ale lui *Lagrange*, cu alte cuvinte, atit fenomenele electrice cit și cele mecanice se supun la aceleași ecuații. De aici *Poincaré* trage două concluzii de cea mai mare însemnătate: pe de o parte *e posibil să avem o explicare mecanică a fenomenelor electrice*, iar pe de altă parte, *e posibil să avem o explicare electrică a fenomenelor mecanice*. Am văzut că *Maxwell* a încercat explicarea mecanică a fenomenelor electrice și a părăsit-o. Ce însemnă *explicarea electrică a fenomenelor mecanice*? Intr'un limbaj mai puțin științific, însemnă să *explicăm fenomenele cunoscute nouă cu ajutorul electricității și repetăm constatarea lui Poincaré: această explicare e posibilă*.

Tot *Maxwell* a făcut cea d'intăi încercare de a da o interpretare electrică unor fenomene fizice, cind a arătat că undele luminoase sint unde electrice și a stabilit astfelu explicarea luminei prin electricitate. Constatarea ce am făcut mai sus, ne îndeamnă să preluăm mai mult decit atita, să căutăm adică să explicăm *toate* fenomenele fizice cu ajutorul electricității. Aceasta ar constitui atunci *teoria electrică a materiei*.

Vom căuta să dăm acum cîteva detalii, relativ la modul cum se aplică teoria electrică la unele fenomene fizice. Pentru aceasta e de nevoie ca să reamintim unele din faptele învățate în cursul elementar și să le întregim prin expunerea altor cestiuni. Așa, de exemplu, ni amintim că dacă apropiem un curent electric de magnet, magnetul este pus în mișcare, și deviat din poziția lui; invers, apropiind de o sîrmă prin care trece un curent un magnet, în cas cind sîrma se poate pune în mișcare, ea se va mișca sub acțiunea magnetului, cu alte cuvinte, un curent electric poate devia un magnet din poziția lui de echilibru și poate fi deviat de un magnet. Să reamintim mai departe unele fapte relative la fenomenele de inducție. Să ne închipuim doi conductori așezați la o oarecare depărtare unul de altul; să lăsăm să treacă prin unul din aceștia un curent de o *intensitate* determinată; dacă la un moment dat facem să crească această intensitate, se comunică dela conductor mediului înconjurător energie, care lovind conductorul al doilea, îl încarcă cu electricitate; prin urmare mediul înconjurător poate primi energie dela un conductor, cind intensitatea curentului din acest conductor crește; la creșterea curentului se înmagazinează deci în mediul înconjurător energie, întocmai cum înmagazinăm energie într'o peatră pe care o ridicăm dela pămînt în sus; această energie e *potențială*

și ea va putea fi utilizată în anumite momente; un asemenea moment e acela când intensitatea curentului de pe conductor descrește: energia mediului înconjurător trece în acest caz pe conductor.

Dacă intensitatea unui curent ce trece printr'un conductor nu variază, nici mediul înconjurător nu primește energie de la conductorul încărcat; acest mediu a suferit unele schimbări în momentul stabilirii curentului în conductor; din cauza acestor schimbări un magnet, apropiat de curent, este deviat din poziția lui, dar nimic mai mult; ca să fie schimb de energie între un conductor electricizat și mediul înconjurător, se cere neapărat, ca intensitatea curentului, ce trece prin conductor să varieze; în aceste variații, uneori se comunică mediului energie, alte ori i se ea. Schimbul acesta se face cu cea mai mare ușurință; diferite experiențe dovedesc aceasta. Nu toți sînt de acord, cînd e vorba de forma sub care se găsește energia în mediul înconjurător; *Maxwell* admite că ea este sub formă de *mișcare*: corpul care se mișcă este eterul. Dar dacă în privința felului, cum se prezintă această energie, nu știm multe, un lucru e în afară de îndoială: ușurința cu care ea se comunică conductorilor ori părăsește pe acești din urmă.

Să ne închipuim acumă că pe un conductor, se găsesc *curenți alternativi*; intensitatea curentului este, în acest caz neconținut variabilă; ea crește pînă la un maximum și apoi descrește; trecînd prin valoarea zero își schimbă direcția, ajunge crescînd pînă la un maximum și aceste variații se repetă neconținut; uneori ele se fac de un număr mare de ori pe secundă, avem atunci curenții de *înaltă frecvență*; în aceste condiții, schimbul între conductor și mediul înconjurător este foarte viu; meritul cel mare al lui *Maxwell* este de a fi arătat, că în aceste condiții se produc în mediul înconjurător unde *electromagnetice*, cari se propagă prin eter; mai departe *Maxwell* și urmașii lui arată că *lumina, căldura, undele electrice* etc... sînt toate unde electromagnetice; în tocmă după cum avem mai multe feluri de unde luminoase, cărora le corespund colori deosebite, roș, albastru violet etc. tot așa avem mai multe feluri de unde electromagnetice: unde electrice de diferite feluri, unde calorice de diferite feluri, unde luminoase de diferite feluri; propagarea acestora se face prin mișcări vibratoare în eter; undele electromagnetice, caracterizate prin un număr anumit de vibrații pe secundă, se numesc *raze* sau *radiații*; în lumina care ni vine de la soare, avem deja mai multe feluri de *radiații*, pe cari le putem afla, cînd trecem această lumină printr'o prizmă; e cunoscută experiența clasică a lui *Newton* și modul cum se produce spectrul solar; radiațiile pot fi vizibile ori invisibile, în spectrul solar avem numai o parte vizibilă și în această parte avem mai multe feluri de *radiații* ori *raze*, roșii, galbene etc. Se vede că toate radiațiile ce le trimete un corp, își au originea în curenți electrici, a căror intensitate variază; fiind că putem varia intensitatea acestora într'un număr infinit de moduri, ni va rezulta un număr infinit de *radiații*. Cînd

un corp trimete numai un felu de raze, putem admite că în acel corp există curenți, a căror intensitate variază într'un anumit felu, și ea se face într'un mod regulat. Cum vedem, nu-i nici o greutate să explicăm trimeterea unui singur felu de raze de către un corp. În natură lucrurile nu sînt însă așa de simple; trecînd razele, cari ni vin dela diferitele corpuri, prin prizme, le disfacem una de alta și deci cu ajutorul prizmei facem *analiza* razelor trimise de un corp. Se știe ce perfecție a atins acest mod de a analiza razele cu ajutorul spectroscopului.

Spectroscopul arată că unele corpuri încălzite trimet un număr mic de raze; așa flacăra în care punem sare de bucătărie, trimete o culoare galbănă, pe care la spectroscop o putem disface în două; alte corpuri trimet mai multe raze; sînt unele corpuri cari trimet sute de raze. În acest caz, trebuie să admitem că modul cum variază intensitatea curenților este el însuși foarte complicat. Ni mărginim numai la acest mod de denumire, care nu precizază nimic, fiind-că asupra acestui punct vom reveni.

Cu aceste constatări am ajuns la un punct culminant; am văzut că e posibilă o explicare electrică a fenomenelor fizice și am arătat cum putem explica radiațiile corpurilor, adică lumina, căldura ce-o trimet ele, plus o sumă de alte radiații.

Cum ni-am putea închipui materia păstrînd concepția veche a *atomului* indivisibil?

Teoria atomică nu numai că admite atomul *indivisibil*, dar din modul ei de aplicare, se mai vede că în interiorul unui asemenea atom energia e nulă. Singura energie pe care o poate poseda un atom, e aceea ce o capătă de la agenții exteriori și ea se manifestă sub forma de *forță vie*, atunci cînd atomul se mișcă. Unui atom, care nu se află în mișcare, teoria atomică îi atribuie energia zero, cu toate că nu e spus acest lucru nicăiri în mod hotărît. Ca să explicăm manifestările materiei cu ajutorul electricității în teoria atomică, ar trebui să admitem că toate radiațiile cari vin de la corpuri—adică toată manifestarea corpurilor—se datoresc unor curenți electrici, de intensitate variabilă cari s'ar găsi în corpurile materiale. Dar chimia modernă ni spune că și *atomii* radiază, ba chiar atribuie *atomilor* invariabili radiațiile constante, caracteristice corpurilor. Ar trebui deci să admitem că curenții electrici pot circula în interiorul *atomului*, ipotesă care nu se împacă cu admisiunea că în interiorul atomului energia ar fi zero; mai departe n'am putea să explicăm cauza acestor curenți variabili, la unii variația fiind chiar foarte complicată. Cu toate că în acest mod, explicarea electrică a proprietăților atomului este imposibilă, putem totuși căuta această explicare în alt mod. Din diferite experiențe se știe că atomii pot fi încărcăți cu electricitate. Să ne închipuim că un asemenea atom electrisat vibrează: atunci se mișcă, odată cu dînsul și masa electrică cu care el este încărcat; *să admitem* mai departe că o asemenea masă electrică în mișcare poate fi asemănată cu un curent electric; cînd atribuim atomului asemenea mișcări, ajungem

repede la concluzia că regegiunile mișcărilor sunt variate, din cauza forțelor cari lucrează asupra atomului din cauza ciocnirii cu alți atomi. *Masa electrică cu regegiunea variabilă ar putea fi comparată cu un curent de intensitate variabilă și ni-ar explica toate radiațiile trimise.* Pentru cazul cel mai simplu cînd un atom trimete numai un felu de raze, ar trebui să atribuim atomului o mișcare iarăși simplă; pentru cazul mai multor raze trimise de atom, ar trebui să atribuim acestuia mișcări mai complicate. Ni-am lovi aici de o greutate: pentru atomii, cari trimet sute de radiații, ar trebui să admitem mișcări, de a căror complicație nici nu ne putem face o idee. Această dificultate poate să fie chiar de neînălțurat; ea este de o cam dată de importanță secundară, față de chestiunea posibilității explicării manifestărilor materiei prin electricitate. A-cestă posibilitate o avem, cu condiție ca să putem asămăna cu un curent electric o masă electrică în mișcare. Acuma se vede importanța lucrărilor lui Rowland relativ la acțiunea ce o exorcitează un corp electrisat în mișcare, asupra unui magnet. Dacă în adevăr corpul electrisat în mișcare produce acelaș efect ca un curent, va trebui ca un ac magnetic pus în apropierea lui să fie deviat. Rowland a arătat că în adevăr lucrurile așa se potrec și *legen lui Rowland* era admisă de toți fisicianii. O sumă de alte fapte o confirmau. Se știe de exemplu că într'o sare sau un acid ori bază în soluție, molecula e disfăcută în mai multe părți electrisate numite *ioni*; acești *ioni* conduc curentul și s'a constatat că ei în mișcare deviază acul magnetic. Mai departe, scintea electrică are influență asupra acului; dar descarcarea se face în acest caz cu ajutorul unor particule luate de la un pol și duse la alt pol; aceste particule electrisate, în mișcare, influențează deci acul magnetic.

O sumă de alte fapte confirmau această idee, ba *Lorentz* emisese teoria lui după care un curent electric ar fi format din particule *electrisate*, numite *electroni*, cari se mișcă prin conductor și desfăcuse deci curentul electric în un mare număr de mase electrice în mișcare. Chestiunea părea definitiv tranșată. Se poate inchipui emoțiunea generală, cînd francezul *Crémieu* anunță că experiențele lui aparent ireproșabile ca execuție contrazic ideile admise și că în realitate o masă electrică, care se mișcă, nu produce aceleași efecte ca un curent. *Pender*, un elev a lui Rowland execută și el o sumă de experiențe, cari confirmau rezultatele profesorului să. Trebuea să se hotărăscă între aceste două rezultate contradictorii, căci dacă rămineau bune rezultatele lui *Crémieu* „ar fi fost ceva de schimbat la teoria modernă a electricității“¹⁾

Pender și *Crémieu* întreprinseră atunci în comun în laboratorul lui *Bouty* de la Paris, o serie de experiențe relativ la această chestiune în prezența lui *H. Poincaré*, *Lord Kelvin* etc.; aceste

1) *H. A. Lorentz*, *Ergebnisse und Probleme der Elektronentheorie* (1906).

experiențe confirmară rezultatele lui *Rowland*. Alți experimen-tatori ca *Eichenwald* în Moscova, *Karpen* în Paris și *Adams* în Cambridge ajunseră la acelaș rezultat. O explicație electrică a materiei se poate deci da, cu condiție ca să atribuim atomului încărcat electric mișcări uneori foarte complicate. O confirmare mai mult a acestei teorii o găsim în experiența următoare, cu-noscută sub numele de fenomenul lui *Zeeman*. Dacă într'o lu-minare, care trimete lumină, avem particule electrice, a căror mișcare produc lumina, ar trebui ca un magnet să poată influența felul luminei trimese, căci el poate modifica direcția cu-renților electrice și deci a particulei electrice. *Zeeman* și alți ex-perimentatori au găsit că în adevăr cu ajutorul magneților, pu-tem modifica natura luminei trimise

Cam aceasta ar fi explicația electrică a manifestărilor ma-teriei, admitând materia formată din atomi indivisibili și încăr-cați cu electricitate. Greutatea cea mare s'ar întilni, cind am căuta să traducem această concepție în formule matematice; ar trebui să atribuim atomului electricizat, în adevăr, mișcări ex-trem de complicate, pentru ca el să trimeată citeva sute de raze, vizibile la spectroscop; dar ceia ce ni va face să modifi-căm această concepție e imposibilitatea de a explica cu aju-torul ei fenomenele, cari se constată cind se fac descărcări elec-trice în tuburi cu aer rarificat; tot așa fenomenele de radioac-tivitate nu pot fi puse în armonie cu această teorie, așa cum am expus-o.

Descărcări electrice în tuburi Crookes. Cind fa-cem să treacă descărcările electrice prin tuburi, în cari am făcut vidul așa de bine, încit presiunea gazului din interior este de citeva milionimi dintr'o atmosferă (tuburi *Crookes*), se observă o sumă de fenomene și iau naștere trei feluri de raze: unele raze pleacă de la catodă și lovesc pârții opuși ai tubului; aceste raze se numesc *raze catodice*; *Goldstein* a isbutit să arăte, că există în tuburile *Crookes* o sumă de raze cari au direcție con-trară celor d'intăi; dacă bortelim placa care constituie polul ne-gativ ori *catoda*, *Goldstein* a constatat că prin canalele catodei trec raze, pe cari le-a numit *raze-canal* (*Canal strahlen*); pâr-tele sticlei de cari se lovesc razele catodice, devino luminos; de la dînsul pleacă razele invizibile descoperite de *Roentgen* și cu-noscute sub numele de *raze X* sau *raze Roentgen*. Nu voiu da detalii practice, în privința modului cum se produc aceste raze. Imi inchipui că toate acestea se cunosc din cursul elementar. Voiu trece din această cauză foarte pe scurt în revistă cele trei feluri de raze produse în tuburile *Crookes*, amintindu-le numai proprietățile lor mai importante.

Razele catodice. Sînt formate din particule negative, cari părăsesc *catoda*, asvirlite de dînsa cu regegiune foarte mare. Fie-care particulă în mișcarea, sa fiind asemănată cu un curent, razele catodice sînt deviate de *magneți*. *Crookes* a imaginat o sumă de experiențe, pentru a dovedi proprietățile lor; bombar-

darea datorită acestor raze poate pune în mișcare sisteme deosebite construite în interiorul tubului *Crookes*: tot cu ajutorul razelor acestora, putem încălzi diferite corpuri puse în interiorul tubului; căldura e datorită loviturilor particulelor cari constituiesc razele catodice.

Razele catodice străbat unele foi metalice puse în calea lor și pot încălca negativ (*Perrin*) unele din corpurile, pe cari le lovesc. Lovind păretele opus catodei, îl încălzesc; acest părete devine luminos, luminând cu o culoare *verzie*, pe cînd de la dinsul pleacă în acelaș timp raze *X*. Faptul că particulele razelor catodice străbat foile metalice, ne indică pe de o parte că ele trebuie să se miște cu o repeediune enormă, iar pe de alta că fiecare particulă este formată din părți mai mici decît moleculele gazurilor, căci moleculele nu pot străbate acești păreți. Una din proprietățile cele mai caracteristice acestor raze e constatarea, că ele iau naștere, cu aceleași proprietăți *oricare ar fi gazul închis în tub*. Aceasta dovedește că particulele ce le compun nu pot fi *atomii* gazurilor, căci, atomii fiind deosebiți de la un corp la altul, ar comunica și razelor catodice proprietăți deosebite după gazul închis. Această împrejurare a silit pe *Crookes* să admită că în tuburile sale materia se găsește într'o stare deosebită, pe care el a numit-o *materie radiantă*.

În această materie radiantă se transformă toate gazurile închise în tub; avem în fața noastră primul caz, cînd s'a putut face transformarea unei substanțe simple în alta; această constatare lovește în vechea concepție atomică, după care atomul este fix; transformarea gazurilor în tubul *Crookes* se face deci prin *schimbarea atomului*. Ce felu e această schimbare, vom vedea mai tîrziu; nu mulțămim pentru moment să constatăm numai existența ei.

Razele Goldstein s'a dovedit că sint formate din particulele *positive* și diferă de la un gaz la altul.

Razele X sint atît de bine cunoscute, încît numai în treacăt amintim proprietățile lor. Ele impresionează plăcile fotografice și fac luminoase unele substanțe ca *cianura dublă de Platină și Bariu*; în fine ele străbat unele corpuri opace, pe cînd pe altele nu; străbat de exemplu carnea, dar nu pot străbate oasele. Se cunosc numeroasele aplicații, la cari ele au dat naștere.

Să revenim la razele catodice.

Fiecare particulă, care formează razele catodice, e compusă din *materie* și *electricitate*, ambele în anumite cantități. Diferite experiențe au permis să se afle raportul între cantitatea de electricitate (masa electrică) și masa materială. / semenea particule se întîlnesc și în alte împrejurări: așa, cînd disolvăm o substanță în apă, de exemplu un acid, soluția conduce curentul electric și încă de la 1887 *Arrhenius* a arătat că în acest caz trebuie să admitem că *atomul* e încărcat cu electricitate; conducerea curentului se face de către acești atomi electricizați, cunoscuți în știință sub numele de *ioni*.

Diferite experiențe au arătat că electricitate se găsește într'un *ion* și prin urmare s'a putut face și aici raportul între masa *electrică* și cea *materială*. Determinarea raportului acestuia la *ioni*, cari constituiesc razele catodice, a fost hotărâtoare pentru introducerea noțiunii de *atom complex*. Asemenea determinări au fost executate întâi de *Kaufmann* în 1897—1898, apoi de *S. Simon* în 1899 și de *Scitz* în 1902; ei au operat cu razele catodice. S'a găsit că fiecare ion din aceste raze duce tot atita electricitate, cât atomul de Hidrogen din soluțiile conducătoare de curent; s'a găsit mai departe, că particula materială a unui *ion* din razele catodice e. aproximativ de 2000 de ori mai mică decât a atomului de Hidrogen. Pînă la aceste descoperiri se credea că atomul de Hidrogen ar fi cea mai mică particulă materială; se vede că în tubul *Crookes* reușim să producem particule materiale mult mai mici decât atomul de Hidrogen; atomii pot fi deci *disfăcuți, tăceți în părți mai mici*. Aceasta era prima lovitură care se dădea concepției *vechi* a atomului, așa cum îl înțeleg chimiștii; atomul nu mai este *nesecabil*.

Examinarea substanțelor radioactive. După ce soții *Curie* au descoperit Radium, s'au executat asupra razelor emise de acest corp o sumă de măsuri cari aveau de scop să le determine mai de aproape natura. *Rutherford* a găsit că *radiul* emite trei feluri de raze: unele α sint constituite din particule electrisate pozitiv; altele β sint identice cu razele catodice; altele γ sint identice cu razele X. Pe cind în tuburile *Crookes* este nevoie de cheltuială de energie electrică ca să producem cele trei feluri de raze, (raze X, raze catodice și raze *Goldstein* identice cu razele α ale radiului) radiul și substanțele radioactive emit aceste raze în mod spontan. Cele mai bine studiate din acestea sint razele β ori catodice; particulele ce le constituiesc sint încărcate negativ, și se mișcă cu o regegiune uimitoare, 280,000 km. pe secundă.

Din cauză că sint mici și au o asemenea regegiune enormă, ele pot străbate corpurile cu multă ușurință.

Studiind razele β ale Radiului, *Kaufmann* a găsit pentru particulele acestor raze regegiuni cari variază între 236.000 pînă la 283,000 km. pe secundă, pe cind regegiunea luminci e de 300,000 km. pe secundă; cantitatea de materie cuprinsă într'o particulă e 1000—1500 ori mai mică decât atomul de Hidrogen.

Din toate acestea rezultă că Radiul și substanțele radioactive emit în mod spontan particule mult mai mici decât atomul; *Rutherford* și *Soddy* au numit această emisiune de particule electrisate *disociare corpusculară*; *Thomson*, *Lenard*, *Wehnelt*, *Gustave Le Bon* și alții au arătat că toate corpurile puse în condiții determinate emit particule electrisate și anume *alpha felii* de particule. Particulelor acestora li se dă uneori numele de ioni alături de *electroni*; o particulă formată din materie electrisată se numește *ion*; dacă dezbrăcăm *ionul* de partea sa materială și considerăm numai masa electrică, el devine *electron*. Fenome-

nele radioactivității și a descărcărilor în tuburi *Crookes* dovedesc, că putem împărți atomul mai departe; *atomul e deci un complex.*

Să vedem ce lumină aruncă această constatare asupra problemei puse, *explicarea electrică a materiei.* Noțiunea atomului complex ridică și ultima dificultate ce am semnalat-o, cînd am arătat în ce mod putem să explicăm manifestările materiei; am arătat atunci, că pentru a explica spectrele așa de complicate ale unor metale, trebuia se admitem că atomul electricizat ar avea mișcări foarte complicate; admițînd atomul complex, dispăre și această ultimă dificultate; să considerăm de o cam dată atomul format din *ioni*; fiecare *ion* poate da naștere la cite o radiație, așa încît înlocuim mișcarea complicată a unui singur atom cu mai multe mișcări simple ale ionilor. Un progres enorm se realizează în acest fel. El n'ar putea fi mai bine comparat, decît cu progresul ce s'a realizat în Astronomie, cînd sistemul geocentric al lui *Ptolemeu* a fost înlocuit cu acel heliocentric al lui *Copernic.* Să considerăm numai mișcarea diurnă în cele două sisteme: în cazul sistemului geocentric, trebuie să admitem că stelele, ori cît de depărtate ar fi ele, se învîrtesc în jurul pămîntului în 24 de ore și doar la unele „calea e atît de lungă, că mii de ani i-a trebuit luminei să ajungă“ dela stea la noi. Cit de naturală, este din contra, explicarea mișcării diurne, admițînd că pămîntul se învîrtește în jurul său în 24 de ore. Dispar așa reperiunile enorme, de neînchipuit chiar, ce trebuia să le atribuim stelelor în sistemul lui *Ptolemeu*, în tocmai după cum cade complexitatea neînchipuit de enormă a mișcării atomului cînd îl înlocuim cu un complex de ioni, atribuind fiecărui *ion* mișcări simple.

Din cele ce preced, se vede că putem vorbi acum de o interpretare electrică a materiei. Admițînd atomul compus din *ioni* și atribuind fiecărui *ion* o mișcare potrivită, vom putea explica toate radiațiile, cari pleacă dela un atom; rolul principal îl joacă masa electrică care se mișcă; masa materială a ionului nu intervine cu nimic în explicarea acestor fenomene; de aceea s'a și propus să se neglijeze cu desăvîrșire această masă materială și să reducem *ionul* numai la masa sa electrică, cu alte cuvinte să înlocuim ionul prin *electron.* În acest caz atomul apare format din *electroni*, iar teoria electrică a materiei devine *teoria electronică a ei.*

Rămîne să examinăm concluziile, la cari ne duce teoria electronică a materiei și să răspundem la unele întrebări, cari se pun cu necesitate, sîrvînd să-i probeze temeinicia. Cum teoria se găsește încă la începutul ei, multe probleme, cari se pun, nu se găsesc încă rezolvite. Sînt însă indicații, cari arată că noua teorie poate explica toate proprietățile materiei; așa se pare că ea poate să ni spună de ce complexe de *electroni* îmbracă aparența materiei, ea explică adică masa materială; *Lorentz* arată că s'ar putea explica încă *atracția universală.* Mai departe sînt toți de acord în privința *electronilor* cari formează atomii;

cei mai mulți înclină spre ipoteza atomilor formați numai din *electroni* negativi. Există electroni pozitivi și care e rolul lor? o întrebare la care nu s'a dat încă răspuns satisfăcător. Lista chestiunilor neresolvate e prea lungă pentru a mai insista asupra ei.

Fiind-că electronii cari compun atomii sînt de acelaș felu : se vede că la baza atomilor avem o concepție unitară; atomii diferă între dînșii numai prin numărul electronilor, prin reperiunea lor și prin modul cum sînt aranjați în complex. Teoretic e posibil să luăm cîtiva electroni dintr'un atom și să-i incorporăm la altul: avem atunci puțința de a transforma atomii, unii în alții, adică elementele unele în altele; concluzia teoriei electronice e credința în *transmutarea elementelor*. Vom avea imediat ocasiunea să vedem intrucit stă în puterea noastră să facem această transmutare.

O nouă chestiune se pune, bazată pe materialul adunat de cîteva secole de experiențe: numai în timpul din urmă s'a putut realiza transmutarea substanțelor; casurile sînt foarte rari; complexe de atomi sînt foarte stabile, de aceea s'a crezut atîta timp transmutarea imposibilă; chiar disocierea corpusculară se face cu greutate enormă, cu atît mai greu are loc transformarea unui element în altul. Se impune deci să vedem de ce complexe de atomi sînt așa de stabile. Se admite că electronii efectueșc în interiorul atomului mișcări de rotație, cu reperiuni considerabile. Experiența arată că ori de cîte ori corpurile se găsesc în mișcări repezi de rotație, acțiunea forțelor externe e redusă, așa încît cînd reperiunea mișcării de rotație e foarte mare, corpurile acestea sînt sustrate acțiunii forțelor externe; exemplul clasic e *tîrîzeșul*, care cît se învîrtește, nu cade, și de îndată ce reperiunea de rotație a căzut sub o anumită limită, corpul cade. Tot așa cît timp *bicicleta* se află în mișcare, ea nu cade, dar de îndată ce nu se mai mișcă, cade la pămînt. Sistemele de electroni, cari se învîrtesc în jurul unor axe cu reperiuni aproape de acea a luminei trebuie să fie cu siguranță sustrate acțiunii forțelor externe și de aceea sînt stabile, adică atomii sînt invariabili. Cu toate acestea se pot imagina sisteme de electroni, cari să nu fie stabile; în acest cas electronii s'ar disface pe rînd din sistem, iar corpurile acestea ar suferi o disociere corpusculară spontană. Cari sisteme de electroni ar fi mai aproape de acele nestabile? E natural că sistemele complicate, formate din un mare număr de electroni sînt mai nestabile decît acelea formate din un număr mic de electroni; cu alte cuvinte teoria prevede, că atomii de *pond* înalt trebuie să fie mai puțin stabili, să se disocieze mai ușor. De fapt substanțele radioactive fac toate parte dintre corpurile cu pond atomic mare și anume sînt radioactive Uraniumul, Thoriumul, Radiul, Bismutul, Plumbul radioactiv.

Disocierea materiei, fiind o chestiune de atît de mare în-sămînatate, merită să ne oprim mai mult asupra ei. Să considerăm această disociere din punctul de vedere al energiei pusă în joc,

Cu toate că electronii din atomi constituie sisteme care să reziste forțelor exterioare, se poate prevedea că acestea, cind sint destul de mari, ar putea schimba pe unii electroni din drumul lor; ei pot sări atunci din atom, păstrîndu-și repegiunea lor din sistem. In general ori de cite ori un electron părăsește atomul fie silit ori nu, ca în cazul disocierii spontanee el își păstrează repegiunea sa enormă aproape egală cu cea a luminei. Se știe că energia unui corp în mișcare se măsoară prin produsul jumătății masei sale cu patratul repegiunei. Dacă am admite că la un moment dat 1 gr. de materie s'ar disocia im-prăștiindu-se cu repegiunea numai de 100000000 m. pe secundă, energia acestui gram de materie ar fi de $\frac{0.901}{9.81} \times \frac{1}{2} \times 100.000.000^2$ ceea ce fac 510 miliarde de kilogramometri; cu o asemenea energie s'ar putea mișca un tren de mară, mergînd 36 km. pe ceas, așa ca să înconjoare pămîntul de patru ori. Ca să facă această cursă, arzînd însă cărbuni, ar trebui să se ardă 2.830.000 kgr. de cărbune ceea ce revine la 68000 fr. admițînd 24 fr. tona de cărbune.

Un gram de materie disociață reprezintă deci o valoare comercială de 68000 de franci. Noroc că se disociază cantități foarte mici de substanță. Să ne închipuim că un gram de substanță s'ar desface de-odată în electronii din care e compus; s'ar produce o explozie enormă. Stabilitatea atomilor pune o stavilă disociației corpusculare; ea se face breptat și în cantități foarte mici, așa că numai în cazuri foarte rari pondul substanțelor s'a aflat micșorat din cauza disociației. Dacă disocierea atomilor se face cu dezvoltare de energie, adăugirea de *electroni* la atomi cere consumarea unei cantități colosale de energie; această energie ar servi să dea electronilor enorma repegiune ce o au în atomi.

In momentul încheșării sistemelor de electroni în nebuloasa primitivă, s'au produs de sigur tot felul de sisteme; acele stabile au putut să se păstreze pînă azi; cele mai puțin stabile s'au distrus neconținut, această împrejurare explică raritatea substanțelor radioactive, căci ele sufăr distrugere. Să ni închipuim că, un chimist de astăzi ar fi trăit pe vremea cînd sistemele de electroni sufereau disocieri puternice, acel om ar fi avut sub ochii lui exemple zilnice de transformări de atomi și probabil, că el n'ar fi formulat legea nedestructibilității atomilor. *Bragg* și *Rutherford* au arătat că și metalele comune sufăr asemenea dezagregare; ea este însă așa de slabă, încit nu poate fi pusă în evidență cu mijloacele ce le avem noi de obicei la dispoziție.

Am dezvoltat pînă acum o sumă de concluzii teoretice cu privire la proprietățile atomilor; am pus în special în evidență putința transformării unui corp simplu în altul. E timpul să vedem ce s'a realizat în mod practic în această chestiune. Vom expune această parte după *Soddy*, care a ținut o conferință la «Roentgen—Society» și în care s'a ocupat pe larg cu rezultatele obținute în ceia ce privește transmutarea substanțelor.

Soddy arată că o asemenea transformare e cu putință practic numai într'o direcție: sisteme complexe de electroni perd în urma disocierii pe unii dintre dinșii și dau naștere la sisteme mai simple, adică s'a reușit pînă acum să se transforme elemente cu pond atomic mare, în altele cu pond atomic mic. Studiul acestor transformări a fost urmărit de *Rutherford*. Atomul de Radium, perzînd un electron sub formă de rază α se transformă în *emanație*; această din urmă prin disociare corpusculară se transformă succesiv în *Radium A*, care e solid, apoi în *Radium B*, și *Radium C*; *Rutherford* a urmărit transformările acestea pînă la *Radium F*, care este identic cu *Polonium*. Aceste noi elemente își găsesc deja locul în clasificăția lui *Mendeleef*. Partea care se desface din aceste transformări e Helium, corp a cărui prezență între produsele de disociare a fost dovedită întâi de *Ramsay* și *Soddy* și confirmată mai tîrziu de *Dewar* și *Curie*.

Mărirea pondului atomic al corpurilor obținute nu-i bine cunoscută; *Soddy* admite că pondul atomic al unui element diferă de a precedentului de 4 unități; pierderea aceasta reprezintă Helium (pond atomic 4); radiul are pondul atomic 225, emanația 221; poloniul ar avea atunci pondul atomic 205. Dacă s'ar prepara *Radium G*, acesta ar putea fi *Plumb* sau *Bismut* (207). Transformările acestea au fost urmărite cantitativ; timpul întrebunțat ca să se transforme substanța pe jumătate se numește *durata mijlocie a vieții atomului*. Pentru *Toriu* această durată e de 2.000.000.000 ani; pentru Radium 1885 ani, pentru emanație 5,7 secunde.

Transformările amintite arată că eforturile alchimistilor (e a fabrica aur din celelalte metale erau pe deplin justificate; numai cit ei au procedat greșit; ar fi trebuit să caute să prepare aurul din metale cu pond atomic mai mare. *Soddy* face relativ la această chestiune următoarele observații: ca alchimistii să fabrice aur din metale cu pond atomic mic, ar fi trebuit să adauge atomilor acestor elemente electroni; această adăugire ar fi fost însoțită de o consumare atît de mare de energie, s'ar fi consumat cu această preparare atîta cărbune, încît folosul obținut ar fi fost iluzoriu. Dacă am căuta să fabricăm aur din elemente cu pond atomic mai mare decît al aurului, am ajunge să facem acest lucru, disociînd o parte a atomilor acelor elemente; disociarea aceasta ar pune în libertate atîta energie, încît ea ar constitui folosul principal al fabricoii, pe lîngă care, valoarea aurului obținut ar fi fără însemnătate.

Electroni legați, electroni liberi. În afară de electronii pe cari i-am admis *asociați* pentru a forma atomii—pe acești electroni îi putem numi *legați*, căci se găsesc în complex—avem nevoie să admitem și existența unor electroni cari pot circula printre atomi ori molecule și pe cari *Lorentz* îi numește *liberi*. Rolul acestora în producerea fenomenelor calorifice, luminoase, electrice etc. este enorm. În *vid* nu se găsesc electroni li-

beri.—Pentru a ni face o idee de cit folos e noua concepție a electronilor vom aminti cîteva din fenomenele fizice, la cari ea se aplică. *Drude* a putut stabili o teorie, în care el explică propagarea căldurei prin conductibilitate, ca fiind datorită *electronilor*. Curenții electrici constau după *Lorentz* din electroni, cari se mișcă prin corpul bun conducător. Aceste teorii își au deja succesul lor asigurat, prin faptul că au putut explica unele relații, al căror întăles nu'l putuse descoperi încă fizica neelectronică. *Riecke* și *Drude* au aplicat mai departe această teorie la explicarea fenomenelor așa de bine cunoscute în electricitate sub numele de *Termoelectricitate*, efecte *Peltier* și *Thomson*, fenomenele electrice ce apar la contactul a două metale etc.

Să considerăm doi conductori, cari au la suprafața lor cîte o pătură de electroni. După numărul electronilor, după modul de aranjare etc. se poate întimpla ca alta să fie starea electrică pe un conductor decît pe celălalt; această diferență a stărei electrice o putem constata în mod practic în chipul următor: legăm cei doi conductori prin un fir metalic subțire; dacă starea electrică e aceeași pe amîndoi conductori, ei vor trimete pe fir electroni în acelaș număr, cu aceeași reperiune și în direcții opuse; cîți electroni vor isbuti să treacă de pe un corp pe celalt, toți ațiția vor trece dela al doilea pe întăiul; starea lor electrică nu se va schimba. Să considerăm însă cazul, cînd unul poate trimete mai mulți electroni decît celalt: un curent electric va merge prin fir dela cel d'întăi corp la al doilea. Ca un curent electric să iee deci naștere, este nevoe ca electronii să fie așa aranjați pe un conductor, incît acesta să poată trimete cătră al doilea mai mulți electroni; este nevoe, cu alte cuvinte, ca între conductori să fie o *diferență* a stărei electronilor; această diferență este de demulg cunoscută sub numele de *diferență de potențial*. Atit cheștiunea aceasta cît și altele—o parte deja amintite—ar merita o mai de aproape considerare căci ele își găsesc soluțiile mulțămitoare numai în teoria electronilor. Ar fi să trecem însă peste scopul ce ne-am propus, cînd am hotărît să scriem această revistă. Gîndul nostru fundamental era să arătăm rezultatele positive, la cari s'a ajuns pină acuma și să punem dinaintea cetitorului întregul edificiu de fapte, cari au silit pe învățați, ca să modifice vechea concepție *atomistică*, de care e legată știința omenirii de mai bine de două mii de ani.

Dr. P. Bogdan.