

CONFERENCIA I

GENERALITATS SOBRE LA HIPÒTESI DELS ELEMENTS DISCRETS

A. FETS QUE PORTEN A LA NOCIÓ D'ELEMENT DISCRET

I. Per a Demòcrit, el fet de la possible divisió de la matèria té necessàriament un límit. La última part, «indivisible», l'anomena àtom «*ἄτομον*»

A la mateixa idea responia la noció d'àtom entre els químics quan Dalton ⁽¹⁾, per consideracions teòriques sobre la mateixa, descobrí les lleis de les proporcions constants i de les proporcions múltiples, que, juntament amb la hipòtesi d'Avogadro, són la base de la noció de pes atòmic.

La hipòtesi de la constitució dels cossos per partícules molt petites, discretes, que poden combinar-se constituint parts d'altres cossos, ha estat fecundíssima per a la Química.

Dintre d'un còs determinat s'admet que els àtoms s'agrupen formant molècules, les quals responien al límit del procés de divisió física de què són susceptibles els cossos, fins que altres fenòmens han vingut a demostrar la necessària complexitat de la molècula, de la qual, aixís com de l'àtom, sembla que pugui arrencar-sen partícules de electricitat anomenades electrons, que a la vegada poden ajuntar-se a altres molècules i donen naixença per un i altre procés a «ions», gràcies als quals, líquids i gasos esdevenen conductors de l'Electricitat.

La noció de l'àtom de Demòcrit, equivalent a la noció que després es tingué de la molècula, fou la base de la teoria cinètica dels gasos ideada per Bernouilli, així com de les teories cinètiques de la matèria en general, les quals suposen les molècules en ràpid moviment ^(3, 4, 5). Gran acceptació tingueren aquestes idees, que foren, junt amb la llei de la gravitació universal, la base de les teories de l'Elasticitat, Capil·laritat, etc.

Més tard, s'adonaren els analistes que podien prescindir de la bastida que havia servit per alçar l'edifici de la Física Matemàtica, i presentaren les teories d'aquesta sota la base d'una constitució continua de la matèria i de certes lleis experimentals; i seguint l'exemple de Newton al presentar la llei famosa de la gravitació, a priori, sense altra raó que la de la seva confirmació a posteriori, es bastiren les teories anomenades fenomenològiques que presenten les lleis condensades en equacions diferencials establertes a priori, com la de Newton. Recordi's, per exemple, Lamé, per al qual tot problema de Física matemàtica quedava reduït a un problema d'elecció de coordenades.

Gràcies al esperit geomètric que pogué donar-se a l'exposició de les teories físiques, prescindint de la hipòtesi molecular, aquesta sofrí cert eclipsament.

2. En temps més acostats, però, la teoria atòmica ha reprès sa preponderància en el camp de la Física, mercès a certs fets i consideracions, dels quals ens permetem recordar els següents:

A. El moviment anomenat brownià de partícules petitíssimes, però visibles al microscopi o ultramicroscopi. Es immediat l'atribuir aquests moviments a empentes que reben les dites partícules de les molècules del líquid. Si s'adopta aquesta hipòtesi, es pot arribar a calcular el nombre de molècules que conté un mol o molècula-gram

(per exemple, 16 gr. d'oxigen) número anomenat constant d'Avogadro) que resulta valer $68'5 \times 10^{22}$; essent admirable que el resultat concorde amb l'obtingut per altres observacions que no tenen ni remotament res que veure amb el moviment brownià ⁽¹²⁾.

B. Difracció de raigs X. Aquest és un fet que demostra, per dirho aixís, la «ombra» de les molècules. Ja sigui en la forma primitiva de l'experiment de Knipping i Friederichs, ideat per Laue, ja utilitzant la «reflexió» de Bragg ⁽¹⁴⁾, la naturalesa discontinua i discreta resulta com evident causa de les taques que surten en el clixé fotogràfic, obtingut per transparència a l'atravesar un feix de raigs X una làmina cristalina, o com a causa dels espectres obtinguts per «reflexió» en les diverses cares. Y és cosa admirable que poden calcular-se fàcilment les distàncies relatives entre les molècules reconstruint les malles que formen aquestas, completament d'acord amb els resultats a què condueix l'estudi de la forma externa i simetria consegüent del cristall.

Altres fets podríem citar, que, si no porten a una apreciació directa pel tacte o per la vista de les molècules, són, com els anteriors, evidents i directes conseqüències de la hipòtesi molecular. Tan treballada es troba avui aquesta, que's calculen el nombre de molècules, l'espai que ocupen, la distància que les separa, el diàmetre mitjà, la velocitat mitjana, l'espai mitjà que circulen entre dos topades, etc., etc.

Vegi's el quadre al final de aquestas conferencies.

3. L'electricitat s'ha revelat també en alguna de ses manifestacions, com de naturalesa discreta. Diferents experiments, especialment els de Millikan, observant el moviment d'una partícula electrisada en un camp magnètic ⁽¹²⁾, han dut a considerar com a àtom d'electricitat la carga de $1'59 \times 10^{-19}$ coulombs, o siga $4'77 \times 10^{-10}$

unitats electrostàtiques C. G. S.; ja que sempre que s'ha pogut observar una càrrega elèctrica, s'ha trobat ser un múltiple d'aquest número elemental.

Ara bé, les quantitats d'electricitat iguals o múltiples d'aquella poden ser positives o negatives. En les negatives, van juntes a matèria ponderable de massa molt escassa, constituint els electrons, dels que formen per exemple, els raigs catòdics, havent-se pogut mesurar que la relació de la càrrega elèctrica a la massa és, per exemple, pels raigs de menys velocitat

$$\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^7 \text{ unitats electromagnètiques}$$

la qual, admetent la dita càrrega elèctrica dóna per a m un valor sumament petit, que depèn a més de la velocitat dels electrons que llensa el càtode i que ve a ésser més de mil vegades més petita que la massa de l'ion hidrogen a la Electrolisi. Masses comparables a aquesta del ion hidrogen es troben també a més de les dels ions, en els raigs canals, i dels raigs α del radi que en punt a massa no són més que àtoms d'heli.

D'aquestes i altres propietats ha vingut a atribuir-se una estructura corpuscular complexa a l'àtom al qual se suposa constituït per un cert nucli voltat de electrons. El caràcter electropositiu d'aquell vindria compensat per les càrregues negatives d'aquests. A moviments d'aquests components atribueixen diverses teories la conductibilitat, la difusió, la radiació, i per adaptarles als fets experimentals s'han modificat constantment aquelles, atribuint les més variades propietats a l'edifici atòmic segons la naturalesa del cos que'ls posseeix (*).

Mes no para encara aquí el camp de les teories atòmiques. A elles ha acudit el magnetisme amb la intro-

(*) Vegi's, per exemple, *Bohr Philosophical Magazine*, 1915.

ducció del anomenat magnetón ⁽¹²⁾. Magnetón és el moment magnètic elemental. És al magnetisme ço que l'electrón és a l'Electricitat. Si es consegueix alinear els elements que en forma de petits imans constitueixen tot cos magnètic, de manera que estiguin en l'estat de saturació, resulten els moments magnètics de les molècules-grans múltiples de una certa quantitat 1123,5 que representa el magneto Molar. Per exemple pel ferro el múltipl es 11, pel níquel 3, etc.

Les ratlles espectrals, amb son aspecte discontinu fan pensar en diversos centres de radiació, i gran quantitat de físics han ideat estructura i forces interatòmiques per a explicar-les; busquen sempre son origen en moviments de partícules discretes.

La noció elemental discreta ha invadit fins allò que semblaria menys assequible a ella: l'emissió y absorció de les energies. Una teoria de què ens ocuparem en aquestes línies, fecundíssima en ses conseqüències i única que s'és revelat d'acord ab els fets, es a dir amb la distribució espectral de la energia, porta a creure que el còs que emet ho fa per salts o per glops com si tingués son cabal en certa moneda i no pogués ni cobrar ni pagar més que en ella, sense possibilitat de canvi per altre més petita. ^{(8) (9) (10) (11) (12)}. Aquesta moneda, diguem-ho aixís, pels balanços de l'energia, depèn de la freqüència ν de la vibració del element que emet o absorbeix energia, i val

$$h\nu \text{ ergs}$$

essent h la constant de Planck que val $6'55 \times 10^{-27}$.

B. LA CONSTITUCIÓ DISCRETA DE LA MATERIA DEDUIDA
DE LA IMPOSSIBILITAT DEL PERPETUUM MOBILE

(3) (8) (9) (11) (14)

Tots els fenòmens naturals són irreversibles ja per rahò del frec, de la conductibilitat, de l'efecte de Joule, etc., que en ells de una manera o altra intervenen.

Aquesta irreversibilitat pot considerarse com una tendència dels cossos a passar a un estat més segur, més probable, d'existència. Així per exemple, si en un pot s'hi troben granets fins de dos colors, per exemple els uns blancs i els altres negres, al sacsejar el pot, la barreja tendeix fatalment a ésser de color gris. Quan se deixa caure una agulla de llargada b sobre un paper en què previamente s'ha traçat una serie de rectes paral·leles equidistants, essent a la distancia entre dues de consecutives, fatalment la relació entre'l nombre de casos en què l'agulla talla a alguna d'aquelles rectes i el de vegades en què no les talla tendeix a $\frac{2b}{\pi a}$ quan el joc es repeteix més i més. Y com aquests podríam citar mils altres casos.

Resulta de tot això que l'atzar porta a una *fatalitat*, té una fatalitat o una irreversibilitat. Inversament, podem referir aquesta a l'atzar i aplicar-hi les lleis de la probabilitat. Mes perquè això sigui possible, és necessari que comptem amb un gran nombre d'individus elementals. La color grisa d'aquella barreja de què s'ha parlat tot just serà més veritat com més grans hi hagi; el valor límit $\frac{2b}{\pi a}$ serà tant més exacte com més vegades se llenci l'agulla; les lleis de mortalitat i seguros necessiten per a poder-se aplicar que les companyies contin amb molts assegurats i tant més exactes són quant major és son nombre.

Asignem a cada estat o configuració d'un determinat sistema una certa probabilitat d'existència. Diem que en la marxa del temps, si aquell estat o configuració del sistema s'isolat, es transforma, *és que passa a un estat més probable.*

Enunciada així la noció de probabilitat no té gaire sentit precís. No ha arribat a obtenir-lo encara, «in genere» sols en certs casos particulars, com veurem tot seguit. No obstant, admetem que existeix per a cada sistema una certa funció que defineixi la probabilitat, és a dir, que augmenti al transformar-se, abandonat a sí mateix, el sistema isolat.

S'anomena entropia el logaritme de la dita probabilitat, multiplicat per una constant absoluta igual per a tot. Si E es la entropia, W la probabilitat i K la dita constant, anomenada de Boltzmann;

$$S = K \ln W$$

Si un sistema és compost de dugues parts independents, la probabilitat del sistema total serà el producte de les dels components, segons es conseqüència de la noció mateixa de probabilitat. L'entropia d'un sistema en virtut de la definició anterior serà, doncs, la suma de les entropies dels sistemes parcials que'ls componen, sempre i quan siguin independents.

En la conferència següent exposarem qué es pren com a probabilitat en els gasos monoatòmics.

