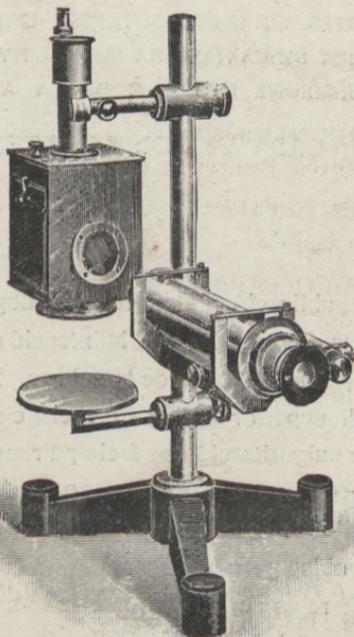


MINERVA

COL·LECCIÓ
CÒNEXIMENTS



POPULAR DELS
INDISPENSABLES



EL RADI

PER

ESTEVE TERRADES

MEMBRE DE L'INSTITUT

Vol. 5

35 cts.

MINERVA

COL·LECCIÓ POPULAR
DELS CONEIXEMENTS INDISPENSABLES
EDITADA PEL CONSELL DE PEDAGOGÍA
DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA

SERIE DE PETITS VOLUMS CONTENINT CADA UN D'ELLS UN
RESUM COMPLET DE LA MATERIA RESPECTIVA I DOCUMENTATS
AMB IL·LUSTRACIONS, SOTA COBERTA A DUGHES TINTES

CADA VOLLIM: 0'35 PTES.

Amb aquesta publicació el Consell de Pedagogía de la Diputació de Barcelona tracta d'eixamplar més la intenció que el creava, extenent tant com sigui possible l'ambient de la cultura. No solament calen organismes d'estudi superior i d'alta creació científica i artística, mes també òrguens de vulgarització que facin patrimoni de totes les classes aquelles coneixences que són el fons comú de la cultura, i el divers grau de possessió de les quals senyala el rang divers de cada poble en el cercle dels pobles germans.

A la nostra terra es sent cada dia més la necessitat de guanyar el temps perdut, i per això cal — i a això aspira aquesta *Col·lecció popular dels coneixements indispensables* — suplir moltes deficiències nades no tant de les exigències avars que porta l'especialització, com de l'absència de plans orgànics d'ensenyança.

EL RADI

MINERVA

COL·LECCIÓ POPULAR DELS CONEIXEMENTS INDISPENSABLES
EDITADA PEL CONSELL DE PEDAGOGIA
DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA

VOLUM 5

EL RADI

PER

ESTEVE TERRADES

Membre de l'Institut



R. 14811

BARCELONA

DIPÒSIT GENERAL: BONAVIA & DURAN, BOQUERIA, 20

Es propietat del Consell de Pedagogia de la Diputació de Barcelona.

Reservats els drets de traducció i reproducció.

SUMARI

1. — Preliminar.
 2. — Accions generals del Radi.
 3. — Raigs α .
 4. — Raigs β .
 5. — Raigs γ .
 6. — Explicació de la ionisació.
 7. — Transformacions radioactives.
 8. — Noció d'equilibri i unitat.
 9. — Mesures.
 10. — L'àtom de Bohr.
- Bibliografia.

1. PRELIMINAR

Es sabut que, fregant una barra de vidre, lacre, ebonita o àmbar amb una pell o un drap de llana, adquireix la barra la propietat d'atraure cossos lleugers, com, per exemple, trocets de paper.

Si la barra és de metall, no es consegueix aquesta propietat més que prenent la precaució de sostenir la barra de metall per l'intermedi de vidre, lacre, ebonita o àmbar.

De tot còs que, mitjançant el frec amb la llana o amb la pell, ha adquirit la possibilitat d'atraure cossos lleugers, se'n diu que està *electrisat* o que ha adquirit *Electricitat*.

Un metall pot ésser electrisat d'altra manera: per influència. Una bola metàl·lica, sostinguda per una columna de vidre, adquireix electricitat en acostar-hi una barra electrisada. L'electrisació desapareix en allunyar la barra, mes si es posa simultàniament la bola en comunicació amb terra, l'electrisació romàn.

Dugues boles electrisades, penjades, per exemple, de fils de seda, s'atrauen o es separen. Es diu en el primer cas, que tenen electricitat de signe contrari, i en el segon cas, del mateix signe.

Avui s'expliquen els fets que acabem de senyalar, atribuint l'Electricitat a petitíssimes partícules materials, anomenades *electrons*, cada un dels quals porta una certa càrrega elèctrica. La materia es suposa contenir moltíssims electrons. Segons sigui el lligam d'aquests a les molècules, el còs és neutre, és a dir, no manifesta propietats elèctriques, o bé el còs és electrisat.

En la molècula neutra, els electrons es suposen repartits al voltant del nucli central de la molècula, com els planetes al voltant del Sol. Si per un o altre mecanisme la molècula es veu privada d'alguns dels electrons que la integren en l'estat neutre, queda un *ion positiu*. Al revés, si a les molècules neutres, venen a ajuntar-se electrons lliures, s'obté un *ion negatiu*.

Tenim així, per un mecanisme que queda per explicar, *electricitat positiva* constituïda per *ions positius*, i *electricitat negativa* formada per *ions negatius* o bé per electrons sols.

El mecanisme de formació d'ions és anomenat *ionisació*.

Les molècules dels metalls i les dels cossos tals com el vidre, el lacre i l'àmbar, anomenats dielèctrics, són diferents en sa constitució. Les primeres cedeixen amb gran facilitat els electrons, els quals corren d'un lloc a l'altre de la massa metàl·lica. En canvi, les molècules dels dielèctrics presenten resistència o dificultat a deixar-se llevar els electrons, que retenen amb una força determinada.

Amb aquesta manera de veure, és fàcil explicar l'electrisació pel frec.

La pell o el drap, arrenquen del dielèctric alguns electrons, o són aquests arrencats de la pell i el drap i passen de més al dielèctric. Segons succeeixi la una o l'altra cosa, l'electrisació és positiva (vidre) o negativa (ebonita). En canvi, en els metalls, de no pendre la precaució abans dita, els electrons imbuïts en el metall, corren rapidíssimament a terra, o venen de terra a restablir els arrencats, ja que la terra pot ésser considerada com un metall de proporcions considerables, i els que ixin de la terra o hi vagin no han de poder alterar pràcticament en res l'electrisació de la mateixa. Si el metall es sosté per un fil de seda o una columna de vidre o ebonita, com que aquestes no deixen trànsit fàcil als electrons, no poden marxar a terra ni venir d'aquesta per a restablir l'equilibri.

L'electrisació per influència s'explica com a conseqüència de les accions d'atracció i repulsió entre les dugues electricitats positiva i negativa, junt amb la gran mobilitat dels ions en els metalls. El fet que posant un metall a terra, quedi carregat amb electricitat contrària a la de l'influent, és degut a què còs influenciat i terra formen un, en el qual l'electricitat del mateix signe de la del còs influent és llençada a terra i la de signe contrari és atreta.

L'aparell anomenat *electroscop*, fig. 1, és format per una barreta metàl·lica A, de la qual pengen dugues laminetes d'alumini o pans d'or E, la divergència de les quals s'observa al través de l'obertura F. La barreta A, per al major isolament de la lamineta, porta en S un troc d'àmbar. Per electrisar i fer divergir les laminetes es toquen amb el fil metàl·lic B D degudament electrisat. Un cop conseguida la divergència, es fa girar el fil B C i deixa d'haver-hi contacte amb l'E.

C és una caixa de plom o al menys una caixa metàl·lica que de vegades porta a W una obertura tapada per una làmina molt prima d'alumini. Aquesta làmina no hi és en certs tipus. La divergència de les laminetes pot pendre's com a mesura del grau d'electrisació que hagi assolit el fil B C.

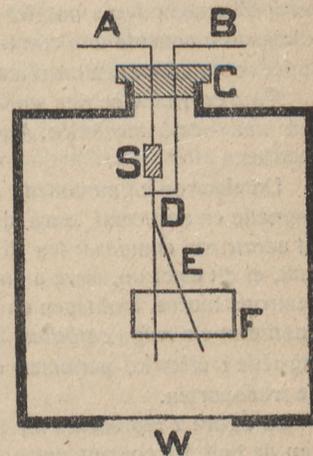


Fig. 1

Una càrrega elèctrica o un còs electrisat, a *moure's*, provoca una desviació de l'agulla imantada. Quan es desvia l'agulla, diem que s'és produït un camp magnètic. Una càrrega elèctrica en moviment determina un *camp magnètic*. Recíprocament, si es produeix un camp magnètic, s'atribueix a una càrrega elèctrica en moviment, lo que s'anomena *corrent elèctrica*.

S'obté corrent elèctrica unint amb un fil de coure dugues barres, una de coure i altra de zinc, posades dins un vas amb àcid sulfúric (pila). S'ha convingut en anomenar pol positiu el coure i negatiu el zinc, i s'ha atribuït un cert sentit positiu a la corrent quan va del positiu al negatiu per fóra de la pila.

Quan la corrent atravesa la disolució d'una sal o àcid mineral en l'aigua, es formen en els fils o plaques d'entrada i sortida de la corrent en el líquid certs pòsits o desprendiments de gasos. El pes d'aquests pòsits o desprendiments serveix de mesura a la *intensitat de la corrent*.

Es diu que la corrent és d'un *Ampere*, quan de la dissolució de nítrat de plata es disposa damunt el fil o placa de sortida de la corrent 4026 mgrs. de plata per hora.

Es sabut que les substàncies magnètiques són les que atrauen el ferro. El mateix ferro pot fer-se magnètic introduint-lo en una bobina i llençant a aquesta una corrent elèctrica. L'acer que ha sofert aquesta acció, resta permanentment magnètic i és un *imàn*.

Tota corrent elèctrica en el camp d'un imàn o còs magnètic, sofreix una acció mecànica. Aquesta acció és el fonament dels motors elèctrics.

Un electron en moviment, fa una corrent. Si s'atravessa un camp magnètic en son camí, serà desviat. La mesura d'aquesta desviació pot servir per comparar les diverses velocitats dels electrons. Igualment, el dit electron, si ve a atravesar un camp elèctric, serà desviat. Electrons lliures, s'obtenen en la descàrrega al través de tubs de buit, constituint els *raigs catòdics*. Les mesures de desviacions en un camp magnètic i elèctric, permeten determinar el pes i la càrrega elèctrica que transporten.

La figura 2 representa un tub Crookes, en el qual s'ha fet un cert grau de buit. La corrent entra per A (anode) i surt per B (catode). De

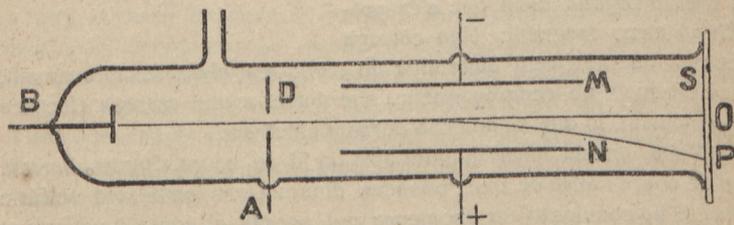


Fig. 2

la superfície del catode emergeixen una serie de raigs, que passen al través de l'anode foradat D i fan una taca fosforescent sobre la placa de vidre O. Un camp elèctric, determinat pels plats A i B en comunicació amb una bateria de piles, desvia la taca de O a P. Igual desviació

s'obtidria amb un camp magnètic l'eix del qual fos perpendicular al dibuix.

Mesurada la càrrega elèctrica que transporta cada gra o element dels raigs catòdics, es troba ésser $1,59 \times 10^{-19}$ Coulombs. (Un coulomb cada segon representa la corrent d'un ampere). La massa material és petitíssima. Un número d'ells igual a un 1 seguit de 27 zeros no arriba a fer un gram. En canvi la seva velocitat és de kilòmetres per segon.

A la topada dels electrons sobre el vidre, neixen els raigs X, capaçs d'impressionar una placa fotogràfica, de produir fosforescència amb el platinocianur de bari, de descarregar un electroscop per sa sola presència, etc., etc. Aquests raigs són molt absorbits pel plom.

2. ACCIONS GENERALS DEL RADI

Radi és un còs de propietats singulars. Una d'elles, és, que una pantalla de platinocianur de bari mostra fosforescència prop d'ell. Altra, que la placa fotogràfica és impressionada encara que estigui coberta per un cert gruix de fusta o paper. Finalment, una tercera propietat important és que descarrega fàcilment un electroscop. A l'acostar-lo a ell, les laminetes corren ràpidament, tant més ràpidament com més radi hi hagi. Recíprocament la mesura de la velocitat de caiguda porta a conèixer la quantitat de radi.

Ara bé; el fet de descarregar l'electroscop, s'interpreta dient que l'aire s'és fet conductor, s'és ionisat i, un cop enriquit d'ions positius i negatius, s'és fet conductor, ja que els positius són orientats en un sentit i els negatius en l'oposat i aquest doble moviment és una veritable corrent elèctrica que nivella totseguit les càrregues.

El radi, doncs, *ionisa l'aire*. Sobre la manera com provoca la formació d'ions, insistirem més endavant.

Suposem un preparat de radi en el fons d'un petit didal de plom de parets força groixudes (6 a 7 mm.) Una placa fotogràfica exposada a la obertura del didal, malgrat estar enclosa i protegida per la tapa del xassis, és impressionada com si el radi fos lluminós d'una llum invisible que atravesa la fusta. Del radi emergeix, doncs, una *radiació* especial, de la qual poden ésser isolats raigs mitjançant pantalles de plom foradades. El plom, en efecte, si el gruix és suficient, sembla opac per les radiacions del radi.

Un camp magnètic permet un anàlisi de la radiació especial del radi. Suposem un camp magnètic dirigit d'avant a arrera* i exposem la radiació del radi contingut en el didal del dit camp. Una placa fotogràfica posada de cantó damunt el didal, paral·lelament al pla del dibuix i, per tant, perpendicularment a la direcció del camp magnètic, al revelar-la mostra tres impressions, fig. 3. Una desviada a l'esquerra, es diu que és produïda per raigs α , la desviada a la dreta per raigs β i la no desviada pel camp magnètic s'anomena raigs γ .

El sentit de la desviació dels raigs α és la mateixa que sofriria una càrrega elèctrica positiva al moure's sortint del didal de plom; i el sentit de la desviació dels raigs β és el mateix en què es desvien els raigs catòdics, i correspon al moviment de càrregues negatives. Per tant, és lògic atribuir els raigs α a càrregues positives en moviment, els β a càrregues negatives llençades pel radi. Els γ són semblants a la llum, no són transport de cap càrrega, són ondulacions immaterials, com la gravitació, com la radiació en general. Es comprova el sotsdit transport directament; allà on cauen els raigs α deixen càrrega elèctrica positiva, allà on cauen els β càrrega negativa.

La mesura de la desviació en el camp magnètic, permet profundisar encara en l'anàlisi de les radiacions; procedint com s'ha dit pels raigs catòdics, es troben els números que segueixen a continuació. Repetim que el coulomb és la unitat de càrrega elèctrica. Una càrrega d'un coulomb que atravesi cada segon una determinada secció de fil metàl·lic, equival a un ampere.



Fig. 3

* Direcció d'un camp magnètic.

Es la direcció que pendria una agulla imantada col·locada en ell si s'eliminés l'acció magnètica de la terra.

Raigs α . Són partícules, cada una amb la

Càrrega elèctrica $2 \times 1.59 \times 10^{-19}$ Coulombs +
 Càrrega material
 o massa 3.2×10^{-24} grams

Raigs β . Són partícules, cada una amb la

Càrrega elèctrica 1.59×10^{-19} Coulomb -
 Càrrega material
 o massa 1×10^{-27} grams

Com es veu, els raigs α estan formats per partícules 1,000 vegades més pesades que les partícules de raigs β . La càrrega elèctrica de aquests és el *quantum* d'electricitat, la quantitat més petita de càrrega elèctrica coneguda.

Un gram de radi emet 3.4×10^{10} partícules α per segon, amb velocitats variables, que en la sortida, són de l'ordre de

$$1.6 \times 10^{-8} \text{ cm. per segon}$$

Els raigs β , tenen velocitats moltíssim més grans; algunes són molt pròximes de la velocitat de la llum; poden ésser presos

$$0.3 \text{ a } 0.99 \times 3 \times 10^{10} \text{ cm. per segon}$$

com a límits extrems.

Resultat: Que el còs radioactiu és de constitució inestable i dona lloc a una radiació semblant a un bombeig de granades de grans dimensions a poca velocitat (raigs α) i bales petites a gran velocitat i penetració (raigs β). Els raigs γ podrien, en aquest símil, ésser comparats al soroll de l'explosió. Com les ones sonores, arriben molt més lluny que les bales.

3. RAIGS α

Després d'esmentar les susdites propietats generals, farem un lleuger resum de les corresponents a cada una de les tres espècies de radiacions del radi, començant pels raigs α .

Són aquests ràpidament absorbits per l'aire.

A la pressió atmosfèrica sols recorren de 2 a 9 cm.

El recorregut és proporcional al cub de la velocitat inicial.

No passen a través d'una làmina d'alumini de 0,1 mm. de gruix.

Posada una làmina d'alumini molt aprop del radi, són absorbits en la massa de metall.

A l'ésser després escalfat aquest, desprèn el gas anomenat heli.

Altres ensaigs demostren que les partícules α són àtoms d'heli amb càrrega positiva igual al doble del quantum.

Determinen una ionisació molt intensa en son trajecte.

La blenda de Sidot posada molt aprop de la sal de radi, al rebre el bombeig de la partícula α , acusa el xoc de cada partícula per una lluentor momentània en el lloc que el sofreix.

Aquesta propietat s'utilitza per comptar el nombre de partícules α , que emet un pes definit de radi.

4. RAIGS β

Són menys fàcilment absorbits en l'aire del que arriben a atravesar 5 m.

Atravessen fins 7 mm. d'alumini.

S'emporten el 24 % de l'energia radio-activa.

La naturalesa d'aquests raigs és molt semblant, per no dir igual, a la dels raigs catòdics.

Quan es vol separar son efecte dels raigs γ , s'examinen primer sos efectes junts i després s'absorbeixen els β amb alumini, quedant sols els γ .

Quan els raigs β atravessen una placa metàl·lica, no surten en la direcció que han entrat.

Els raigs es difonen, probablement degut als xocs amb les molècules de la làmina.

La difusió pot arribar a una reflexió parcial.

5. RAIGS γ

Són molt penetrants. En l'aire, a la pressió atmosfèrica arriben a 250 m. S'emporten el 10 % de l'energia total de la radiació. Atravessen gruixos de plom de 10 mm. A l'ésser interceptats per diferents cossos, donen lloc a la producció de raigs β . El nombre de partícules β en aquesta radiació secundària és al menys igual al de partícules β , que es generen simultaniament amb els raigs γ .

Els raigs γ s'analitzen filtrant-los al través d'alumini i plom. Una làmina cristal·lina proporciona, per reflexió, un espectre de raigs γ , és a dir, són separats els raigs γ de diferents tons, com un prisme dona un espectre dels diferents colors. Per aquest mitjà s'ha pogut demostrar que els raigs γ són efectivament radiacions com les lluminoses, però la longitud d'ona és molt més petita, per exemple:

$$0,1 \times 10^{-10} \text{ m.}$$

Els raigs γ més penetrants són els emesos pels raigs β , de més velocitat.

Per tenir una idea del diferent poder de penetració dels raigs α , β i γ direm que els primers atravessen una fulla de paper de 0,003 centímetres, els β una de 0,2 i els γ una de 15.

6. EXPLICACIÓ DE LA IONISACIÓ

Sabent ja què cosa constitueix la radiació, veïam com s'explica la conducció de l'aire provocada per la mateixa.

Admetem que els àtoms dels cossos materials són formats per un nucli positiu enrondat d'una serie de corpúsculs β , o electrons, els quals giren a l'entorn d'aquella com els planetes al voltant del Sol. Al rebre un sistema d'aquesta mena, el xoc d'una partícula α o β , és separat un electron del sistema — p. e. l'electron menys estable — i passa la resta, de neutra que era, a ésser electrisada positivament. L'electron vagamón, per sa part, s'uneix a un sistema neutre complet i ja es troba aquest amb excés de càrrega negativa. Aquests dos sistemes, format l'un amb defecte i l'altre amb excés de càrrega negativa, són els ions.

Els s'encarreguen del transport de l'electricitat acumulada en l'agulla de l'electrometre, ja que aquesta electricitat atraurà els ions de signe contrari i repel·lirà els del mateix signe. Es neutralitzarà, per tant, amb aquells. Els raigs γ produeixen també la ionisació, però aquesta és més difícil d'ésser explicada. Tal vegada sigui un efecte secundari promogut per la producció de raigs β . Aquest mecanisme de producció de raigs β pels raigs γ és encara un misteri.

L'existència dels ions en l'aire pot ésser provada de diverses maneres. Un mitjà quasi directe consisteix en provocar sobre els mateixos la condensació de petites gotes de vapor sobresaturat, mitjançant una disminució ràpida de pressió. Al voltant de cada ion es forma una goteta, i totes plegades formen un núvol que devalla lentament.

7. TRANSFORMACIONS RADIOACTIVES

Es un fet que l'aire en contacte amb sal de radi, actini o thori, (cossos aquests últims de propietats semblants a les del radi) adquireix propietats radioactives. Dut apart l'aire que ha estat en contacte amb aquestes sals, la radioactivitat desapareix, al cap d'unes setmanes, si es tracta del radi, de quinze dies si es tracta del thori, en un minut si es tracta de l'actini. Un objecte col·locat en el gas radioactiu adquireix també radioactivitat.

Es fòra de tot dubte que l'element que constitueix la radioactivitat de l'aire és un gas denominat *emanació* que es condensa a la temperatura de l'aire líquid i que es condueix químicament d'una manera inerte. Aquest gas es transforma ràpidament en un còs sòlid anomenat radi A, que es diposita sobre les parets del recipient on aquell era contingut. El radi, al donar lloc a la emanació, produeix raigs α . Es a dir:

Radi = heli + emanació.

Aquesta transformació s'efectua continuament. La emanació per la seva banda també es descompòn i desprenent heli altra vegada, dona lloc a radi B., etc., segons s'indica en els següents estats, en els quals es parteix per al radi de l'element originari que és l'urani.

MINERVA

Element	Pès atòmic	Radiació	Recorregut	Vida	Reduc. unif.
Urani I	238'5	α	2'7 cm.	9×10^9 a	
» II	234'5	α	2'2 »	2×10^5 a	
» X	230'5	β, γ		35'5 d.	24'6 d
Ioni	230'5	α	2'8 »	5×10^5 a	
Radi	226'5	α, β	5'5 »	2900 a	1800 a
Emanació Ra	222'5	α	4'2 »	5'5 d	3'85 d
Radi A	218'5	α	4'8 »	4'3 m	3 m
» B	214'5	β		38'5 m	27 m
» C	214'5	α, β, γ	7'06 »	28'1 m	20 m
» D	210'5	β		21 a	15 a
» E	210'5	β		6'9 d	4'8 d
» F (poloni)	210'5	α	3'8 »	202 d	140 d
» G (poloni?)	206'5				

a = anys, d = dies, m = minuts.

Element	Pès atòmic	Radiació	Vida mitja	Reduc. unif.
Tori	232'5	α	10^{10} a	
Mesotori I	228'5		7'9 a	5'5 a
» II	228'5	β	8'9 h	6'2 h
Radiatori	228'5	α	1065 d	737 d
Tori X	224'5	α, β	5'35 d	3'6 d
Emanació de Tori	220'5	α	76 s	54 s
Tori A	216'5	α	15'3 h	11 h
» B	212'5	β	79 m	55 m
» C	212'5	α		
» D	208'5	β, γ	4'5 m	3 m

Actini				
Radioactini	α, β		28'1 d	19'5 d
Actini X	α		15 d	10'5 d
Emanació de Act.	α		5'6 s	3'9 s
Actini A	α		0'002 s	
» B	β		52'1 m	36 m
» C	α		2'15 m	2 m
» D	β, γ		7'2 m	5 m

h = hores, s = segons.

EL RADI

Cada element en aquests estats és caracteritzat per les seves accions radioactives especials que el distingeixen dels altres pel seu pes atòmic, pel seu espectre lluminós, etc.

En totes aquestes transformacions regeix la llei de la massa, a saber, la quantitat de substàncies que es transforma en proporcional a la quantitat d'element que resta per transformar. L'anomenada constant de reducció a la meitat és el temps que transcorre des que una quantitat determinada de substància comença la transformació fins que sols n'hi ha la meitat, havent-se transformat totalment l'altra meitat.

Es interessantíssim observar com disminueixen els pesos atòmics en despendre's de cada àtom radioactiu un àtom d'heli formant la partícula α . El pes atòmic de l'heli és 4. La cosa més sorprenent és com s'arriba al plom com element final de la serie del radi, el qual sembla ja estable. O tal vegada necessita tant de temps per la transformació i és aquesta tan lenta, que no ha pogut ésser apreciada. En tal cas tots els elements podrien ésser considerats radioactius i ésser la radioactivitat propietat general de la matèria. De fet, certes molècules són inestables en determinades condicions de pressió i temperatura.

8. NOCIÓ D'EQUILIBRI I UNITATS

Una sal radioactiva o metall dona lloc a diversos productes que per la seva banda es transformen. Suposem un gram de radi en un recinte tancat. Al cap d'un temps hi haurà radi, emanació, heli, radi A, etc. Suposem que el temps transcorregut des que fou tancat el radi sigui gran comparat amb la vida de la emanació, vg.: quinze dies o un mes. La quantitat d'emanació es conservarà constant durant molts anys, puix s'haurà conseguit un estat d'equilibri en el qual es descompondrà tant àtoms de radi, durant la emanació, com àtoms d'emanació es descompondrà per la seva banda en radi A i partícules α . I la proporció relativa de radi i emanació serà proporcional a la vida de ambdues: com més efímera sigui relativament p. e. la de la emanació, menys àtoms d'emanació hi haurà. Aquesta llei de proporció ha permès calcular les vides de l'urani, p. e., midant les proporcions del mateix i del radi en els minerals.

Per precisar suposem que d'una substancia determinada G. es desprenen cada segon 2 partícules que es descomponen, donant origen cada una per la seva banda a 2 partícules, una de la substancia G₁ i altra de la substancia G₂. Admetem que la partícula G₁ viu tres segons i la G₂ quatre. Veusaquí per diversos segons de temps les quantitats que es tindran de G₁ i G₂ en el recinte on G és transformat:

Primer segon	G ₁ (vida 3 seg.)	G ₂ (vida 4 seg.)
Segon »	2=2	2=2
Tercer »	2+2=4	2+2=4
Quart »	2+2+2=6	2+2+2=6
Quint »	2+2+2+2=8	2+2+2+2=8
Sisè »	6+2=8	8+2=10
Setè »	6	8
Octau »	6	8

Com es veu, les quantitats 6 i 8 són en la mateixa proporció que les vides respectives.

Aquesta noció d'equilibri és molt important. Així quan es defineix el *Curie* es diu que és la radioactivitat que presenta o correspon a l'emanació en equilibri amb 1 gr. de radi.

Ja hem dit que 1 gr. de radi emet per segon 3.4×10^{10} partícules α . A més, cada partícula produeix en son recorregut 155,000 ions. Cada ion porta una càrrega de 1.59×10^{-19} coulombs. Doncs la corrent de saturació que provoca un gram de sal de radi entre dugues làmines metàl·liques entre les quals hi hagi un camp de força elèctrica, obtingut mitjantçant una pila, serà:

$$3.4 \times 10^{10} \times 1.55 \times 10^{-5} \times 1.59 \times 10^{-19} = 0.807 \text{ amperes}$$

Quantitats menors produiràn corrents més petites.

La unitat Mache és la que determina una corrent de 1.000 unitats electroestàtiques, o sigui, dit d'una altra manera, 355×10^{-9} amperes.

9. MESURES

El Congrés internacional de Radiologia de Brussel·les (1910) acordà dipositar al *Bureau des poids et mesures* un patró de radi. Es aquest un pes (21.99 mg.) determinat amb molta cura, de clorur de radi pur. Un altre patró hi ha a Viena (31.17 mg). Els dos preparats provenen de blenda de Joachimsthal, que no té mesotori. Aquest, molt difícil de separar del radi, es reconeix en el fet de què l'activitat de la sal ve molt disminuïda transcorreguts uns sis mesos, per exemple, després de la seva preparació.

En possessió d'un patró de radi, la mesura d'una quantitat donada del mateix, pot fer-se com segueix.

Distingirem dos casos, segons es tracti d'una quantitat relativament gran de radi o que es tracti d'una quantitat petita.

Primer cas. Es tanca el radi dins una caixa de plom de parets d'uns 7 mm. de gruix i s'exposa a l'electroscop. S'examina la caiguda de les laminetes. Es repeteix la operació amb el patró. El quocient de les velocitats de caiguda de les fulles és el quocient de les quantitats de radi.

Convé que els tubs de vidre que contenen el radi siguin ben closos, per evitar la sortida de l'emanació, que alteraria les mesures al convertir-se en raigs γ .

Segon cas. Si la quantitat de sal és molt petita, es fa ús de la ionisació produïda per l'emanació. La fig. 4 representa un electroscop

per reconèixer l'activitat d'aigües minerals. S'omple A d'un líquid; s'obre la clau C i al sortir, deixa un buit, mitjançant el qual entra l'emanació per B. Aquesta determina la ionisació de l'aire de la cambra A i estableix, per tant, comunicació entre R i les parets d'A, de manera que les làmines L de l'electroscop, que comuniquen amb R per l'intermig del suport aïllador S, cauen. S'observa la velocitat de la caiguda amb l'emanació procedent del líquid que s'estudia i amb la procedent d'un líquid patró, obtinguda amb la dissolució en àcid clorhídric o nítric d'una certa quantitat (50 mgrs.) de blenda de Joachimsthal o altra de composició coneguda, de manera que pot saber-se quina sigui la quantitat de radi que té.

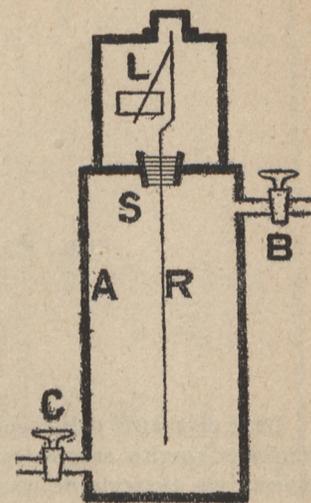


Fig. 4

10. L'ATOM DE BOHR *

De la disposició dels cossos simples, ordenats segons llurs pesos atòmics en rengles successius i de manera que es corresponguin en columna els elements de constitució consemblant i reaccions anàlogues, se'n diu sistema periòdic d'elements. Veusaquí aquest estat:

* Per la intel·ligència d'aquest article es necessiten alguns coneixements, encara que elementals, de Física i Química.

0	1	2	3	4	5	6	7	8
(2) He 4	(3) Li 7.03	(4) Be 9.1	(5) B 11	(6) C 12	(7) N 14	(8) O 16	(9) F 19	
(10) Ne 20	(11) Na 23.05	(12) Mg 24.36	(13) Al 27.1	(14) Si 28.4	(15) Ph 31.0	(16) S 32.06	(17) Cl 35.45	
(18) A 39.9	(19) K 39.15	(20) Ca 40.1	(21) Sc 44.1	(22) Ti 48.1	(23) Y 51.2	(24) Cr 52.1	(25) Mn 55.0	55.9 Fe (26) 58.7 Co (27) 58.7 Ni (28)
(39) Kr 81.8	(29) Cu 65.6	(30) Zn 65.4	(31) Ga 70	(32) Ge 72.5	(33) As 75	(34) Se 79.2	(35) Br 79.9	(36) (37) (38)
(50) (51)	(40) Rb 85.5	(41) Sr 87.6	(42) Y 89.0	(43) Li 90.6	(44) Nb 94	(45) Mo 96	(46)	101.7 Ru (47) 106.5 Rh (48) 106.5 Pd (49)
(58) X 128	(51) Ag 107.95	(52) Cd 112.4	(53) In 115	(54) Sn 119	(55) Sb 120.2	(56) Te 127.6	(57) I 127	
(67)	(59) Cs 133	(60) Ba 137.4	(61) La ^a 138.9	(62) Ce 140.2	(63)	(64)	(65)	(66)
(78)	(68)	(69)	(70) Yb 173.0	(71) Ta 181	(72) W 184	(73) Os 191 193.0 Ir (75) 194 Pt (76) 194 (77)	(74)	(75) (76) (77)
	(79) Au 197.2	(80) Hg 200	(81) Tl 204.1	(82) Pb 206.0	(83) Bi 208.9	(84)	(85)	(86)
	Ra 226		Th 232.5	U 238.5				

En 1904 proposà J. J. Thompson, per explicar diverses propietats de la matèria i l'electricitat, una hipòtesi, en la qual es considera l'àtom format per un nucli positiu rodejat d'electrons negatius a tall de satèl·lits i la càrrega total dels quals fos igual a la d'aquell per poder neutralitzar-lo. Aquest tipu d'àtom ha estat objecte de diversos «perfeccionaments». L'àtom d'última hora sembla ésser el de Bohr. Es constituït per un nucli positiu petit, encara que dotat de forta massa material, rodejat d'un nombre d'electrons *igual al número atòmic*. Aquest número indica el lloc que l'element ocupa en l'escala de Mendeleieff i és aproximadament igual al pes atòmic dividit per dos i completat fins deixar-lo enter, al menys per als elements de la primera meitat del quadre.

Les vibracions dels electrons donen lloc als raigs espectrals; les dels electrons més pròxims al nucli donen tal vegada els γ més penetrants. En quant al mecanisme de l'emissió, Bohr admet que s'efectua en passar els àtoms d'un a l'altre dels estats diversos de moviment possibles en els quals la velocitat de rotació és uniforme. L'emissió resulta així discontinua, i en cada emissió si ν és la freqüència del vibrador, es lliberta del seu caràcter potencial a una energia igual a $h\nu$, sent h un enter i h la constant universal de Planck, que val

$$7 \cdot 10 \times 10^{-17} \frac{\text{erg}}{\text{seg}}$$

Mitjançant aquest model d'àtom explica Bohr les ratlles espectrals que formen determinades series ($\gamma = 2$, serie de Balmer; $\gamma = 3$, serie de Ritz-Paschen), així com les ratlles espectrals de raigs X o γ característics de diverses substàncies. Analisats especialment els raigs γ per l'espectrometre de placa cristal·lina, els resultats experimentats són d'acord amb la teoria.

Quan una substància radioactiva emet una partícula α , en resulta altra de diversa valença i diverses propietats químiques. La nova substància es troba dugues columnes cap a l'esquerra en la taula periòdica de Mendeleieff, son número atòmic és menor de dugues unitats i son pes atòmic val aproximadament quatre unitats menys. Si la radiació és

de partícules β o electrons, la nova substància es troba a la columna de la dreta, augmenta d'una unitat el seu número atòmic i el pes atòmic resta inalterable.

Dos o més elements poden d'aquesta manera ocupar la mateixa posició en la taula de Mendeleieff per haver perdut a la vegada que una partícula α , dugues partícules β . El radi D, per exemple, en té 82 per número atòmic; al perdre una β és convertit en radi E amb número atòmic 83, aquesta en perd una altra, i al convertir-se en radi F té el número atòmic 84. La perdua d'una α el converteix en plom amb número atòmic 82. Hi ha altres series en el mateix cas.

Els cossos del mateix número atòmic s'anomenen *isotops*. Dos cossos isotops es substitueixen en les reaccions i són inseparables químicament; tenen iguals espectres, però pes atòmic diferent.

A pesar de la llum que la hipòtesi de Bohr, la més moderna i completa avui dia, projecta sobre els fenòmens de l'emissió de les radiacions, resten molts punts obscurs, que hauràn d'ésser aclarits per noves investigacions i nous estudis. Més és palesa la complicació que cal atribuir a l'àtom per poder fer-nos una idea de què cosa siga el radi, la qual respongui als variadíssims fenòmens que se'n deriven.

BIBLIOGRAFÍA

LLIBRES:

- S. CURIE. *Untersuchungen über die radioactiven Substanzen*. Brunswick, 1904.
- RUTHERFORD. *Radioactive Umwandlungen*. Brunswick, 1907.
- S. CURIE. *Traité de Radioactivité*. París, 1910.
- SODDY. *Chemistry of Radioelements*. Londres, 1911.
- RUTHERFORD. *Radioactivity*. Cambridge, 1912.
- BRAGG. *Studies in Radioactivity*. Londres, 1912.
- MAKOWER i GEIGER. *Practical Measurements on Radioactivity*. Londres, 1912.
- RUTHERFORD. *Radioactive Substanzen*. Leipzig, 1913.

REVISTES:

Principalment vegi's *Le Radium; Jahrbuch der Radioactivität und Elektronik; Philosophical Magazine; Physikalische Zeitschrift*, entre les demés revistes de Física. Recensions d'articles sobre Radiología es troben en els *Fortschritte der Physik, Berichte der Physik; Chemical News; Journal de Physique; Science Abstracts (Physics)*, &

OBRES PUBLICADES

1. — OCEANOGRAFÍA, per JOSEP MALUQUER, Enginyer, Secretari de la Junta de Ciències Naturals de Barcelona.
2. — RESUM DE GEOGRAFÍA D'EUROPA, per JOAN PALAU I VERA, Doctor en Filosofia i Lletres.
3. — NOCIONS DE LITURGIA CRISTIANA, per J. TARRÉ, prevere.
4. — RESUM D'ASTRONOMÍA, per E. FONTSERÈ, Professor a la Facultat de Ciències de Barcelona.
5. — EL RADI, per ESTEVE TERRADES, Membre de l'Institut.

A PUNT DE SORTIR

6. — LA NEUROSIS I ELS NEURÒTICS, per J. ALZINA I MELIS, Director del Manicomi de Santa Creu.

EN PREMSA

7. — LA PREHISTORIA, per P. BOSCH GIMPERA, Professor a la Facultat de Filosofia i Lletres de Barcelona.
8. — NOCIONS DE LITERATURA LLATINA, per CARLES RIBA, Doctor en Filosofia i Lletres.
9. — LA PEDAGOGÍA EN LES ARTS DEL DIBUIX, per FRANCESC GALÍ, Director de l'Escola dels Bells Oficis.

EN PREPARACIÓ

- UNA VISITA AL MUSEU DE BARCELONA, per J. FOLCH I TORRES, Bibliotecari del Museu.
- HIGIENE DE L'ALIMENTACIÓ, per J. TARRUELLA, Dr. en Medecina.
- RESUM D'ANATOMÍA I FISIOLÓGIA HUMANES, per A. PI I SUÑER, Membre de l'Institut.
- LES FRASES FAMOSES, per LLUIS SEGALÁ I ESTALELLA, Membre de l'Institut.
- LES DOCTRINES SOCIALISTES CONTEMPORANIES, per MIQUEL VIDAL I GUARDIOLA, Professor a l'Escola de Funcionaris.
- LES DOCTRINES NACIONALISTES CONTEMPORANIES, per MANUEL REVENTÓS, Professor a l'Escola de Funcionaris.
- MANUAL D'ELECTRICITAT, per RAFAEL CAMPALANS, professor a l'Escola d'Agricultura.
- RESUM D'ARQUEOLOGÍA CRISTIANA, per JOSEP GUDIOL, prevere, Conservador del Museu diocesà de Vich.
- COM S'ORDENA I CATALOGA UNA BIBLIOTECA, per JORDI RUBIÓ, Director de la Biblioteca de Catalunya.
- INTRODUCCIÓ A LA FILOSOFÍA, per EUGENI D'ORS, Membre de l'Institut.
- HISTORIA DE LA MÚSICA, per J. PENA, Director de l'Associació Wagneriana de Barcelona.
- HISTORIA DE LA POESÍA CATALANA, per JAUME MASSÓ I TORRENTS, Membre de l'Institut.
- RESUM DE BOTÁNICA, per P. BARNOLA, S. J.
- HIGIENE DOMÈSTICA, per JESÚS M.^a BELLIDO, professor a la Facultat de Medecina de Saragossa.
- &. &. &.