

CHEMIA

Revista del Centro Estudiantes del Doctorado en Química

ERNESTO SOLVAY

16 Abril 1898 — 26 Mayo 1922.

Debemos de lamentar hoy el fallecimiento de unos de los más poderosos industriales y estudiosos que tuvo por patria Bélgica y por ideal, su obra humanitaria.

No era Ernesto Solvay uno de los hombres egoistas que hacen de la ciencia un medio mezquino para darles su comodidad — no — tenía una personalidad mucho más compleja, su dinamismo se prodigó siempre en múltiples actividades con una sola finalidad; la felicidad de los demás. Fué filántropo, en todo lo noble que encierra esta palabra y como prueba tenemos sus iniciativas durante la guerra en favor de los menesterosos.

Su acción no termina allí, fué un economista y un sociólogo de primera fila, su personalidad se destaca así a travez de « Notes sur le comptabilisme et le productivisme » y « Energetique ».

Fué un hombre que abarcó nuestra ciencia para solucionar en la práctica el método de la fabricación de la soda al amoníaco cuya aplicación técnica abarataría el procedimiento Leblanc.

Posó su atención, no teniendo conocimientos científicos, en las salineras de su padre. Se familiarizó así también con un tío que destilaba hulla, disponiendo de esta razón con los elementos que habrían de dar lugar a su descubrimiento.

En la lucha enorme para llevar a la práctica su invento, no descorazonó y halló en el ministro de Bélgica Pirmy ayuda.

Conoció así Solvay la necesidad ineludible de que la industria y la ciencia corriendo paralelas, fueran aliados. Estudió — de ahí que su obras favoritas fueran fomentar y crear instituciones científicas. Existen hoy en Bruselas, gracias a su apoyo y esfuerzos, el Instituto internacional de Química, el Instituto de Sociología, el Instituto de Anatomía y otros.

Sus esfuerzos no terminaron ahí, fué desde el punto de vista industrial el guía de muchas de las empresas que lo tuvieron en su seno.

Las distinciones de que fué objeto en vida, fueron siempre tan grandes que sobrepasaban el límite del homenaje nacional, para convertirse en el tributo que suele dispensar el mundo a sus verdaderos sabios y sencillos bienhechores.

COLABORACIONES

De Alfredo S. Boxall

LOS METALES DE LAS "TIERRAS RARAS"

GENERALIDADES.

El término «tierras raras» se aplica a un determinado número de óxidos de ciertos metales, que se caracterizan por su marcada similitud entre las propiedades físicas y químicas de sus compuestos.

Pertenecen al grupo analítico del aluminio y del cromo.

En la naturaleza se los encuentran en un número considerable de especies mineralógicas diferentes, pero en muy pequeña cantidad. Entre éstas especies citaremos: el granito, el gneiss, el feldespato, etc.

Estos elementos se encuentran asociados entre sí, formando cuerpos de una constitución mas o menos compleja y de propiedades sumamente semejantes; es en virtud de ésto, que las tierras raras son muy difíciles de separar.

La separación y preparación de derivados puros de éstos elementos es un proceso sumamente laborioso y difícil que no se puede efectuar cuantitativamente, debido a que hasta la fecha no se ha podido obtener un proceso cuantitativo para su estimación en minerales.

Todos los elementos de las tierras raras son trivalentes a excepción del cerio y dan óxidos básicos del tipo M_2O_3 (sesquióxidos).

Según Spencer en su monografía titulada « Los metales de las tierras raras » declara que el cerio aunque muy similar a las otras tierras es, tetravalente.

$(NO_3)_4 Ce$

Apartándonos de la semejanza de éstos cuerpos, se ha podido dividirlos en dos grandes grupos: el grupo de las tierras del cerio, incluyendo cerio, lantano, neodimo, praseodimo, samario; y el grupo de las tierras del ytrio, formado por el ytrio, erbio, holmio, terbio, thulio, dysprosio, neoyterbio, escandio, lutecio, europio, gadolino y celtio.

No debe suponerse que ésta división en dos grupos significa una diferencia entre las propiedades de éstas series; los cuerpos de un grupo son excesivamente parecidos a los del otro en casi todas sus propiedades.

Además de los elementos ya citados, existe otro cuerpo, el thorio, que está íntimamente ligado a las tierras raras, aunque no se acostumbra incluirlo entre ellas.

ESTADO NATURAL.

Hasta hace poco tiempo solo se conocía la existencia de las tierras raras en pocas regiones de la tierra, a saber: Bastnäs e Ytterby en Suecia; Brewig, Hittere y Arendal en Noruega, y Miask en los Urales.

Luego se comprobó la existencia en las arenas monazitas; éstos descubrimiento se hicieron en: Brazil, Australia, Carolina, Virginia y los Urales.

Otros minerales se encontraron al mismo tiempo, las que se encuentran distribuídas en toda la superficie terrestre, especialmente en: los Estados Unidos, Canadá, Brazil, Inglaterra, Suecia, Noruega, Finlandia, Rusia, Francia, Bélgica, Suiza, Alemania, Austria y Australia; así es que existe la cantidad suficiente de éstos elementos para poder abastecer las industrias a las cuales están conectadas.

Estos minerales siempre contienen un número de tierras raras en proporciones variables.

Estos minerales están formados generalmente por silicatos, zirconatos, titanatos o fosfatos, y casi todos contienen calcio, hierro, aluminio, thorio y en algunos casos uranio.

Es probable que muchos de éstos minerales, en los cuales no se ha encontrado todavía thorio, tengan éste cuerpo en pequeñas proporciones.

SEPARACIÓN DE LAS TIERRAS.

Para efectuar la separación de las tierras raras, hay que tener en cuenta su gran semejanza de propiedades químicas, lo que hace imposible la existencia de métodos racionales de separación.

Atendiendo a ciertas propiedades pueden dividirse en tres grupos principales:

a) El grupo de las tierras cuyos sulfatos dobles de potasio, son insolubles en exceso de sulfato potásico y que comprende: cerio, lantano, neodimo, praseodimo y samario;

b) El grupo de tierras cuyos sulfatos dobles de potasio, son pocos solubles en exceso de sulfato potásico y que comprende: europio, gadolinio y terbio que no dan espectro de absorción, salvo el europio, que da uno débil y que Demarçay lo atribuye a otro elemento desconocido;

c) El grupo de las tierras cuyos sulfatos dobles de potasio son solubles en exceso de sulfato potásico y que comprende: ytrio, itterbio y escandio sin espectro de absorción, y el erbio, tulio, holmio, dysprosio, cuyos espectros presentan bandas de absorción características.

El cerio y thorio se pueden obtener con relativa facilidad, todos los demás no son aislados sino con las mayores dificultades originadas por no tener una diferencia característica, alguna función química neta, sobre la cual se puede basar un método racional.

Los métodos de separación están basados:

1.º En la mayor o menor solubilidad de los sulfatos dobles de potasio;

2.º En la mayor o menor solubilidad de los formiatos;

3.º En que calcinando los nitratos se obtienen: Subnitratos solubles en caliente y cristalizables, o subnitratos insolubles u óxidos;

4.º En que el amoníaco diluido los precipita al estado de hidratos, en diferente tiempo;

5.º En que agregando un óxido a la solución hirviendo de un nitrato básico, se obtiene un precipitado que se fracciona.

Durante estos fraccionamientos de las tierras raras, en sus elementos, es indispensable determinar la pureza de éstos y para lo cual es necesario conocer el peso atómico y el espectro de cada fracción.

DETERMINACIÓN DE LOS PESOS ATÓMICOS.

El principio del método general, consiste en transformar en óxido su peso determinado de sulfato anhidro.

Si se supone un elemento trivalente y se llama P el peso del sulfato anhidro y p el peso del óxido correspondiente.

Las ecuaciones siguientes dan el peso atómico M.

$$\frac{M_2 (\text{SO}_4)_3}{M_2 \text{O}_3} = \frac{P}{p}$$

reemplazando los pesos atómicos, tenemos:

$$\frac{2M + 288}{2M + 48} = \frac{P}{p}$$

y despejando M tenemos:

$$M = \frac{288p - 48P}{2(P - p)}$$

DETERMINACIÓN ESPECTROSCÓPICA.

Este estudio puede dividirse en tres capítulos.

Espectro de absorción. Son éstos los más conocidos y usados para seguir la marcha de los fraccionamientos; pero solo son aplicables a las sales coloreadas.

De todos los elementos de la química, las sales coloreadas de las tierras raras, son los únicos elementos que presentan a la absorción un espectro de bandas netamente discontinuo, lo que permite asegurar su presencia en un mineral.

Espectros de líneas, juntamente con los de fosforescencia son los más delicados e incómodos y son debidos a los elementos mismos y probablemente el átomo del elemento puesto en libertad, sea por el calor o por la chispa de inducción.

GRUPO CÉRICO DE LAS TIERRAS RARAS.

Se incluye en éste grupo los siguientes elementos: cerio, lantano, neodimo, praseodimo y samario.

Estos cuerpos son electropositivos, y dan lugar a óxidos del tipo M_2O_3 que son bases fuertes y forman sales bien definidas con los ácidos.

Hay que agregar que el cerio forma un óxido CeO_2 que también es básico pero más débil que los óxidos M_2O_3 y el samario forma óxidos del tipo SaX_2 correspondiendo a un óxido desconocido.

Estos elementos figuran entre los más básicos, lo que se comprueba por la gran cantidad de calor desarrollado en la disociación de sus sulfatos correspondientes.

(Estos valores han sido calculados por Nernst a 900°).

Los valores de Q, el calor de la disociación de los sulfatos $M_2(SO_4)_3$ de este grupo son: lantano 59,8 K (calorías), praseodimo 57,4 K, neodimo 57,2 K, samario 56,6 K y cerio 52,4 K.

Los elementos de éste grupo se distinguen principalmente del otro grupo de tierras raras, porque forman sulfatos dobles de sodio y potasio.

Principales cuerpos del grupo cérico.

CERIO.

Símbolo: Ce.

Peso atómico 140,25.

Este cuerpo fué descubierto por Hesinger y Berzelius en Suecia en el año 1803.

El cerio no se encuentra libre en la naturaleza, pero sus compuestos se encuentran en una gran cantidad de minerales especialmente en la cerita de Bastnaës que contiene el 60 % de óxido de cerio, en las monazitas de Carolina del norte y del Brazil y en la ortheta de Hitteroe.

Entre otros minerales que contienen éste cuerpo podemos citar: la schelita, la staffelita, en algunas arcillas, granito etc.

En algunos vegetales y en la orina humana se encuentran vestigios de cerio.

Propiedades. — Es sólido de un color blanco grisáceo parecido al del huevo; su peso específico es de 7,04, se corta muy fácilmente con un cuchillo; es dúctil, maleable, funde a 830° .

Se combina directamente con la mayor parte de los metales, es inalterable en el aire seco a la temperatura ordinaria, pero se oxida cuando está húmedo; arde con una luz blanca y viva.

Calentando en una atmósfera de hidrógeno, a una temperatura de 260° arde y se convierte en hidruro de cerio, de color rojo obscuro.

Reacciona con el HCl y SO_4H_2 diluido, produciendo sales cerosas.

Es un reductor enérgico de sulfatos y fosfatos.

Obtención. — Se obtiene éste metal electrolizando el cloruro de cerio fundido mezclado con una pequeña cantidad de cloruro potásico. Debe emplearse una corriente de 12 a 15 voltios y de 30 a 40 amperios, bastando el calor desarrollado por el paso de la corriente para mantener en fusión los cloruros.

Principales compuestos.

Cloruro ceroso: Cl_3Ce . — El cloruro ceroso anhidro es sólido, blanco, de 3,8 de peso específico, muy soluble en agua, con desprendimiento de calor, produciendo una solución en la que pueden formarse cristales, solubles en alcohol.

Se obtiene disolviendo el sesquióxido ceroso Ce_2O_3 en el ácido clorhídrico, agregando cloruro amónico, evaporando a sequedad, y calcinando luego el cloruro doble para expulsar el amonio.

Cloruro cérico: Cl_4Ce . — Se presentan en cristales que se descomponen fácilmente con desprendimiento de cloro en contacto del aire húmedo y del agua.

Se obtiene haciendo pasar una corriente de gas clorhídrico por el alcohol metílico o etílico que tiene en suspensión hidróxido cérico.

Sesquióxido de cerio: Ce_2O_3 . — De color blanco, se obtiene calcinando el carbonato u oxalato ceroso puros en una corriente de hidrógeno.

Bióxido de cerio: CeO_2 . — Es sólido, amorfo, y de color amarillo cuando no se ha calcinado a una alta temperatura, pero si se calienta a 1.500° se vuelve blanco.

Se obtiene por calcinación en contacto del aire de una sal cualquiera de cerio de ácido volátil.

Sulfuro de cerio: Ce_2S_3 . — Es sólido de color pardo, de 5,02 de peso específico, infusible, descomponible por el agua hirviendo, e inflamable espontáneamente en contacto de aire cuando está en polvo muy fino.

Se disuelve fácilmente en los ácidos sin depositar azufre.

Se obtiene calcinando el óxido cérico (CeO_2) en una corriente de hidrógeno sulfurado.

Sulfato cérico: $(SO_4)_2Ce, 4H_2O$. — El sulfato cérico hidratado con cuatro moléculas de agua se produce al mismo tiempo que el ceroso cérico [$(SO_4)_3Ce_2, 2(SO_4)_2Ce$] disolviendo el óxido cérico en el ácido sulfúrico, pero sin producir la reducción total del óxido por el calor.

Entre otros compuestos de menor importancia pueden citarse: el nitrato ceroso, que se prepara disolviendo el óxido ceroso en el ácido nítrico; el orthofosfato ceroso, que existe en la naturaleza constituyendo la monazita; el carbonato ceroso, que se encuentra en la naturaleza unido con el fluoruro de calcio, constituyendo la parisita, la hamartita y la kyschimita, y se obtiene agregando a las disoluciones de sales cerosas otra de carbonato amónico.

LANTANO.

Símbolo: La.

Peso atómico 139.

Fué descubierto el lantano por Mosander en el año 1839.

En la naturaleza no se le encuentra libre, pero sus compuestos acompañan a los del cerio en todos sus minerales. En el estado de carbonatos, constituyendo la lantanita, se encuentra en el Estado de Pensylvania.

Propiedades. — Es un metal muy parecido al cerio en casi todas sus propiedades físicas y químicas, pero es algo menos fusible (810°) y es sumamente dúctil.

Su peso específico es de 6,1. Se oxida con mucha más fa-

cilidad que el cerio, y se altera más rápidamente que el por la acción del agua. Se inflama a una temperatura más elevada que el cerio.

Obtención. — Se obtiene por los mismos métodos que el cerio.

Principales compuestos.

Los caracteres generales de los compuestos del lantano son idénticos a los del cerio (cerosos).

Cloruro de lantano: $\text{Cl}_3 \text{La}$. — Es un cuerpo sólido, blanco, fusible y muy ávido de agua, pudiendo cristalizar en grandes cristales triclinicos con 15 moléculas de $\text{H}_2 \text{O}$.

Se obtiene anhidro calcinando una mezcla de cloruro hidratado y sal amoníaco; y el hidratado, disolviendo el óxido en ácido clorhídrico.

Sulfato de lantano: $(\text{SO}_4)_3 \text{La}_2$. — El sulfato de lantano es un polvo blanco, que tiene un peso específico de 3'6 cuando está anhidro.

Es menos soluble en la agua caliente que en la fría.

El sulfato de lantano en solución a 0° deposita cristales con $9 \text{H}_2 \text{O}$ cuando se eleva la temperatura, que son isomorfos con el sulfato de cerio (cerosos), y que tienen 2,8 de peso específico.

Carbonato de lantano: $(\text{CO}_3)_3 \text{La}_2, 3 \text{H}_2 \text{O}$. — Se encuentra en la naturaleza constituyendo la lantanita y cuando está unido con el fluoruro la hamatita.

En los laboratorios se obtiene precipitando las sales de lantano disueltas en agua por los carbonatos alcalinos.

Es un cuerpo sólido, amorfo, y de aspecto térreo o se presenta en láminas micáceas, según se haga la precipitación en frío o en caliente.

A éstos compuestos se pueden agregar otros de menor importancia, como ser: el nitrato de lantano, que se obtiene disolviendo el óxido de lantano en ácido nítrico; el óxido e hidróxido de lantano, que se obtiene calcinando una sal de lantano de ácido volátil, para el óxido y haciendo actuar directamente el agua sobre el óxido y precipitando las sales de lantano por los álcalis, para el hidróxido. Este hidróxido es la base más fuerte de todas las tierras raras.

PRASEODIMO Y NEODIMO.

Símbolos: Pr y Nd.

Pesos atómicos 140,9 y 144,3.

Generalidades. — El primero en estudiar estos elementos ha sido Auer de Welsbach en el año 1885.

No se encuentran libres, pero hállanse sus compuestos siempre juntos con la del cerio y lantano, o por lo menos con uno de ellos.

Propiedades. — Estos dos metales son de color blanco, compactos, muy brillantes cuando se pulimentan, más duros y menos fusibles que el cerio.

Sus pesos específicos son 6,48 y 6,96 respectivamente. Se unen con la mayor parte de los metaloides, descomponen el agua lentamente en frío y más rápidamente en caliente.

Se disuelven fácilmente en los ácidos y no son solubles en los álcalis.

Obtención. — Matignon en el año 1900 los obtuvo al estado metálico reduciendo los óxidos por el magnesio.

Más tarde en el año 1902, Hofer y Weis emplearon el procedimiento electrolítico descomponiendo los cloruros fundidos.

Compuestos del praseodimo y neodimo.

Según Schpleigh, jefe del laboratorio de la « Welsbach Light Co » de Gloucester City (New York) que presentó en la Exposición de Chicago de 1893 un gran número de compuestos del praseodimo y neodimo, resulta que el estado físico y el color de éstos es el siguiente:

Cloruro	de praseodimo.	Cristales de color verde.	P.E. 2'25.
Subóxido	»	»	Polvo amorfo amarillo.
Sesquióxido	»	»	Polvo blanco verdoso.
Peróxido	»	»	Polvo negro.
Hidróxido	»	»	Polvo verde pálido.
Sulfato	»	»	Cristales de color verde pálido.
Nitrato	»	»	» » » » »
Fosfato	»	»	Polvo verde pálido.
Hidrocarbon.	»	»	Amorfo, blanco sucio.

Cloruro	de neodimo.	Crist. de col. rosa sucio.	P.E. 2'28.
Subóxido	» »	Polvo de color gris.	
Sesquióxido	» »	Polvo azul violáceo.	
Peróxido	» »	Polvo gris sucio.	
Hidróxido	» »	Polvo violáceo.	
Sulfato	» »	Cristales de color rosa pálido.	
Nitrato	» »	» » » » » »	
Fosfato	» »	Polvo violáceo.	
Hidrocarbonato	» »	Polvo rosáceo.	

SAMARIO.

Símbolo: Sa.

Peso atómico 150,4.

El samario fué descubierto por Lecoq de Boisbaudran estudiando el antiguo didimio extraído de la samarskita, hallándose caracterizado por el espectro de absorción de sus sales, y por su hidróxido, que es una base menos poderosa que el hidróxido de didimio.

Este cuerpo no se encuentra libre en la naturaleza, pero sus compuestos se encuentran con el cerio y lantano.

Propiedades. — Sus propiedades son análogas a las del neodimio, su peso específico es de 7,8, y Matignon en el año 1900 lo obtuvo al estado metálico reduciendo su óxido por el magnesio.

Compuestos del samario: $\text{Cl}_3 \text{Sa}$, $6 \text{H}_2 \text{O}$. — Se precipita en grandes cristales de color amarillo.

Óxido de samario: $\text{Sa}_2 \text{O}_3$. — Polvo blanco amarillento, infusible, insoluble en el agua y fácilmente soluble en los álcalis.

Hidróxido de samario: $\text{Sa}(\text{OH})_3$. — Es un precipitado blanco, gelatinoso, semejante a el de aluminio, pero es insoluble en los álcalis.

Sulfato de samario: $(\text{SO}_4)_3 \text{Sa}_2$, $8 \text{H}_2 \text{O}$. — Se presenta bajo la forma de cristales amarillos poco solubles en el agua. Tiene la propiedad de formar sulfatos dobles con los álcalis.

Nitrato de samario: $(\text{NO}_3)_3 \text{Sa}$, $6 \text{H}_2 \text{O}$. — Cristaliza en grandes prismas de color amarillo pálido muy solubles en el agua.

Además existe el carbonato de samario que se presenta en agujas insolubles en el agua que dan sales dobles con los carbonatos alcalinos.

La mayor parte de estas sales se obtienen directamente por la acción de los ácidos sobre el metal.

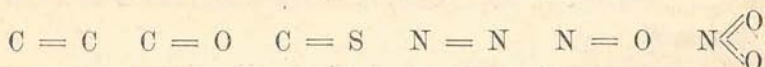
(Continuad).

De Carlos A. Abeledo

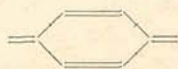
RELACIONES ENTRE EL COLOR Y LA ESTRUCTURA ⁽¹⁾

El gran número de sustancias orgánicas coloreadas que se han descubierto en los últimos años, ha conducido a formular teorías, que permitan explicar su propiedad de absorción selectiva de los rayos luminosos.

Teoría de Witt (1876). — Es una de las primeras teorías que relacionan el color con la estructura. Witt atribuye el color a la presencia de ciertos grupos no saturados o *cromóforos* de los cuales los más importantes son los siguientes:



A estos Nietzki agregó los radicales orto- y paraquinónicos:



paraquinónico



ortoquinónico

los cuales pueden considerarse como agrupamientos compactos de grupos $C = C$.

Por reducción o adición de halógenos, la no saturación desaparece y con ella la coloración.

De aquí, que la no saturación parece estar correlacionada en alguna forma con el atributo del color. Cuando el cromóforo forma parte de un complejo de carbono, éste es llamado *cromógeno*. El cromógeno puede o no ser coloreado. Para convertir el cromógeno, cuando incoloro, en sustancia coloreada

(1) Extractado de la obra de COHEN: *Organic Chemistry for advanced Students*, Capítulo « Colour and Structure » pág. 90-114.

son necesarios ciertos grupos especialmente NH_2 y OH capaces de formar sales; reciben el nombre de *auxocromos*.

Así la benzofenona $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CO} - \text{C}_6\text{H}_5$ aunque incolora, es un cromógeno en virtud de la presencia del cromóforo $\text{C}=\text{O}$ y tórnase coloreada por la introducción del auxocromo NH_2 . La aminobenzofenona, en efecto, es amarilla y básica. Del mismo modo el nitrogrupo es el cromóforo del cromógeno nitrobenzene, y la nitranilina, la materia colorante.

El azobencene es un cromógeno coloreado que contiene el cromóforo $\text{N}=\text{N}$, mientras que el hidroxi- y el aminoazobencene son verdaderas materias colorantes, la una ácida, la otra básica. Se entiende por verdadera materia colorante, una substancia coloreada que se puede fijar directa o indirectamente sobre la fibra, esto es, que puede ser usada para teñir.

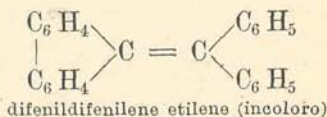
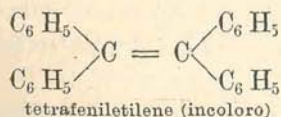
CROMÓFOROS.

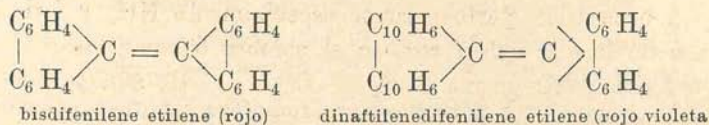
El color parece no depender solamente de la presencia del grupo cromofórico, sino también de su multiplicación en forma compacta.

Un grupo $\text{C}=\text{C}$ solo, como cromóforo débil, produce coloración, pero cuando se acumula resulta un producto coloreado. Los hidrocarburos etilénicos tales como el difenil- y el tetrafenil etilene son incoloros, pero el difenilhexatriene



es amarillo. La estructura cíclica, con su compacto conjunto de dobles ligaduras, aparece llevando la absorción hacia la parte visible del espectro, haciendo aparecer la coloración. Mientras que el tetrafeniletilene y el difenildifenilene etilene son incoloros, los derivados correspondientes, el bisdifenilene y el dinaftilenedifenilene son coloreados:





El efecto del cromóforo CO sobre el color no es aparente en las aldehidas y cetonas simples, que son incoloras, ni en compuesto tales como la acetilacetona:



en que los grupos carbonilos están separados, pero la continuidad de dos o más de estos grupos produce coloración. Mientras que la acetona y la benzofenona son incoloras, el diacetilo:



y el bencilo:



son amarillos, la tricetona anhidra:

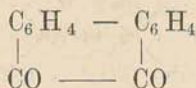
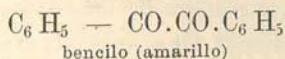
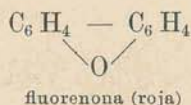
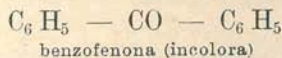


es anaranjada y la tetracetona:



es rojo anaranjada.

La influencia de la estructura cíclica en la intensificación del color es evidente en la fluorenona, que es roja, mientras la benzofenona es incolora, y en la fenantrene-quinona que es roja anaranjada, mientras el bencilo es amarillo:



fenantrene quinona (rojo anaranjado)

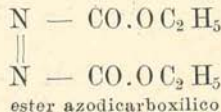
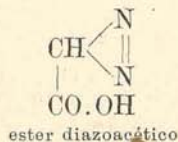
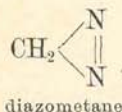
En todos estos casos, la reducción, el reemplazo del oxígeno por cloro y según el caso, la hidratación, del grupo CO destruye el color.

El grupo $C = S$ parece ser un cromóforo más fuerte que el CO, porque tanto la tiocetona como la tiobenzofenona son líquidos azules, y la tetrametildiaminotiobenzofenona:



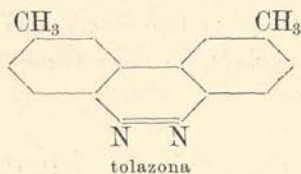
es amarilla, mientras que las correspondientes cetonas son incoloras.

El gran número de colorantes azoicos proporciona ejemplos innumerables del efecto del cromóforo $N = N$ en la serie aromática y aún en la alifática, pues el diazometano, ester diazoacético y el ester azodicarboxílico son amarillos.



Los azo compuestos aromáticos simples como el azobencene y el etane azobencene son coloreados, el primero es rojo y el segundo es amarillo.

La estructura cíclica parece disminuir la intensidad del color, la tolazona, en efecto es débilmente coloreada.



El color azul o verde, característico de la mayoría de los nitroso compuestos se atribuye al cromóforo NO. La falta de color en algunos nitroso derivados se explica por su estructura bimolecular, y la consiguiente saturación de sus valencias.

El grupo nitro ocupa una posición algo anómala como cromóforo. Mientras ciertos nitrocompuestos, especialmente aro-

máticas son amarillos o anaranjados, otros, tales como las nitroparafinas son incoloros. El grupo, aparentemente es un cromóforo débil, y su efecto sobre el color depende de su asociación con otros grupos. Por regla general unos cromóforos se refuerzan con otros; pero con el nitro grupo pasa lo contrario: el nitrobenceno y el nitronaftalene son color amarillo claro, pero el dinitro- y trinitrobenceno son incoloros.

La unión de los cromóforos en la intensificación del color, tal como se presenta en la estructura de un ciclo no saturado, ya ha sido indicada. Se pueden citar numerosos ejemplos de sustancias coloreadas que contienen cromóforos mixtos. Los cetenes de Staudinger que contienen el grupo $>C=C=O$ son amarillos.

La forona y la calcona también son coloreadas:

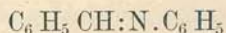


Por otra parte, aunque su solución en ácidos fuertes es coloreada, la dibenzalacetona:

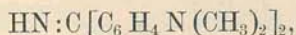


es incolora.

El efecto sobre el color del grupo H.C:N, se muestra en sustancias tales como la bencilidene-anilina:



y en la auramina:



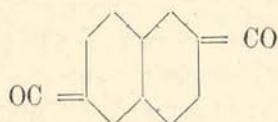
que son amarillos y en ciertos compuestos cíclicos, como el amarillo de quinoleína, en el cual el grupo forma parte del núcleo.

Resulta de lo anterior que ciertos cromóforos, tales como los grupos $N=N$ y $N=O$ producen coloración con independencia de los grupos próximos, mientras otros como $C=C$ y

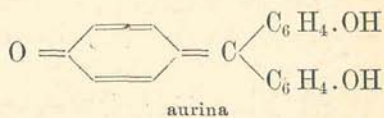
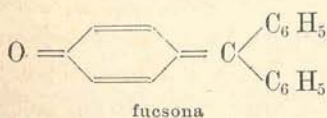
CH=CH actúan sólo en conjunción con otros grupos. Teniendo en cuenta esto Kauffmann los ha dividido en dos categorías: la de los cromóforos dependientes y la de los independientes.

Teoría quinónica de Nietzki. — En 1888, Nietzki agregó la estructura quinónica a la lista de los grupos cromofóricos. Su introducción marcó un gran adelanto en la teoría del color; porque aunque no puede ser mirada como una generalización completo, es sustentada por evidencias de la mayor significación y puede ulteriormente conducir a la solución de una parte, por lo menos, de este intrincado problema. Tiene además un atributo importante del que carecen la mayor parte de las otras teorías: se presta fácilmente a la prueba experimental y responde en gran parte a nuestros conocimientos sobre colorantes.

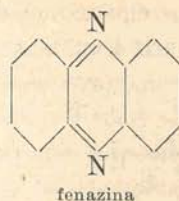
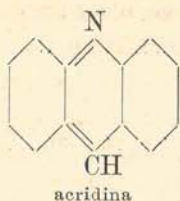
Los compuestos cíclicos — como las quinonas — en que el grupo CO forma parte del núcleo, y está, en consecuencia, estrechamente asociado al grupo C=C, son generalmente coloreados. La benzoquinona orto- es anaranjada y la para- es amarilla. La α -naftoquinona es anaranjada y la β - es roja. La antrinaftoquinona, en los grupos CO están distribuídos en los dos núcleos, es también coloreada:



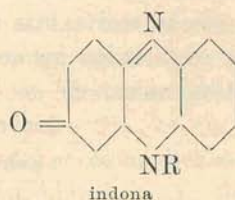
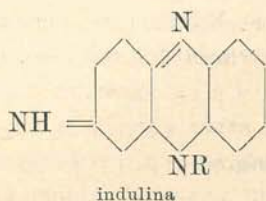
Por la misma razón la fucsina y la aurina, que se pueden considerar como derivados quinónicos del trifenilmetano, son coloreadas:



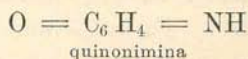
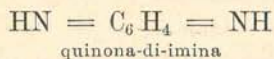
La acridina y la fenazina se pueden considerar como compuestos *o*-quinónicos y colocarse en esta categoría:



mientras las indulinas y las indonas pertenecen a la serie p-quinónica:



Un hecho digno de anotarse relacionado con los compuestos quinónicos es la ausencia de coloración en las más simples quinoniminas y sus sales:

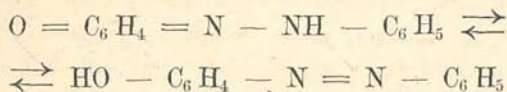


El derivado dimetilado de la quinona-di-imina es incoloro al estado sólido y ligeramente amarillo en solución. La quinonafenildi-imina es, sin embargo, roja, y la difenildi-imina pardo rojiza.

Watson (1914) propuso una modificación de la teoría de Nietzki: solamente los colorantes que son quinónicos en todas sus formas tautómeras exhiben un color intenso, pero aquellos que se representan por una sola fórmula, quinónica o nó, son más pálidos de matiz. Por ejemplo el amino bencene-azofenol es quinónico en ambas formas tautómeras y tiene un color azul intenso.



mientras que el bencene azofenol tiene color amarillo y puede existir solamente en la forma quinónica simple:



En el último caso la estabilidad de la forma quinónica tiende a intensificar el color. Aunque una considerable cantidad de pruebas valiosas experimentales, ha sido aducida por Watson en sostén de esta teoría, está sujeta naturalmente a la misma crítica que la teoría más simple de Nietzki, en que deja de dar una explicación general de la causa del color en las sustancias orgánicas.

LOS AUXOCROMOS.

Ha sido ya establecido que el cromóforo puede o no producir color, el que aparece en el último caso con la introducción del auxocromo. Las sustancias que tienen un cromóforo, en las cuales la coloración se manifiesta por la introducción de un auxocromo, se llaman cromógenos.

El efecto del auxocromo no es solamente el de hacer aparecer la coloración en un cromógeno incoloro, sino el de intensificarlo en caso que sea coloreado (1).

La benzalacetona es incolora, pero el derivado p-dimetilaminado es amarillo anaranjado, y los derivados aminados de la antraquinona y de la fenantrene-quinona son más intensamente coloreados que los compuestos no sustituidos. Similarmente, las nitranilinas tienen un color más intenso que el nitrobenzene. De los dos auxocromos principales OH y NH₂; este aparece como más fuerte, a juzgar por el p-nitrofenol y la p-nitranilina. Aquél es incoloro, ésta es amarillo intenso. Como regla general, sin embargo, la diferencia entre dos compuestos similares es pequeña.

El ácido pícrico y la trinitranilina son de color amarillo

(1) A este concepto es que responde la etimología de la palabra: que hace aumentar el color.

oscuro, el amino- y el hidroxí-azobencene son amarillos, la alizarina y la tri-aminoantraquinona son de color rojo o violeta, la rosanilina y el ácido rosólico son rojos, etc.

El reemplazo del hidrógeno del amino grupo por radicales alquílicos o arílicos fortalece el auxocromo (intensifica el color) y con el aumento del peso molecular del radical, la absorción se desplaza hacia el rojo.

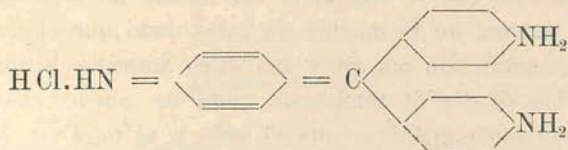
El carácter auxocrómico del oxhidrilo puede ilustrarse con numerosos ejemplos. La antraquinona, amarilla, da un compuesto parahidroxi- rojo anaranjado y un compuesto di-hidroxi- rojo (alizarina); la fenantrenequinona, amarilla, da un derivado tri-hidroxiado, violeta. Reemplazando el hidrógeno del oxhidrilo por radicales alquílicos el auxocromo se afecta, a veces intensificándose el color y otras debilitándose.

El o-nitrofenol, que es amarillo intenso, da un éter metílico, amarillo pálido, mientras que la nitro-hidroquinona, amarillo pálido, da un éter metílico amarillo intenso.

Podría esperarse que la posición relativa del auxocromo y del cromóforo indicara claramente su efecto sobre el color, pero está tan lejos de ser así, que la vecindad del auxocromo y cromóforo tan frecuentemente destruye como intensifica el color.

Kauffmann llega a la conclusión que el auxocromo aumenta el color cuando está fijado indirectamente al cromóforo por intermedio de un núcleo aromático que puede funcionar como cromóforo.

Esta relación entre el auxocromo y el cromóforo se puede ilustrar con el clorhidrato de pararosanilina, en el cual el grupo quinónico está fijado por núcleos bencénicos a dos auxocromos, el cual tiene un intenso color:



Un punto interesante en relación con ésto, es el efecto de la posición de los grupos aminos en el tinte del color, que

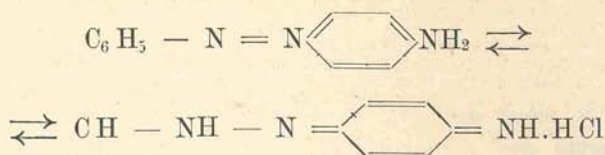
cambia de para a orto siendo el primero violeta y el segundo azul verdoso.

El auxocromo introduce un carácter ácido o básico en la substancia la cual en consecuencia puede funcionar como ácido o base y formar sales.

La formación de sales es un proceso de mayor interés desde el punto de vista del color por que él puede afectarlo ya sea intensificándolo o destruyéndolo.

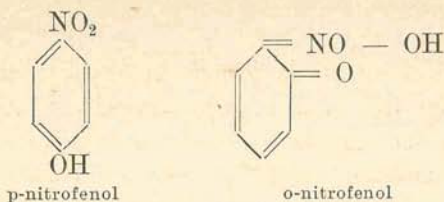
El paranitrofenol es incoloro pero su sal de sodio es amarilla intensa, la ortoaminobenzofenona y las nitránilinas son de color amarillo intenso o anaranjado y sus sales incoloras. Los derivados acetilados de los compuestos anteriores son incoloros; la formación de compuestos cuaternarios es acompañada por la pérdida del color. La metanitrodimetilanilina que es amarilla intensa se hace incolora al combinarse con un bromuro alcohólico. Como no es posible un cambio de estructura en muchos de estos compuestos debe inferirse que la formación de sales es la causa de la pérdida del carácter auxocrómico del amino grupo.

En otros casos en que la formación de sales afecta al cromóforo más bien que al auxocromo, sucede el caso inverso; la acridina es incolora: sus sales son amarillas; la fenazina es amarilla: sus sales son rojas. El aminoazobencene que es anaranjado forma sales que se disuelven con color rojo. Debe recordarse que en caso de formación de sales de compuestos no saturados pueden producirse cambios intramoleculares resultando sales de estructura muy diferente a la del compuesto originario. Ejemplo de esto es el para-aminoazobencene que es anaranjado pero forma un clorhidrato que cristaliza en agujas acero y se disuelve en agua con color rojo brillante. El pp-diaminoazobencene se comporta del mismo modo; este no es un caso normal de formación de sales dado que el compuesto meta es anaranjado oscuro y sus sales amarillo brillante. La explicación es que el compuesto meta no puede pasar a la forma quinónica mientras que el orto y el para lo hacen y en consecuencia producen sales normales de color semejante. La relación del para-aminoazobencene a su clorhidrato se representa como sigue:

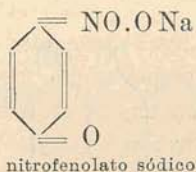


Se encuentra una dificultad en el hecho que mientras la sustancia se disuelve en ácidos diluidos con color rojo su solución en sulfúrico concentrado es marrón. De acuerdo con Kauffmann la solución roja representa la forma quinónica y la marrón la inversa del azocompuesto.

La farmación de sales anaranjadas y rojas de los nitrofenoles incoloros o amarillentos ha sido atribuída del mismo modo a una isomerización. Armstrong fué el primero en sugerir la forma quinónica al ortonitrofenol amarillo para explicar sus diferencias con el compuesto para incoloro:



Cuando se agrega álcali al paranitrofenol se obtiene una sal de color amarillo intenso y el cambio se atribuye al pasaje a la forma quinónica:



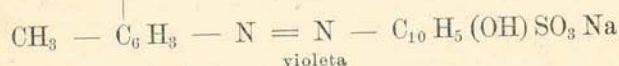
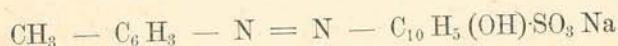
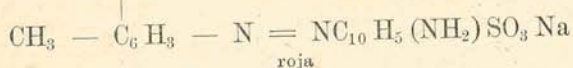
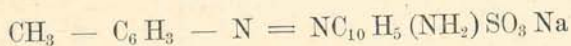
Kauffmann ha objetado a esto que los tres isómeros se comportan similarmente con los álcalis incluyendo el metanitrofenol que no puede dar forma quinónica y al hecho que los dioxinitrocompuestos muestra un aumento en la intensidad del

color cuando se agrega una segunda molécula de álcali aunque sólo hay presente un nitro grupo.

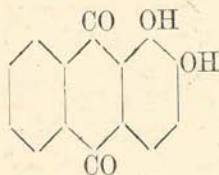
Sin embargo en el caso de la nitroresorcina la segunda molécula de álcali decolora el compuesto monosódico.

Notando que la mayoría de los colorantes artificiales pertenecen a la serie aromática podría suponerse que un aumento de los núcleos bencénicos o del peso molecular por una parte, y de los auxocromos por la otra, llevaría a una intensificación del color, esto es, a cambiar el color del amarillo hacia el azul.

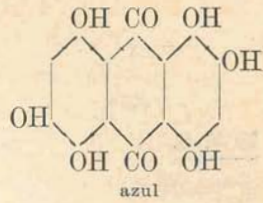
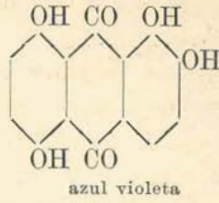
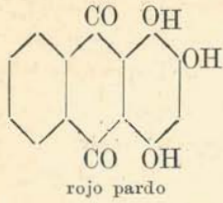
Se ha intentado encontrar una ley general a este respecto pero sin resultado. Por otra parte la naturaleza del auxocromo tiene un efecto marcado; las dos sustancias siguientes tienen prácticamente el mismo peso molecular, los mismos núcleos aromáticos y la misma posición del auxocromo pero poseen distintos matices de color:



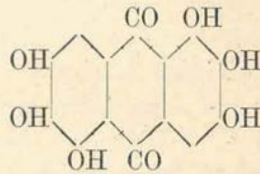
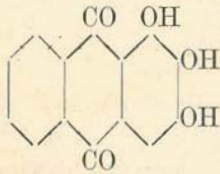
El número de auxocromos así como su posición relativa es también de gran importancia. La antraquinona es amarilla, el compuesto monohidroxilado es anaranjado pero de las diez posibles dihidroxiantraquinonas solamente la alizarina es roja:



Aumentando el número de los oxhidrilos el color se intensifica. Las polihidroxiantraquinonas dan los siguientes colores al teñir con mordientes crómicos:



Mientras las dos siguientes que contienen tres y seis oxhidrilos respectivamente pero en posición distinta a los anteriores dan tonos marrones:



De esto se sigue que tanto el número como la posición de los auxocromos es de importancia en la determinación del tinte del color. Todavía no ha sido formulada una regla que permite predecir con certeza el carácter o color de un colorante por la estructura del compuesto.

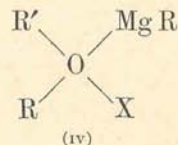
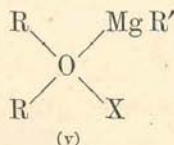
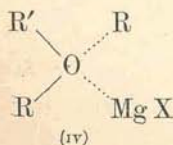
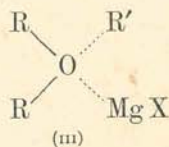
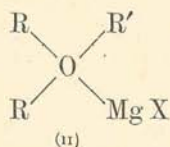
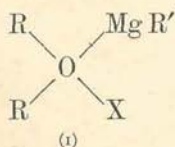
(Continuad)

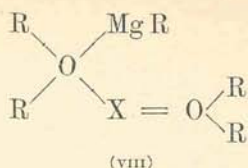
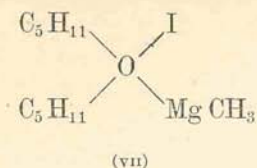
De V. D.

LOS COMPUESTOS GRIGNARD

Desde el descubrimiento del llamado reactivo de Grignard, se propusieron varias fórmulas, y se emitieron algunas teorías que permitieron explicar el poder catalítico del éter y de las aminas terciarias empleadas en la reacción.

Destilando a presión reducida el producto obtenido en la preparación del reactivo, se observa que queda un resto de éter que no destila sino calentando hasta 100°-125°, quedando además un residuo en el cual existe el compuesto $(C_2H_5)_2O, IMgR$, admitiendo Grignard y Blaise que el éter retenido lo era como « éter de cristalización ». Baeyer ^(a), dió para dicho residuo la fórmula (i) que lo incluía dentro del tipo de los compuestos oxonio. Grignard aceptando la categoría de oxonio del compuesto aceptaba la fórmula (ii), dándole un valor distinto a las valencias adicionales, lo que le permitía obtener isómeros del tipo (iii) y (iv), para concordar con los hechos experimentales ya que Tschelinzeff había conseguido obtener isómeros a los que atribuía aceptando la fórmula de Baeyer la estructura (v) y (vi), en la cual $R = C_2H_5$ y $R' = C_3H_7, C_4H_9, C_5H_{11}$ y C_6H_5 :





En general el estudio de estas isomeeías era dificultoso por ser sustancias difícilmente cristalizables a pesar que Zerevitinoff ^(b) afirmó haber obtenido al estado cristalino el compuesto (vii).

Más tarde Tschelinzeff ^(c) por un estudio del calor de reacción admitió que la reacción de Grignard se dividía en dos fases:

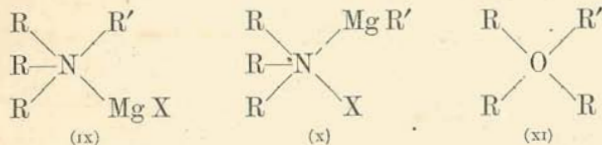
- a) formación del halogenuro de alquil o aril magnesio;
- b) transformación de este en el compuesto etéreo. El estudio analítico y termoquímico lo llevó a la conclusión ^(d), que se formaba un compuesto con dos moléculas de éter, al que dió la fórmula (viii), compuesto que no se consigue aislar sino cuando se evapora el disolvente a baja temperatura.

El mismo autor ^(e), al referirse a la acción catalítica de las aminas terciarias dió a conocer las fórmulas (ix) o (x), como resultado de la unión de los halogenuros de alquil y aril magnesio con el disolvente. Les llamó aminatos a estos productos y consiguió prepararlos, haciéndolos reaccionar con éter, éter-aminatos mixtos.

Las teorías anteriormente citadas, no explican sin embargo de un modo completo la gran actividad de dichos compuestos, y por otra parte admitiendo los compuestos oxonio, tanto podrían producirse en el caso p. ej. del ioduro de metil-magnesio con el éter etílico, tanto la reacción en el sentido del ioduro de metilo como en el de ioduro de etilo.

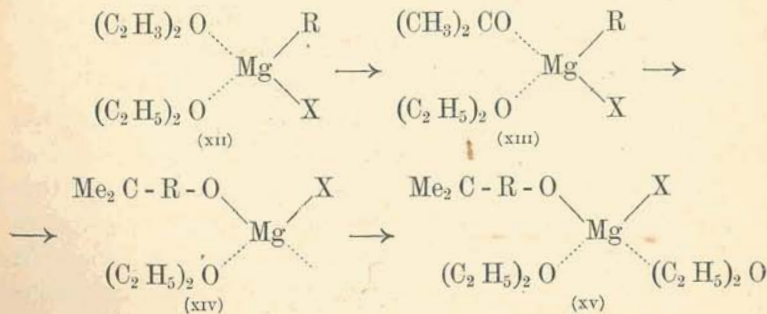
Stadnikoff en el curso de varios trabajos ^(f) y ^(g), asegura haber observado esa transposición de radicales, pero en ambos casos el éter usado contenía grupos fenílicos. Por lo demás el caso no es general, como supondría tanto la fórmula de Grignard o la de Baeyer, las cuales, por otra parte no permiten explicar la gran actividad catalítica del éter en la formación de los compuestos magnesianos, pues si se admite la forma-

ción de un compuesto oxonio previo (xi) queda por explicar nuevamente el porqué de la no intervención de los radicales alquílicos del éter en la formación del compuesto.



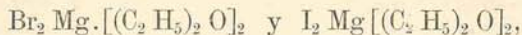
Ha sido hasta estos últimos tiempos que Meisonheimer y Caspar^(h), han estudiado los compuestos de Grignard considerando los como complejos metálicos, en los cuales el Mg posee el número de coordinación cuatro, dando lugar a la formación de compuestos del tipo (xii), en los que el Mg se une al residuo alquílico o arílico y al halógeno por dos valencias principales y a las dos moléculas de éter por dos valencias secundarias.

La reacción de Grignard entre el compuesto halógeno magnesiano de un hidrocarburo y una sustancia cualquiera se produciría en la siguiente forma si consideramos el caso particular de la acetona; una molécula de éter es reemplazada por una de acetona (xiii) produciéndose entonces un cambio de valencias del complejo de resultados del cual el residuo del hidrocarburo se une al C del grupo carbonilo de la acetona, y el Mg se une por una valencia principal al O del mismo grupo, dejando una valencia secundaria libre (xiv) que se une inmediatamente a una molécula de éter para dar el compuesto (xv) que se descompone por el agua o ácidos produciendo el alcohol terciario correspondiente.



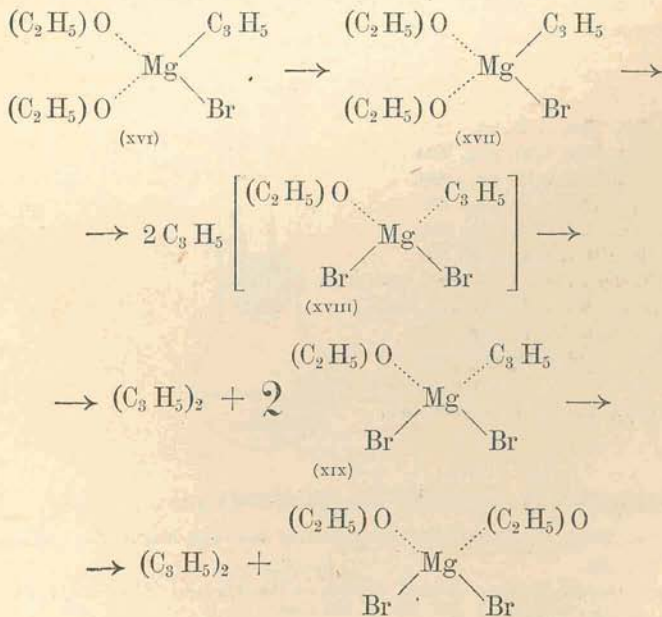
Este modo de interpretar la reacción permite aclarar el extraño comportamiento de los derivados halogenados del alilo en la reacción de Grignard, y que ha sido estudiada por su autor ⁽ⁱ⁾ y Houben ^(j).

Repetidas las experiencias por los autores de la teoría encontraron que si se lleva la reacción hasta el fin, se hallan dieteratos de bromuro e yoduro de Mg de fórmula:



encontrándose casi cuantitativamente dialilo a partir del alilo utilizado. Los dieteratos pierden fácilmente una molécula de éter, no así la segunda, que es más difícil de eliminar.

La reacción se explica en la siguiente forma. Formando el compuesto inicial (xvi), adiciona una molécula más de bromuro de alilo (xvii), dando este compuesto por un cambio intramolecular el compuesto (xviii), dos moléculas del cual conducen fácilmente al dialilo, y a un nuevo producto (xix) en el que el resto del alilo es reemplazado por una molécula de éter dando nuevamente dialilo y los dieteratos encontrados.



El comportamiento especial del dialito se explica en virtud de la influencia de la ligadura etilénica, lo que hace que el átomo de halógeno esté más ligeramente unido al carbono que en los otros compuestos.

El BrC_2H_5 posee por otra parte la propiedad de reemplazar al éter de los compuestos obtenidos, pues si se hace actuar sobre una solución etérea de bromuro de metil-, etil- o fenilmagnesio, en bromuro de alilo se obtienen los dieteratos de Mg correspondientes, junto al butene pentene y alilbenzene (André) ^(k).

La actividad catalítica del éter y de las aminas terciarias está explicada por la formación inicial de compuestos tales como $(\text{C}_2\text{H})_5\text{O} \cdots \text{RX}$ y $(\text{R}')_3\text{N} \cdots \text{RX}$ en los cuales el halógeno está más débilmente unido al carbono que en los hidrocarburos correspondientes. Reacciona por lo tanto fácilmente con el Mg, dando los compuestos complejos correspondientes.

Hess y Rheimbolt ^(l), al explicar la acción reductora que presentan los compuestos de Grignard en muchos casos, basan su explicación por acción de valencias secundarias del Mg rechazando la formación de los hasta ahora admitidos compuestos oxonio.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS.

- (a) *Ber.*, 1902, t. 35, pág. 1201.
- (b) *Ber.*, 1903, t. 41, pág. 2244.
- (c) *Ber.*, 1905, t. 33, pág. 3064.
- (d) *Ber.*, 1906, t. 39, pág. 773.
- (e) *Ber.*, 1907, t. 40, pág. 1557.
- (f) *Ber.*, 1911, t. 44, pág. 1157.
- (g) *J. Russ. Phys. chem. Loc.*, 1911, t. 43, pág. 1244.
- (h) *Ber.*, 1921, t. 54, (b) pág. 1655.
- (i) *C. R.*, t. 122, pág. 561.
- (j) *Ber.*, 1908, t. 36, pág. 2893.
- (k) *Ann. Chim. phys.*, 1913, t. 29, pág. 549.
- (l) *Ber.*, 1921, t. 54, (b) pág. 2403.

* * *

Extractado y arreglado de las obras:

HENRY WREN, *Organometallic Compounds of Zinc and Magnesium*, London 1913, pág. 72 y sig.

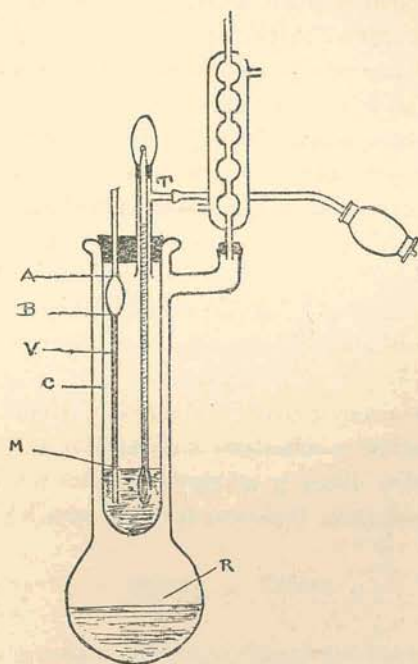
The Chemical Society — Annual Reports on the progress of Chemistry (1921), London 1922, pág. 67 y sig.

SECCIÓN RESÚMENES

NUEVO APARATO VISCOSIMETRO

El viscosímetro representado en la figura como si estuviera funcionando, se compone de tres partes esenciales:

1.º De una envoltura termostática con un refrigerante,



para que en la cámara *c* se pueda establecer una temperatura constante;

2.º De un tubo viscosímetro;

3.º De una pera de cauchú y de un termómetro;

4.º Un cronógrafo de $\frac{1}{5}$ de segundo completa el aparato.

Los autores proponen determinar la viscosidad a las siguientes temperaturas: 33°5 siendo éter el líquido que hierve en la envoltura termostática, 56°3 acetona, 80°3 benceno y 100° el agua.

Marcha del experimento: Se limpia cuidadosamente con benceno, alcohol y éter el tubo viscosímetro *v*, se introduce en el tubo *c* 20 cc. del líquido a ensayar; se coloca en su lugar el termómetro (ver figura) de manera que la señal de observación del viscosímetro y el bulbo del termómetro estén a la misma altura *m*, teniendo en este momento cuidado del que el aparato esté vertical.

Se hace hervir el líquido de la cámara termostática *r* 15 minutos hasta que la temperatura sea constante.

Entonces se coloca la pera de goma sobre la rama libre del tubo *t* y mediante una compresión, aumenta la presión interna y sube así el aceite por el tubo viscosímetro, dejando que pase un poco el engrase *a*, se retira la pera y examina el descenso. cuando pasa por el engrase *a* se pone en marcha el cronógrafo y se lo detiene cuando el aceite llega al engrase *b*. Siendo *t* el número de segundos señalados durante la operación. El resultado se halla aplicando la fórmula común: viscosidad absoluta en dinas por centímetro cuadrado, según la fórmula $\gamma = k.d.t$ siendo *k* la constante del aparato, *t* el tiempo y *d* la densidad del líquido.

Los autores señores Georges Baume y Henri Vigneron dan una interpretación y muestran sus resultados comparativos en un gráfico. Estos datos y mayores detalles pueden verse en la Revista *La Industria Química*, nº 406, año XVIII, Barcelona.

Extrac. F. A.

UNIVERSITARIAS

PROGRAMA DESARROLLADO DE QUÍMICA GENERAL.

Nociones de Físico-química y Química inorgánica

CURSO DE 1921

(Conclusión).

TERCERA PARTE.

Química inorgánica.

TEMA 38. — Elemento. — Su significado. — Reseña histórica. — Nomenclatura de los elementos. — Diferentes clasificaciones.

TEMA 39. — Combinaciones de los elementos entre sí. — Nomenclatura de los cuerpos compuestos.

TEMA 40. — Estudio de las analogías de los elementos.

TEMA 41. — Hidrógeno. — Helio. — Argon. — Cripton. — Xenon.

TEMA 42. — Fluor. — Cloro. — Bromo. — Yodo.

TEMA 43. — Oxígeno. — Ozono.

TEMA 44. — Azufre. — Selenio. — Teluro.

TEMA 45. — Carbono. — Silicio. — Titanio. — Germanio. — Estaño. Zirconio.

TEMA 46. — Nitrógeno. — Vanadio. — Niobidio. — Didimio. — Tantalio.

TEMA 47. — Fósforo. — Arsénico. — Antimonio. — Bismuto. — Boro.

TEMA 48. — Metales. — Nociones de metalurgia general. — Minerales. — Preparación mecánica de los minerales. — Trituración, separación de la ganga. — Fundentes

TEMA 49. — Litio. — Sodio. — Potasio. — Rubidio. — Cesio. — Amonio.

TEMA 50. — Cobre. — Plata. — Oro.

TEMA 51. — Calcio. — Estroncio. — Bario.

TEMA 52. — Plomo. — Glucinio. — Magnesio. — Zinc. — Cadmio.

TEMA 53. — Mercurio. — Aluminio. — Galio. — Indio. — Talio.

TEMA 54. — Cromo. — Molibdeno. — Tungsteno.

TEMA 55. — Magnesio Manganeso. — Hierro. — Cobalto.

TEMA 56. — Rutenio. — Rodio. — Paladio. — Osmio. — Iridio. — Platino.

TEMA 57. — Aleaciones. — Generalidades. — Propiedades físicas: Licuación, color, estructura, densidad, dureza, conductibilidad, fusibilidad, propiedades mecánicas, resistencia, tenacidad, maleabilidad, ductibilidad, elasticidad. — Propiedades químicas: Metalografía, análisis térmicos, fenómenos de solidificación, curva de enfriamiento de cuerpos puros, de aleaciones binarias, eutécticos. — Diagramas. — Combinaciones definidas. — Puntos de transición. — Metales no visibles. — Una solución sólida. — Más de una solución sólida. — Eutécticos de cristales mixtos.

TEMA 58. — Sistemas formados por tres metales. — Superficies de fusibilidad. — Análisis microscópico. — Preparación de la muestra. — Ataque de la superficie pulida. — Observación microscópica. — Interpretación de los resultados.

TEMA. 59. — Bases. — *Ácidos y sales.* — Reseña histórica. — Teoría unitaria. — Teoría de los iones. — Valencia de los iones. — Ácidos

oxigenados en general. — Isomeria de los ácidos minerales. — Cloruros de ácidos. — Amidas.

TEMA 60. — Hidrácidos. — Generalidades. — Propiedades. — Ácido fluorhídrico. — Clorhídrico. — Bromhídrico. — Yohídrico.

TEMA 61. — Estudio de los yoduros. — Bromuros. — Cloruros. — Fluoruros. — Preparaciones generales y propiedades.

El Diploma de Químico

es ya y será cada vez más en lo futuro el prestigio humano más incommovible como depositario de los últimos secretos de la Naturaleza.

Pero esto no librará de todas las cargas humanas a quien le posea y por el contrario las recargará con riesgos frecuentes para su vida en el ejercicio de su absorbente profesión diaria.

No revelará poseer la previsión necesaria para su desempeño, y su reputación misma sufrirá de esta insuficiencia, si teniendo una familia bajo su amparo no ha pensado, ante todo, en proveerse de una **POLIZA DE SEGURO SOBRE SU VIDA.**

• • •

LA PREVISORA

COMPañÍA DE SEGUROS SOBRE LA VIDA

(FUNDADA EN 1885)

Seguros contra Incendio y Marítimos

OFICINA CENTRAL: **SAN MARTIN 274** - BUENOS AIRES

SUCURSALES: LA PAZ (BOLIVIA), LIMA (PERÚ),

VALPARAISO (CHILE)

Responsabilidad: \$ 20.000.000