

AÑO 7 - NUMERO 31

CHEMIA

REVISTA * DEL * CENTRO * ESTUDIANTES
DEL * DOCTORADO * EN * QUÍMICA



BUENOS AIRES - FEBRERO 1930

En este número:

Orozco Díaz. — *Los rayos Röntgen en Metalografía.*

Meaurio. — *Manejo de la Regla de Cálculo en Química.*

Ugarte. — *Separación Analítica de algunos elementos raros.*

Bernaola. — *Historia de la Química hasta Lavoisier.*

AÑO 7 - NUMERO 31

Reinaldo Vanossi
edición —

GUIA PROFESIONAL

DOCTORES EN QUIMICA

CARLOS A. ABELEDO
Blanco Encalada 5368

MARIO P. ANTOLA
Belgrano 1472

ATILIO BADO
Pueyrredon 1127

TOMAS A. BARÓ
Sarmiento 16 - San Nicolás

VICTOR J. BERNAOLA
Cabildo 598

HECTOR BOLOGNINI
Caseros 2799

JUAN B. DEMICHELIS
Thames 2280

VENANCIO DEULOFEU
Bartolomé Mitre 1371

JOSE S. DEVOTO
Victoria 3700

LUIS A. GONZALEZ
Cabello 3757

J. RAÚL HOSTEIN
Esmeralda 827

FELIPE A. JUSTO
Viamonte 920

EUGENIO V. LABIN
Zabala 2450

ENRIQUE A. LETICHE
Bacacay - 2585

JORGE MAGNIN
Mocoretá 101

PEDRO MAZZOCCO
Charcas 2107

JULIO OROZCO DIAZ
Tucumán 1441

ORSINI F. F. NICOLA
Paraná 702

ALBERTO A. PERAZZO
Ecuador 359

JACINTO T. RAFFO
Lavalle 710

ARNOLDO RUSPINI
La Madrid 1545

ROGELIO A. TRELLES
Charcas 2349

REINALDO VANOSSI
Pueyrredon 2431

RAUL WERNICKE
Pampa 3821

KOELLNER & Cía.

SEGG. QUIMICA CORRIENTES 727

Bs. As.

Aparatos y útiles para análisis
Termómetros y Densímetros
Exactos, de todas clases

Vidrio de Jena y Pyrex

Porcelanas Rosenthal

Cuarzo Vitreosil

Filtros Schleicher & Schüll

Reactivos para análisis, de

MERCK

KAHLBAUM

HAËN

Instalaciones completas para Laboratorios

U. T. 31 - 4968-69

FARMACIA "RUSPINI"

LUIS D. RUSPINI

FARMACÉUTICO

Análisis - Sueros

Específicos

Drogas puras

Esterilización de
Material de Cirugía

Montes de Oca 299

U. T. 23 - 5335

- Falta trazar aún los caminos para los jóvenes químicos argentinos. *Chemia quiere trabajar en esta tarea.*
- Sr. Profesional: *Envíe a Chemia cuanto de su experiencia crea que pueda sernos útil.*
- Sr. Industrial: *Ofrezca por intermedio de Chemia la Oportunidad de que algún químico joven estudie su fábrica.*
- Sr. estudiante: *Pida a Chemia ideas sobre lo que desee emprender.*

FITOLAX

Duc
Dura porque es Duro
Duc
JABON FINO DE TOCADOR

- Al pedir precios mencione a CHEMIA. Los obtendrá mejores.

C H E M I A

Revista del Centro Estudiantes del Doctorado en Química

Director: DR. ARNOLDO RUPINI

Como debe ser.

A nadie escapa que en la gran mayoría de los casos, el profesor universitario, en nuestro país, no está dedicado exclusivamente a la atención y cuidado de su cátedra, como se exige en algunos sistemas de enseñanza superior que con tanto éxito se desarrollan en otros países; y citaremos a Estados Unidos y Alemania como ejemplo.

Es así que una buena parte del profesorado, debiendo dividir su tiempo entre dos o tres cargos, a veces no afines entre sí, diluye sus energías, dispersa su labor, con la consecuencia de que la parte consagrada a la cátedra o al laboratorio ha de resultar forzosamente menor, obteniéndose de este modo, tanto en enseñanza como en producción científica, un rendimiento inferior al que se obtendría en el caso contrario.

Las causas de este estado de cosas son conocidas y por lo mismo no vale la pena de insistir en ellas. Estas breves consideraciones las hacemos para que sirvan, por contraste, de realce a un hecho auspicioso, hecho revelador de un cambio en el criterio de encarar estos asuntos, por parte de aquéllos encargados de dirigir nuestra enseñanza superior: nos referimos al ofrecimiento hecho por la Facultad de Química Industrial y Agrícola de la Universidad del Litoral, a un químico argentino, profesor de nuestra Escuela, de la dirección de un Instituto de Investigaciones en ciencias físicas y químicas.

El cambio al cual aludimos más arriba lo consideramos realmente beneficioso tanto para los estudiantes como para la ciencia en general; esperemos que el ejemplo se multiplique, para que en un porvenir cercano tengamos una serie de casas

de estudio, al frente de las cuales haya hombres dedicados exclusivamente a la tarea de organizar y dirigir sus investigaciones. La vida de ellos — profesores y demás personal docente, — transcurrirá quizás toda en esa ocupación, a menudo con sacrificio de posiciones de más brillante porvenir económico o de más renombre para el que las ocupe, pero estamos seguros que los resultados obtenidos, tanto en la formación de escuelas científicas como en la creación de cuerpos técnicos eficaces, recompensarán sus esfuerzos.

Y ello será también su mejor premio.

LA DIRECCIÓN.

COLABORACIONES

Dr. Julio Orozco Díaz

LOS RAYOS RÖNTGEN EN METALOGRAFIA

I

Antes de referir las aplicaciones de los rayos Röntgen al estudio de los metales y a la solución de los problemas de la Metalografía, hemos creído necesario poner al lector en antecedentes sobre esta importante cuestión, pues aparte del interés teórico general que posee, al permitirnos estudiar el estado sólido cristalino más íntimamente que cualquier otro método de investigación, tiene un interés práctico inmediato, por su aplicación a los más variados problemas técnicos, entre los que podemos citar el estudio de combustibles sólidos, de materiales de construcción, de fibras animales y vegetales, etc.

Recordaremos algunas nociones fundamentales de óptica ondulatoria imprescindibles para la comprensión del tema, hablaremos primero de la luz y extenderemos los razonamientos efectuados a los rayos Röntgen, que no difieren de ésta más que en el valor de la frecuencia, siendo de su misma naturaleza.

Difracción de la luz.— Si en un punto cualquiera O existe una fuente de luz puntual y si entre ésta y una pantalla AB, se interpone otra pantalla opaca provista de un agujero circular cuya sección en el plano del dibujo es CD (fig. 1), se produce sobre la primera una mancha luminosa, que es una sección del cono cuyo vértice está en O. El plano de la pantalla AB quedará dividido en dos regiones bien definidas, una iluminada y otra oscura (suponemos que no existen penumbras pues la fuente es puntual); este fenómeno es una de las

pruebas experimentales de la propagación *rectilínea* de la luz. Si se disminuye el diámetro del agujero (por ejemplo a $0,1 \text{ mm}^2$), la mancha luminosa se hace tan grande que es imposible explicar su formación manteniendo la propagación *rectilínea* de la luz. Las cosas se producen como si la luz se desviara del camino *rectilíneo* y rodeara los bordes del agujero (rayos punteados de la fig. 1); este fenómeno, descubierto por Grimaldi en 1665, ha recibido el nombre de *difracción* de la luz.

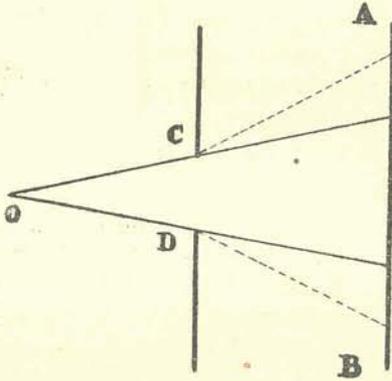


Fig. 1

El fenómeno mencionado y otros como la *doble refracción*, los *colores de las láminas delgadas*, los llamados *anillos de Newton* y la *dispersión* de la luz, también descubierta por Newton condujeron simultáneamente a Newton y a Huygens (más o menos en 1670) a la conclusión que la luz debía ser un *fenómeno periódico con respecto al tiempo y al espacio*.

Huygens definió claramente la periodicidad de la luz, atribuyéndola a un proceso de vibraciones mecánicas, para lo cual se vió en la necesidad de crear un «éter» hipotético que transportara las ondas luminosas del sol a la tierra por el espacio libre de toda materia ponderable. La luz para Huygens eran las *ondas elásticas* propagadas por el éter.

Vamos a dar ahora una idea del principio de Huygens, que permite explicar el fenómeno de difracción que hemos señalado. Si se produce una perturbación en una esfera de pequeño diámetro situada en un espacio cuyo éter está en reposo, la perturbación se propagará a todo el éter, con la misma velocidad en todas direcciones; de manera que el lugar geométrico de todos los puntos del espacio alcanzados simultáneamente por la perturbación, es una esfera con centro en *O*, siendo *O* el lugar en que se inicia la perturbación; el radio de esta esfera es Vt , pues *V* es la velocidad de propagación y *t*

el tiempo contado desde el momento en que se inicia el fenómeno. La superficie así originada fué denominada *superficie de onda* y los radios de la misma vinieron a reemplazar a los rayos de luz de la óptica geométrica.

Conocida la posición de la superficie de onda en un instante t , se puede determinar la posición de ésta en un instante posterior cualquiera t' , por medio del principio de Huygens, que consiste en suponer que *todos los puntos del éter alcanzados por la perturbación se hacen centros de perturbación y las ondas por ellos emitidas poseen una superficie envolvente que representa la nueva posición de la superficie de onda*. La figura 2, ayudará a comprender lo que se acaba de decir; SS representa la posición de la superficie de onda en el instante t y $S'S'$ la posición de la misma en el instante t' .

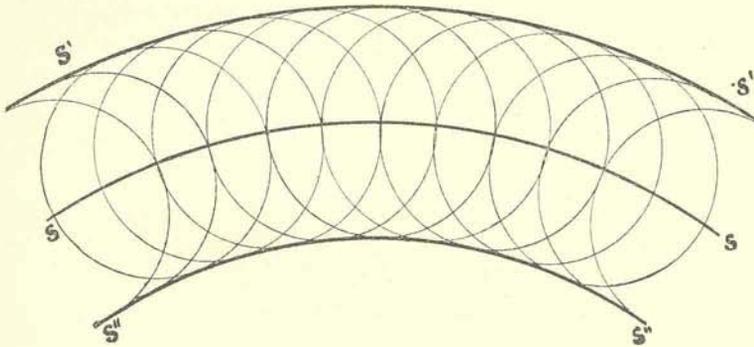


Fig. 2

De acuerdo con el principio de Huygens es evidente que debía propagarse detrás de SS , otra superficie de onda tal como las $S''S''$; este hecho, no observado experimentalmente, constituyó una objeción seria al principio de Huygens, que fué levantada por Fresnel al considerar una sucesión de ondas y explicar la ausencia de fenómenos luminosos detrás de la superficie SS , por *interferencia* con las ondas originadas posteriormente. Aunque esta explicación no es completamente satisfactoria, es suficiente para nuestros propósitos actuales y admitiremos como verdadero el principio de Huygens-Fresnel.

En lo que se ha dicho se ha usado varios términos cuyo significado es necesario precisar, para la completa comprensión

de estos fenómenos; nos referimos al significado de *vibración*, de *onda* y de *interferencia*. Una vibración es un fenómeno periódico, en el cual la magnitud vibrante (que puede ser cualquiera, un desplazamiento, un campo eléctrico, un campo magnético, etc.) toma valores iguales a intervalos de tiempo iguales. Las propiedades de una vibración, pueden estar por lo tanto perfectamente descritas por funciones periódicas, como son las funciones circulares seno y coseno; es decir que si S es la magnitud vibrante, sus variaciones estarán bien representadas por la función

$$S = A \text{ sen } \alpha, \dots \quad [1]$$

en la cual α es una magnitud proporcional al *tiempo*, que se denomina *fase* de la vibración y A es el valor máximo que puede tomar la magnitud vibrante S , recibiendo el nombre de *amplitud* de la vibración. Para conocer la relación que existe entre la fase α y el tiempo t , se define como *período* de la vibración, al intervalo de tiempo T , que es necesario que transcurra para que la magnitud vibrante S y su primer derivada $\frac{dS}{d\alpha}$, vuelvan a tomar uno cualquiera de sus valores con el mismo signo. De las propiedades conocidas de la función seno y de su derivada la función coseno, expresadas por las fórmulas trigonométricas

$$\text{sen } \alpha = \text{sen } (\alpha + 2\pi k) \quad ; \quad \text{cos } \alpha = \text{cos } (\alpha + 2\pi k)$$

en las cuales k es un número entero, es evidente que al transcurrir un período de tiempo T , la fase variará en 2π radianes, luego la fase correspondiente a un tiempo cualquiera t será

$$\alpha = \frac{2\pi}{T} t \quad [2]$$

Las fórmulas [1] y [2] nos permiten escribir

$$S = A \text{ sen } \left(\frac{2\pi}{T} t \right) \quad [3]$$

En esta expresión el tiempo t se ha medido desde el instante en que comienza la vibración; esta manera de medir el tiempo se puede efectuar siempre que se considere una sola vibración; si consideramos dos o más de ellas, no comenzarán en general en un mismo instante y para poder describir a todas en una misma escala de tiempo es necesario introducir una nueva magnitud que se denomina *fase inicial*; esta fase corresponde al tiempo transcurrido desde el comienzo de la vibración, hasta el instante tomado como origen en la escala de tiempo. De acuerdo con lo dicho, una vibración siempre podrá ser descrita en una escala cualquiera de tiempo por una expresión de la forma

$$S = A \operatorname{sen} \left(\frac{2\pi}{T} t + \alpha_0 \right) \quad [4]$$

en la cual α_0 representa la fase inicial.

La diferencia de las fases iniciales de dos vibraciones referidas a una misma escala de tiempo, lleva el nombre de *diferencia de fase*. Como son iguales dos vibraciones cuya diferencia de fase es un múltiplo entero de 2π , cualquier diferencia de fase estará comprendida entre 0 y 2π . Dos vibraciones cuya diferencia de fase es igual π , se denominan *opuestas*, porque además de anularse simultáneamente los valores de la magnitud vibrante en ambas, a los máximos positivos de una corresponden máximos negativos de la otra y si las amplitudes son iguales, a los valores de una corresponden constantemente valores iguales y de signo contrario de la otra.

En el estudio hecho de las vibraciones, hemos visto la existencia de periodicidad con respecto al *tiempo*; en diversas ramas de la Física existen fenómenos que presentan una *doble periodicidad*, con respecto al tiempo y con respecto al *espacio*. El examen detenido de estos fenómenos permitirá entender y precisar el concepto de *onda*. Supongamos que en un punto cualquiera del espacio, O, se produce un fenómeno periódico con respecto al tiempo, existirá por consiguiente una serie continua de condiciones por las que se pasará sucesivamente en este punto; esta serie continua de condiciones se encuentra repartida uniformemente en el espacio en un *mismo instante*. Se trata ahora de encontrar la relación que existe entre el

fenómeno periódico con respecto al tiempo, que se produce en O, y la distribución continua de las diferentes condiciones mencionadas, existentes en un mismo instante sobre una semirecta cuyo origen sea O.

Si en un instante t_0 , existe en un punto de la semirecta situado a una distancia de O igual a v unidades de longitud, una condición idéntica a la que existía en O *una* unidad de tiempo antes que t_0 ; y a una distancia igual a $2v$, una condición idéntica a la que existía en O, *dos* unidades de tiempo antes que t_0 , etc., es evidente que la condición existente en un punto P situado a la distancia x de O, en un instante t , será idéntica a la que existía en O en un instante $\left(t - \frac{x}{v}\right)$. Es decir

que se encuentra la condición existente en el punto O en un cierto instante, repetida una unidad de tiempo después a una distancia de v unidades de longitud de O; dos unidades de tiempo después se encuentra la misma condición a una distancia de O igual a $2v$, etc. En otras palabras, podemos decir que la condición se está *propagando* o *trasmitiendo* sobre la semirecta de origen O con una velocidad igual a v .

La propagación de una condición como la que se ha descrito, se denomina *onda*; a la magnitud v , velocidad de propagación de la onda y a la dirección de la semirecta que se ha utilizado en el razonamiento, *dirección de propagación de la onda*. De lo dicho resulta inmediatamente que si en O se produce una vibración armónica descrita por la ecuación [4], en un punto P situado a una distancia x de O se producirá también una vibración armónica cuya ecuación será

$$S = A \operatorname{sen} \left[\frac{2\pi}{T} \left(t - \frac{x}{v} \right) + \sigma_0 \right] \quad [5]$$

Como en el punto O se repite la misma condición, con el mismo sentido de variación (dado por el signo de $\frac{\partial S}{\partial t}$) a intervalos de tiempo iguales a T, es evidente que se encontrará la misma condición repetida a distancias iguales sobre la dirección de propagación y esta distancia que es igual a la recorrida por la onda durante el tiempo T, se denomina

longitud de onda y se simboliza con la letra λ . De acuerdo con la definición dada se tiene

$$\lambda = v T \quad [6]$$

que conjuntamente con la [5] nos permite escribir

$$S = A \operatorname{sen} \left[2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) + \alpha_0 \right] \quad [7]$$

La magnitud x que figura en la ecuación [7] se denomina camino de la onda. Si dos ondas originadas en dos puntos distintos O_1 y O_2 , se encuentran en un punto P, en general habrán recorrido caminos diferentes que podemos designar por x_1 y x_2 ; la diferencia de camino ($x_2 - x_1$) de dos ondas, desempeña un papel importante en la composición de las ondas. Si las dos ondas consideradas poseen la misma fase inicial, al encontrarse en el punto P sus fases serán

$$\left[2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda_1} \right) + \alpha_0 \right] \text{ y}$$
$$\left[2 \pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda_2} \right) + \alpha_0 \right];$$

si suponemos ahora que poseen la misma longitud de onda λ , su *diferencia de fase* estará dada por

$$\delta = 2 \pi \left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda} \right) \quad [8]$$

Precisado el concepto de onda se comprenderá fácilmente el fenómeno de *interferencia*. En el año 1800, convencido Joung de la naturaleza vibratoria de la luz, estableció el principio de *superposición óptica* cuyo contenido es el siguiente: si en un punto del espacio se encuentran varias ondas luminosas, el desplazamiento resultante es igual a la suma de los desplazamientos que producirían, si llegaran al mismo punto

sucesivamente (para Joung las vibraciones luminosas eran de naturaleza mecánica, por eso se habla de desplazamientos; cualquiera que sea la naturaleza de la vibración que llamamos luz el principio de superposición se mantiene válido).

Si se sigue razonando con las ideas de Joung, y se consideran dos ondas cuyas vibraciones sean paralelas, al encontrarse en un punto se superpondrán; si poseen la misma fase inicial y la misma longitud de onda su diferencia de fase al encontrarse dependerá de la diferencia de camino de las mismas, en la forma expresada por la ecuación [8]. Si la diferencia de fase es igual a un múltiplo entero de π , las vibraciones que originarían al actuar separadamente en P las dos ondas, serían opuestas y en consecuencia la suma algebraica de los desplazamientos al actuar simultáneamente, es constantemente nula (hemos supuesto que las amplitudes de las dos vibraciones son iguales). De lo dicho resulta que en todos los puntos en que se cumpla la condición

$$2 \pi \left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda} \right) = (2k + 1) \pi,$$

en la que k es un número entero, no se producirá fenómeno vibratorio alguno. Como la expresión anterior puede tomar la forma

$$x_2 - x_1 = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} \quad [9]$$

la proposición anterior suele enunciarse, diciendo que se produce oscuridad, en los puntos cuya diferencia de distancias a las fuentes de luz, es igual a un *número impar de semilongitudes de onda*. Si la diferencia de fase de las dos ondas es igual a un múltiplo entero de 2π , es decir si tuviéramos

$$2 \pi \left(\frac{x_2 - x_1}{\lambda} \right) = k 2 \pi,$$

es evidente que por el principio de superposición, las ondas se reforzarán, es decir que habrá máximos de iluminación en los puntos para los cuales se cumple la condición

$$x_2 - x_1 = k\lambda \dots \quad [10]$$

dicho en otras palabras, habrá *máximos de intensidad luminosa* en los puntos cuya diferencia de distancias a las fuentes de luz sea igual a un *número entero de longitudes de onda*.

De lo dicho resulta que bajo ciertas circunstancias, se puede obtener obscuridad por adición de luz a la luz, fenómeno que se denominó *interferencia de la luz*. La comprobación experimental de las ecuaciones [9] y [10], y por lo tanto del principio de superposición óptica de que son consecuencia, fué realizada por Fresnel mediante la conocida experiencia de los dos espejos.

Con los elementos que se han dado es fácil explicar ahora en forma cualitativa, el fenómeno de *difracción* de la luz. Si suponemos que desde un centro de ondas O, llegue un tren de ondas a una pantalla provista de un agujero CD, todos los

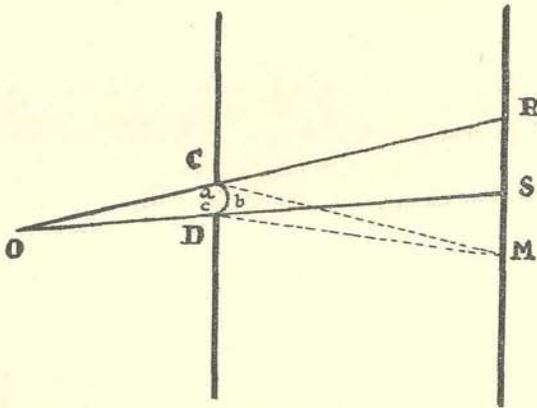


Fig. 3

puntos situados sobre la superficie de onda *abc*, serán centros de ondas elementales. Se comprende ahora fácilmente que puedan observarse fenómenos luminosos fuera del cono de luz ROS, pues las ondas al llegar a un punto de la pantalla tal como el M, se reforzarán o anularán por interferencia de acuerdo con sus diferencias de camino (fig. 3). La teoría completa del fenómeno en cuyos detalles no podemos entrar

aquí, predice que se deberá producir una mancha central, que puede ser brillante ú oscura (según la distancia que separa a ambas pantallas), rodeada por una serie de anillos concéntricos alternativamente brillantes y oscuros.

Reles de difracción. — Si se hace llegar una onda luminosa sobre una superficie reflectora (un espejo), de acuerdo con el principio de Huygens ya mencionado, los puntos de esta superficie se hacen centros de emisión de ondas elementales y la onda reflejada puede construirse fácilmente, pues es la superficie envolvente de las ondas emitidas por los puntos de la superficie reflectora. Lo mismo sucede en la superficie de separación de dos medios de distinto índice de refracción, la onda refractada es la envolvente de las superficies de onda elementales originadas en el medio en que penetra la luz. En lo que hemos dicho se ha supuesto continuas, a la superficie reflectora y a la de separación de los dos medios; si se hace sobre estas superficies, una serie de rayas finas a distancias iguales (1700 por mm, por ejemplo) los fenómenos de reflexión y de refracción siguen un curso muy diferente al que se ha mencionado. La luz que cae sobre las rayas es dispersada irregularmente y sólo sigue su camino normal la que llega a los espacios comprendidos entre dos rayas. Para comprender los fenómenos que tales dispositivos producen sobre la luz, se puede simplificar el problema y estudiar la acción que ejerce sobre ésta una serie de puntos, situados a igual distancia entre sí, que actúen como centros de propagación de ondas o como suelen llamarse « centros de difracción ». Se considerará primero como más sencillo, el caso de una serie de centros de difracción situados en línea recta, mediando entre ellos una distancia constante a . Un dispositivo de esta índole se denomina *red de difracción lineal* y a la magnitud a , constante de la red.

Si se hace llegar una onda de luz monocromática, de longitud de onda λ sobre una red de esta naturaleza, los puntos de la red emitirán ondas que se reforzarán o destruirán por interferencia. De acuerdo con la ecuación [10] ya discutida, *aparecerán máximos de iluminación en las direcciones para las cuales, las diferencias de camino de las ondas emitidas por*

dos puntos vecinos de la red, sean iguales a un múltiplo entero de la longitud de onda.

Para una dirección de incidencia dada por el ángulo φ_0 , es evidente que si $AD - CB = n\lambda$, existirá un máximo de ilu-

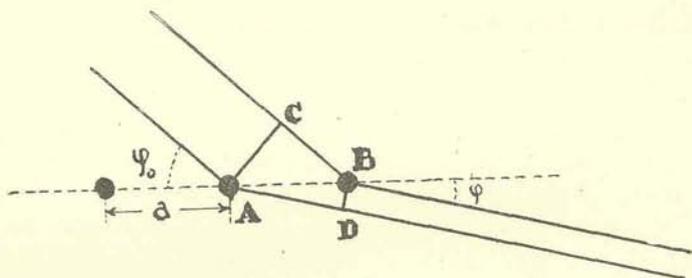


Fig. 4

minación en la dirección correspondiente a φ . La figura 4 nos da inmediatamente

$$a (\cos \varphi - \cos \varphi_0) = n \lambda \quad [11]$$

en la cual n es un número entero cualquiera que se denomina *número de orden* del máximo de difracción.

La ecuación [11] permite sacar algunas consecuencias importantes; en primer lugar para números ordinales pequeños (que son para nuestro objeto los más importantes), es necesario que a sea mayor que λ (en la práctica mayor que 10λ); si a es menor que λ , la red se comporta como si fuera continua con respecto a la luz incidente, reflejando o refractando las ondas en la forma ordinaria. Si sobre un dispositivo de éstos llega luz blanca, la ecuación [11] nos dice que para una dirección de incidencia dada y para un número de orden dado, a cada longitud de onda de la luz incidente corresponde una dirección de máximo de intensidad luminosa, vale decir que la luz incidente será descompuesta en sus radiaciones monocromáticas componentes. Esta propiedad, permite usar en espectroscopía, redes en substitución de los prismas. Resumiendo, una *red lineal* produce una serie de máximos de intensidad luminosa (con luz monocromática) cuyas direcciones es-

tán dadas por los valores que toma φ en la expresión [11], para valores enteros de n ; y una serie de espectros de difracción, que se denominan de primero, de segundo, etc. orden, si la radiación incidente está compuesta por distintas longitudes de onda.

Es fácil extender los razonamientos efectuados con una red lineal, a una red de dos dimensiones, también llamada *red plana*. Los centros de difracción de una red de éstas, se pueden localizar refiriéndolos a un sistema de coordenadas, de manera que un punto cualquiera de la red tenga por coordenadas

$$x = k_1 a \quad ; \quad y = k_2 b$$

en las cuales k_1 y k_2 son dos números enteros positivos o negativos y a y b son las dos constantes de la red.

La ecuación [11] puede desdoblarse en este caso en

$$\left. \begin{array}{l} a (\alpha - \alpha_0) = n_1 \lambda \\ b (\beta - \beta_0) = n_2 \lambda \end{array} \right\} \quad [12]$$

en las cuales α_0 y β_0 son los cosenos de los ángulos que forma la radiación incidente con los ejes de las x y de las y , y α y β son los cosenos de los ángulos que forma el rayo difractado con los mismos ejes; n_1 y n_2 son los números ordinales ya mencionados. Como las ecuaciones [12] son independientes entre sí, nos dan valores definidos para α y β que determinan completamente la dirección del rayo difractado, para una longitud de onda determinada y para un orden de difracción dado. Es decir que una red plana producirá fenómenos de difracción con cualquier longitud de onda y si recibe luz blanca producirá dos series de espectros de difracción. Fenómenos de esta índole pueden observarse mirando a través de un lienzo de hilo fino una lámpara eléctrica situada a varios metros de distancia; en este caso aparece una cruz luminosa que gira al girar el lienzo que actúa como red plana.

Podemos estudiar ahora el comportamiento de las redes de tres dimensiones, llamadas también *redes espaciales*. Los cen-

tros de difracción de estas redes, referidos a un sistema de coordenadas cartesianas, están localizados por las ecuaciones

$$x = k_1 a \quad ; \quad y = k_2 b \quad ; \quad z = k_3 c$$

en las cuales a , b y c son las constantes de la red y k_1 , k_2 , k_3 , son números enteros positivos o negativos. Para simplificar supondremos que las coordenadas son ortogonales y las constantes de la red son iguales ($a = b = c$); una red de este tipo se denomina *red cúbica*.

La ecuación [11] puede desdoblarse en el triplete de ecuaciones

$$\left. \begin{aligned} a (\alpha - \alpha_0) &= n_1 \lambda \\ a (\beta - \beta_0) &= n_2 \lambda \\ a (\gamma - \gamma_0) &= n_3 \lambda \end{aligned} \right\} \quad [13]$$

en el cual, α_0 , β_0 , γ_0 son los cosenos de los ángulos que forma el rayo incidente con los ejes de las x , de las y , y de las z ; n_1 , n_2 y n_3 son los números ordinales ya conocidos y α , β y γ son los cosenos de los ángulos formados por el rayo difractado con los ejes de las x de las y y de las z respectivamente. Entre estas tres magnitudes existe la siguiente relación:

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1 \quad [14]$$

de manera que en el triplete [13], se pueden considerar como incógnitas sólo a dos de estos cosenos, estando el tercero determinado por la ecuación [14]. No pudiendo considerarse a los números ordinales como incógnitas, pues por definición toman valores enteros cualesquiera (interesan solamente valores pequeños), para una dirección de incidencia dada y números ordinales también dados, es necesario considerar como incógnita a la longitud de onda.

De lo dicho resulta que una *red espacial difracta* de la radiación incidente, correspondiente a una dirección de incidencia dada, solo *ciertas* longitudes de onda; dicho en otras palabras, una red espacial no resuelve en un espectro continuo a la

luz blanca, diferenciándose así de las redes lineales y planas ya estudiadas.

Las longitudes de onda difractadas se pueden determinar partiendo de las ecuaciones [13] y [14]. La [13] puede tomar la forma

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + n_1 \frac{\lambda}{a} \\ \beta &= \beta_0 + n_2 \frac{\lambda}{a} \\ \gamma &= \gamma_0 + n_3 \frac{\lambda}{a} \end{aligned} \right\}$$

elevando al cuadrado y sumando se tiene,

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = \alpha_0^2 + \beta_0^2 + \gamma_0^2 + 2 \frac{\lambda}{a} (\alpha_0 n_1 + \beta_0 n_2 + \gamma_0 n_3) + \frac{\lambda^2}{a^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2)$$

teniendo en cuenta la ecuación [14] y la análoga para $\alpha_0 \beta_0 \gamma_0$, se tiene:

$$1 = 1 + 2 \frac{\lambda}{a} (\alpha_0 n_1 + \beta_0 n_2 + \gamma_0 n_3) + \frac{\lambda^2}{a^2} (n_1^2 + n_2^2 + n_3^2).$$

y de ésta

$$\lambda = -2a \frac{(\alpha_0 n_1 + \beta_0 n_2 + \gamma_0 n_3)}{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2} \quad [15]$$

Luego de la radiación que llega a la red, con una dirección determinada por $\alpha_0 \beta_0 \gamma_0$, sólo son difractadas las longitudes de onda que satisfacen a la ecuación [15] para valores enteros de n_1, n_2 y n_3 .

Como el rayo incidente está determinado por los valores de $\alpha_0 \beta_0 \gamma_0$, y el rayo difractado por los valores de α, β, γ , podemos encontrar el valor del ángulo comprendido entre estos dos rayos; indicando al ángulo así determinado con 2θ , la geometría sólida demuestra que

$$\cos 2\theta = \alpha\alpha_0 + \beta\beta_0 + \gamma\gamma_0.$$

Elevando al cuadrado las ecuaciones [13] y sumando se tiene

$$2 - 2(\alpha\alpha_0 + \beta\beta_0 + \gamma\gamma_0) = \frac{\lambda^2}{a^2}(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2),$$

que con la anterior da

$$2 - 2 \cos 2\theta = \frac{\lambda^2}{a^2}(n_1^2 + n_2^2 + n_3^2).$$

Usando ahora la conocida fórmula trigonométrica

$$\cos 2x = 1 + 2 \operatorname{sen}^2 x,$$

la anterior puede tomar la forma

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{\lambda}{2a} \sqrt{n_1^2 + n_2^2 + n_3^2} \quad [16]$$

Es decir que si sobre una red espacial llega una radiación monocromática, los rayos difractados formarán con el rayo incidente ángulos que satisfacen a la ecuación [16] para valores enteros de n_1, n_2, n_3 .

COTIZACION DE PRODUCTOS

CIERRE: ENERO

Acidos, álcalis y sales minerales de la Gran Industria Química

Acido Muriático	20-22°	20 K	0.35 K
» Nítrico	40-42°	25 »	0.70 »
» Sulfúrico	65-66°	30 »	0.30 »
» »	»	1000 »	0.15-
» »	»	»	-0.18 »
» »	53-55°	1000 »	0.087-
» »	»	»	-0.097 »
» » para leche	»	30 »	0.60 »
» » » acu-	»	»	»
» » » muladores	1.215°	30 »	0.30 »
» » » »	65-66°	30 »	0.40 »
Agua Oxigenada	»	20 L	0.89 L
Alcohol etílico desnaturalizado	95°	18 »	8.80
» » puro	96°	20 »	40.60
» metílico (metileno)	»	»	»
Acetona	»	»	»
Alumbre ordinario	»	K	0.22
» de cromo	»	»	0.57
Amoníaco Sal	»	»	1.—
Amoníaco	22°-25°	25 K	0.90 K
» »	»	500 »	0.62 »
Bicarbonato de sodio	»	K	0.25
Bicromato de potasio	»	»	0.98
Borax (tetr. borato sódico)	»	»	0.43
Carbonato de amonio	»	5 K	0.90 K
» » potasio	»	500 »	1.75 »
» » sodio (soda Sol-	»	»	»
vay)	»	100 »	16.80
Carburo de calcio	»	»	»
Cloruro de cal	»	100 »	22.80
» » sodio	»	»	»
Hiposulfito de sodio	»	K	0.25 K
Naftalina bruta	»	Ton.	120.—
Nitrato de Sodio	»	»	»
» » potasio	»	K	0.63
Soda cáustica	»	20 K	0.28 K
Sulfato de sodio	»	K	0.11
» » amonio	»	Ton.	200.—
Tetracloruro de carbono	»	»	»

INSECTICIDAS, FUNGICIDAS, ETC.

Arseniato de plomo	»	»	»
» » sodio	»	»	»
Azufre en polvo	»	K	0.27
» » cañones	»	10 K	0.24-
» » »	»	»	-0.25 K
Cianuro de potasio	»	500 »	3.60 K
Sulfato de cobre (extranjero)	»	100 »	°\$ ₁₈ 18.50
» » » (nacional)	»	100 »	0.43 K
» » hierro	»	98-99°	100 » 0.20-
» » »	»	»	-0.23 »
Sulfuro de carbono	»	25 »	20.05

GASES

Aire líquido	»	»	»
Anhidrido carbónico	»	»	»
» sulfuroso	»	»	»
Amoníaco	»	»	»
Cloro	»	»	»

METALES

Aluminio	{	lingote	100 K	250.—
		alambre 1 mm	»	300.—
		chapa 0,5 mm	»	295.—
Antimonio	»	»	»	
Bronce ordinario	»	»	200.—	
Cobre en chapa	»	»	220.—	
Estaño	»	»	»	
Latón en chapa	»	»	»	
Mercurio	»	»	»	
Níquel	»	»	»	
Oro	»	»	»	
Plata	»	»	»	
Platino	»	»	»	
Plomo	»	»	»	
Zinc	{	lingote	100 K	°\$ ₁₈ 18.—
		chapa	»	» 20.05

QUIMICOS EN BUENOS AIRES

25 DE 1930

PRODUCTOS QUIMICOS PARA ANALISIS

Las cifras entre paréntesis indican el envase mínimo

Acido acético glacial	(250 g)	L	5.20
» clorhídrico 22°	(1 k)	K	3.—
» cítrico	(100 g)	100 g	1.20
» fosfórico	(250 g)	L	20.—
» fluorhídrico	(100 g)	100 g	5.—
» nítrico 35°	(1 k)	K	4.20
» » 40°			
» sulfúrico 66°	(1 k)	K	3.—
» tánico	(50 g)	100 g	4.20
» tartárico	(100 g)	100 g	1.30
Acetato de amonio	(250 g)	K	10.—
» » plomo	(100 g)	g	0.90
» » sodio	(100 g)	g	0.70
Anhidrido arsenioso	(25 g)	100 g	1.20
Bicarbonato de sodio	(250 g)	K	5.—
Bicromato de potasio	(100 g)	100 g	1.—
Bióxido de bario	(100 g)	»	1.—
Bromuro de sodio			
Bromuro de potasio	(50 g)	100g	1.50
Carbonato de bario	(250 g)	K	10.—
» » calcio	(250 g)	»	13.—
» » sodio	(250 g)	»	7.—
Cianuro de mercurio	(25 g)	100 g	3.90
» » potasio	(100 g)	»	3.50
» » sodio	(100 g)	»	1.—
Cromato de potasio	(100 g)	»	2.50
Cloruro de bario	(100 g)	»	1.—
» cúprico			
» cuproso			
» estaño (proto)	(100 g)	100 g	2.—
» de magnesio	(100 g)	»	0.90
» » manganeso			
» » plata	(10 g)	10 g	2.80
» » platino	(1 g)	g	9.50
» » oro	(1 g)	»	2.50
» » sodio	(100 g)	100 g	0.90
Ferrocianuro de potasio	(100 g)	»	1.40
Ferriocianuro » »	(100 g)	»	1.20
Fluoruro de calcio	(100 g)	»	0.90
» » potasio	(100 g)	»	0.70
Hidrosulfito de sodio	(100 g)	»	1.20
Hiposulfito » »	(250 g)	K	14.—
Yodo bisublimado	(30 g)	100 g	7.50
Yoduro mercuríco pat.		»	3.—
» de potasio	(25 g)	»	6.90
» » sodio	(25 g)	»	6.—
Nitrato de plata	(25 g)	»	14.—
» » potasio	(100 g)	»	1.50
Nitrato de sodio	(250 g)	K	7.—

Nitrito de potasio	(250 g)	100 g	7.—
Oxido de bario hidratado(250 g)	250 g	2.50 g	2.—
» » calcio	(100 g)	100 g	1.—
» » magnesio	(100 g)	»	1.50
» » plomo			
» » » (litargirio) (100 g)		»	1.20
» » zinc			
Percloruro de hierro	(100 g)	100 g	1.—
Permanganato de potasio	(100 g)	»	1.—
Fosfato de sodio	(100 g)	»	2.—
» » calcio	(100 g)	»	1.—
» » potasio	(100 g)	»	2.—
Sulfato de sodio	(250 g)	K	7.—
» ferroso			
Bisulfato de potasio	(100 g)	100 g	0.90
Perhidrol	(300 g)	300 g	4.80

OTROS PRODUCTOS PUROS

Alcohol metílico	L	4.—	
Clorhidrato de cocaína (10 g)	10 g	8.—	
» » quinina básico	K	64.—	
» » morfina (10 g)	10 g	6.80	
Cloroformo	K	5.—	
Bencina	»	3.50	
Cafeína	(100 g)	100 g	2.80
Eter de petróleo	K	5.—	
» sulfúrico	(L)	L	4.80
Glicerina	(L)	L	2.—
Sulfato de atropina	(g)	g	1.—
» » quinina	(100 g)	100 g	6.—
Uretano		K	30.—
Vaselina oficial (lata 5 K)	L	11.—	

COLORANTES PARA PREPARACIONES MICROSCÓPICAS

Acido ósmico	($\frac{1}{2}$ g)	g	36.—
Azul de metileno	(10 g)	10 g	1.30
Eosina al agua	(10 g)	10 g	1.50
Carfín ácido	(1 g)	g	1.20
Giemsa	(25 g)	100 g	4.—
Hematoxilina al agua	(5 g)	10 g	6.50

Dr. Victor L. Meaurio

MANEJO DE LA REGLA DE CALCULO

EN ESPECIAL PARA LOS QUÍMICOS

SUMARIO

- I. — Dispositivos.
Marcas que conviene hacer. Ajuste. Número de cifras.
- II. — Operaciones.
Multiplicación. División. Combinaciones de productos y cocientes.
Elevación al cuadrado. Raíz cuadrada. Elevación al cubo. Raíz cúbica. Otras potencias y raíces.
Proporción inversa.
Funciones trigonométricas. Multiplicación y división.
Logaritmos.
Adición y substracción.
- III. — Aplicaciones.
Análisis gravimétricos. Análisis volumétricos. Relaciones urológicas.
Soluciones valoradas.
Método de la doble pesada. Grados termométricos. Problemas de electricidad.
Intereses bancarios. Equivalencias: monedas, medidas.

I. — DISPOSITIVOS

Como es sabido dicha regla la utilizan los ingenieros, agrimensores, electricistas, constructores, químicos, comerciantes, etc., para algunas de cuyas ramas se construyen con adiciones para su mejor aprovechamiento.

Así hay las denominadas sistema Peter & Perry, Electro, Besser, Mannheim, Rietz, Nestle, Kauffmann, etc. El error medio en las multiplicaciones y divisiones es un 0,08 % del resultado. Se concibe que si los números están entre ciertos límites los resultados son exactos.

Las reglas se construyen de varias longitudes: 12,5 a 200 centímetros, etc. La apreciación es naturalmente mayor en las últimas.

La más simple de las reglas es la llamada logarítmica; me ocuparé de la de Mannheim « 4041 » y sus indicaciones pueden servir para otras reglas.

Trataré de las operaciones más usuales; y aplicaciones útiles para los químicos y afines, sugiriendo simplificaciones en su manejo.

Se hace abstracción de la parte teórica.

Dispositivo de la regla. — Hay dos escalas; la superior y la inferior, las cuales están repetidas exactamente iguales en la reglilla móvil. En realidad en la parte superior hay dos escalas que ocupan cada una la mitad de la regla; y la escala inferior, que es de extensión doble.

Marcas que conviene hacer. — En ciertos puntos de la escala hay marcas, por ejemplo en 3,14 que corresponde al número π , etc. Conviene añadir las siguientes:

1ª Al margen izquierdo escribir las letras **A, B, C, D**, (en algunas reglas ya vienen impresas) (fig. 1).

2ª Al lado de **C** y de **D** poner un signo **+** (significa cociente más uno).

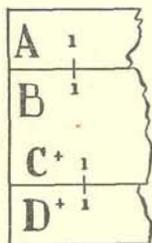


Fig. 1

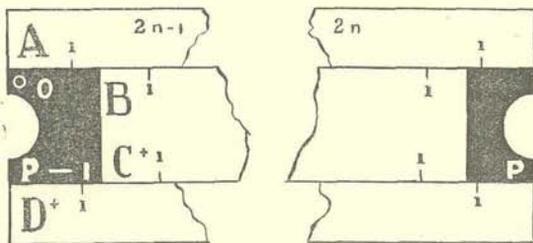


Fig. 2

3ª En la regla fija, en la cara interior margen izquierdo: **P — 1**; al margen derecho **P** (producto) (fig. 2).

Estando las marcas **A B C D** en línea vertical recta, los signos **P** y **P — 1** no se ven. Generalmente estos signos están

impresos en la parte exterior y sus indicaciones no son así automáticas.

4^ª En la misma parte interior escribir: °0, al extremo izquierdo; y °0,0 debajo de la inicial de la segunda escala superior (para las funciones trigonométricas).

5^ª Arriba de la primera escala superior escribir $2n - 1$, y arriba de la segunda, $2n$ (para cuadrados y raíces cuadradas).

6^ª En el borde superior del cursor se marcan las graduaciones según figura 3; y se adapta un pequeño índice metálico

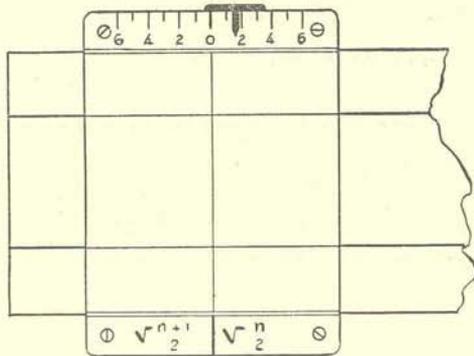


Fig. 3

co, fácil de hacer. Es el índice del cursor, que sirve para señalar el número de cifras en las operaciones. Si el cursor es de los que no tienen marco metálico, se destornilla la parte superior; y la graduación se escribe debajo de la planchuela que quedará debajo del vidrio después de atornillado nuevamente.

Del mismo modo se marca en el borde inferior del cursor $\frac{n+1}{2}$ a la izquierda; y $\frac{n}{2}$ a la derecha, para raíz cuadrada.

7^ª Para las multiplicaciones y divisiones se emplean las escalas **C D**. Puede convenir emplear las **A B** (si bien la apreciación es menor) en cuyo caso en vez de los signos anotados se emplearán los siguientes: marcar un punto en las

siguientes partes y en la misma posición en que están en la figura 4.

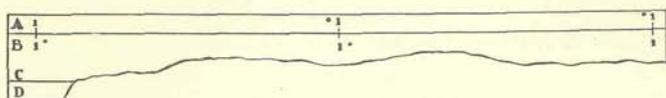


Fig. 4

Haciendo referencia a uno de los puntos de **A**, relacionándolo con otro de **B** si dichos puntos están más cerca entre sí que los correspondientes **1** al cual están ligados, se conviene en que dichos puntos « se miran ».

En la Fig. 5 los números 2 y 4 están entre dos puntos que se miran; y los números 6 y 12, entre dos puntos que no se miran.

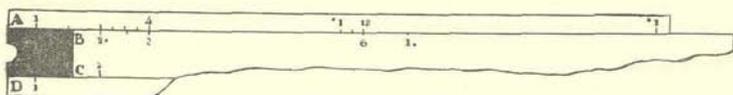


Fig. 5

Pueden añadirse otras marcas especiales, para otros cálculos; de algunas nos ocuparemos luego.

Ajuste de las reglas. — La casa Keuffel & Esser N. Y. fabrica reglas cuya parte **A** puede acercarse más o menos al cuerpo de la misma por medio de tornillos, permitiendo así que las escalas **A B** y **C D** estén siempre en contacto manteniendo un ajuste conveniente.

En resumen, la regla tiene tres partes movibles: la reglilla, el cursor y el índice del cursor, cuyas resistencias al movimiento deben ser respectivamente de mayor a menor; y este último debe correr suavemente.

Número de cifras. — Al efectuar la lectura se hace caso omiso de la coma decimal, ateniéndose únicamente al orden de las cifras. Así se leen en el mismo punto:

0,0048 0,048 0,48 480 4800 etc.

En las operaciones deberá tenerse en cuenta el número de cifras, el cual depende únicamente de la parte entera, o sea hasta la coma.

Ejemplo: el número 507 tiene tres cifras

5,07 » una cifra
0,62 » cero cifras, etc.

Y para cantidades menores que uno, los ceros a la derecha de la coma se cuentan como cifras negativas.

Ejemplo: el número 0,0043 tiene — 2 cifras

0,0008 » — 3 cifras, etc.

Los números 1, 10, 100, 1000, etc., se leerán en la parte inicial de la regla y no al final.

En el índice del cursor se anota el número de cifras en las operaciones sucesivas; a la izquierda del 0 las negativas, a la derecha las positivas.

II. — OPERACIONES

Multiplicación.— Uno de los factores se señala en **D** con la inicial o final de **C**; debajo del otro factor leído en **C** está el resultado.

El número de cifras del resultado es el de la suma de los factores, a menos que al efectuar la lectura haya quedado al descubierto el lado marcado **P — 1** en cuyo caso a la suma anterior se le resta una unidad. Si los factores son más de dos, a cada operación se aplicará la misma advertencia.

Ejemplo 1º:

$$0,0085 \times 3,24 = 0,0222$$

El índice del cursor, que debe estar en 0 se corre dos puntos a la izquierda, en seguida uno a la derecha, queda en — 1. El resultado es 0,0222 (exactamente 0,022194).

Ejemplo 2º:

$$0,0023 \times 49 \times 0,0208 = 0,002344$$

El índice del cursor debe quedar en -1 . Al efectuar el primer producto se ve el signo **P**; y al multiplicar a su vez por el tercer factor se ve **P - 1**; por lo tanto al índice corresponde correr otro punto a la izquierda; y el resultado es 0,002344.

En el caso de emplear las escalas **A B** el número de cifras se calcula refiriendo a los puntos de que hemos hablado en el N^o 7 de las marcas. Además en las multiplicaciones y divisiones se emplearán la 1^a o 2^a escala, según que los números respectivos sean de cifras impar o par (aunque en muchos casos es indistinto emplear cualquiera de las dos escalas).

Cuando el resultado está entre dos puntos que « se miran » (uno en **A** y otro en **B** sin que haya otro punto entre estos) a la suma de factores quita una unidad (equivale al **P - 1**). Se toman en cuenta únicamente los puntos que quedan dentro del perímetro de la regla fija en cada caso.

Las multiplicaciones pueden hacerse también partiendo de la final **D** o final de la 1^a ó 2^a escala de **A** en cuyos casos para el cálculo del número de cifras se observará el inverso, es decir **P** en lugar de **P - 1** y si « no se miran » se quita 1.

División. — El numerador o dividendo se señala en **D** con el cursor; y hace coincidir con el denominador o divisor en **C**. El resultado se lee debajo de la inicial o final de **C**.

También puede colocarse el numerador en **C** y el denominador en **D**, el resultado está entonces frente a la inicial o final de **D**.

El número de cifras es la *diferencia* entre los del numerador y denominador a menos que el resultado se lea frente al signo $+$ de **C** o **D** en cuyo caso a la diferencia se añade 1. (Algunas reglas llevan impreso el signo **Q + 1** para el mismo objeto).

Ejemplo: $7,62 : 1,45 = 5,26$

Si se hace uso de las escalas **A B** se tendrán en cuenta los puntos. Estando los números para dividir en contacto, si figuran entre dos puntos que se miran (uno en **A** y otro en **B** sin otro punto entre éstos) a la diferencia de cifras se suma 1, siempre que el numerador esté en **A**; si por el contrario está en la unidad se suma cuando « no se miran ».

Combinaciones de productos y cocientes.— Se aceleran las operaciones multiplicando y dividiendo alternativamente.

Ejemplo:

$$\frac{2 \times 3 \times 0,6}{9 \times 8 \times 7} = 0,00714$$

Se señala 2 en **D**, divide por 9, multiplica por 3, divide por 8, multiplica por 0,6 y divide finalmente por 7. No hay necesidad de anotar los resultados intermedios, únicamente los signos para añadir o quitar 1 en caso necesario.

Elevación al cuadrado.— El número se marca en **D** con el cursor; arriba en **A** está el resultado.

Si el resultado se leyó en la primera escala de **A** el número de cifras será el doble menos 1 que el número para elevar ($2n - 1$); si está en la segunda escala será solamente el doble ($2n$).

Ejemplos:

$$\begin{aligned} 29^2 &= 841 \\ 4,95^2 &= 24,50 \\ 0,4^2 &= 0,16 \\ 0,05^2 &= 0,0025 \end{aligned}$$

Raíz cuadrada.— El número se señala con el cursor en la primera escala de **A** si es de cifras impar, o en la segunda escala si es de cifras par. Debajo en **D** está el resultado.

El número de cifras es la mitad del de la raíz a extraer añadido de 1: $\left(\frac{n+1}{2}\right)$ si el número en la primera escala de **A**, o la mitad $\left(\frac{n}{2}\right)$ si estaba en la segunda; fórmulas que hemos marcado en el cursor.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \sqrt{38,5} &= 6,21 \\ \sqrt{928} &= 30,45 \end{aligned}$$

Si la cantidad es menor que 1 se atenderá al número de ceros a la derecha de la coma hasta la primera cifra significativa; si dicho número es impar se lee en la primera escala

de **A** ; si es par, en la segunda. El número de cifras será respectivamente $-\frac{n+1}{2}$ y $-\frac{n}{2}$

Ejemplos:

$$\begin{aligned}\sqrt{0,00482} &= 0,0694 \\ \sqrt{0,0851} &= 0,292 \\ \sqrt{0,851} &= 0,922 \\ \sqrt{0,000991} &= 0,0315\end{aligned}$$

Elevación al cubo. — El número para elevar se señala en **D** con la inicial o final de **C**. Se señala el mismo número en **B** ; y arriba está el resultado.

Raíz cúbica. — El número se señala en la primera escala de **A** si es impar de cifras, o en la segunda si es par ; y se corre la reglilla hasta que pase debajo en **B** el mismo número que señala el índice **C** frente a la escala **D**. Esta es la raíz buscada

Potencias y raíces de grado superior. — Se resuelven haciendo intervenir los logaritmos, sabiendo que :

$$a^x = x \log . a \quad \text{y} \quad \sqrt[x]{a} = \frac{\log . a}{x}$$

Proporción inversa. — Multiplica el denominador por el numerador del mismo quebrado y divide por el numerador del quebrado que lleva la incógnita.

Ejemplo: Si 6 hombres terminan una obra en 4 días, 2 hombres ¿cuánto emplearán?

$$\frac{6}{4} = \frac{2}{x} \quad x = \frac{4 \times 6}{2} = 12 \text{ días.}$$

Con la regla sabemos efectuar dichas operaciones.

Funciones trigonométricas. — Senos. — Angulos desde 1° hasta 90°. Se señala el ángulo en la escala **S** con el retículo posterior. En **B** está el resultado, debajo del 1 final de **A**.

Cifras. — Si queda al descubierto el lado correspondiente a la primera escala de **A** (marcado °0,) el seno será 0, si es el lado correspondiente a la segunda escala, el seno será 0,0 (marcado °0,0).

Ejemplos:

$$\text{sen } 30^\circ = 0,5$$

$$\text{sen } 4^\circ = 0,0694$$

Menores de 1°.—Minutos. El trazo inicial o final de **C** coloca en la división 29 de **D**. Los ángulos en **C** tienen sus correspondientes senos en **D**.

Cifras. — Si el ángulo es menor de diez minutos y se lee con el trazo inicial el seno será 0,000. Los senos de los ángulos desde 10 hasta 60 minutos son 0,00. Automáticamente queda indicado el número de cifras marcando en el interior de la regla **0,0.00** → la flecha colocada junto a la reglilla cuando su trazo inicial se encuentra en 29 de **D**. Cuando el trazo final está en 29 se marca análogamente ← **0,0.0'**.

Segundos. — El trazo inicial o final de **D** se coloca en la división 48. Los segundos en **C** tienen sus correspondientes senos en **D**.

Cifras. — Análogamente al caso anterior se señalan las marcas **"0,0.0000** → para el trazo inicial en 48; y ← **0,0.000"** para el mismo en su trazo final.

Ejemplos:

$$\text{sen } 18'' = 0,0000862$$

$$\text{sen } 6'' = 0,00002879$$

$$\text{sen } 2'' = 0,0000096$$

Independientemente de las indicaciones anteriores pueden calcularse los senos de los minutos y segundos colocando las marcas ' y '' que están impresas en la escala **S** entre los grados 1 y 2, respectivamente en coincidencia con el retículo posterior; en estas posiciones los minutos o los segundos leídos en **B** tienen sus correspondientes senos en **A**.

Tangentes.

Menores de 5° 40'. — Se leen como si fueran senos.

Ejemplo:

$$\text{tg. } 4^{\circ} 23' = 0,766$$

Desde 5° 40' hasta 45°. — Se señala en la escala **T** y se lee en **C** sobre la final de **D**.

Cifras. — Es siempre 0.

Ejemplo:

$$\text{tg. } 25^{\circ} = 0,466$$

Mayores de 45°. — Se deducen de la fórmula:

$$\text{tg. } \alpha = \frac{1}{\text{tg. } (90 - \alpha)}$$

El resultado se lee debajo de la inicial de **C**.

Si el complemento a 90° es menor que 5° 40' (límite de la reglilla en **T**) se señala en la escala de los senos; y el resultado está en **A** sobre la inicial de **B**.

Ejemplos:

$$\text{tg. } 85^{\circ} = 11,6$$

$$\text{tg. } 67^{\circ} 30' = 2,415$$

Las demás funciones trigonométricas se deducen de las anteriores.

Multiplicaciones y divisiones. — Las multiplicaciones y divisiones se hacen de la manera común.

Ejemplos:

$$\text{tg. } 75^{\circ} 15' \times 175 = 665$$

Anota 14° 45' (complemento a 90°) en **T**; en **C** señala 175; debajo en **D** está el resultado, 665.

$$\text{sen. } 3^{\circ} 40' \times 45 = 2,875$$

Logaritmos. — El número cuyo logaritmo se busca se señala en **C**; colocándolo sobre el final de **D**. En el retículo pos-

terior está el resultado. Pueden apreciarse hasta tres decimales. Se puede ahuecar la entrada del lado izquierdo del interior de la regla fija de manera a poder leer también los logaritmos de ese lado cuando el número se señala en **D**. A veces es útil.

Adición y sustracción.— Para sumar y restar no es práctico el uso de la regla. No obstante haremos ver que es posible. Se basa en que la suma o resta de dos números puede transformarse en su producto:

$$a \pm b = b \left(\frac{a}{b} \pm 1 \right)$$

Para sumar, el sumando menor se señala en **D** con el cursor; y enfrenta con el otro sumando en **C**. Al número que ahora está sobre la inicial de **D** le añade 1, 0,1 o 0,01 y lo reemplaza en ese lugar. En **C** sobre el cursor está el resultado. Se añade 1 si la diferencia entre el número de cifras de los sumandos es 0, si esta es 1 se añade 0,1; y si es 2 se añade 0,01.

Cifras.— Tendrá igual, o uno más que el sumando mayor. Este 1 se añade cuando al leer el resultado la inicial **C** queda a la derecha de la inicial **D**.

Si al colocar los sumandos, es el final de **D** el que está frente a un número de **C**, en vez de 0,1 se añade 1; y en vez de 0,01 es 0,1; además no se tomará en cuenta el signo +.

Ejemplos:

$$\begin{array}{r} 54 + 3,6 = 57,6 \\ 38,4 + 9,6 = 48 \\ 21 + 71 = 92 \\ 80 + 36 = 116 \end{array}$$

III. — APLICACIONES

Análisis gravimétricos.— Calcular la cantidad de $\text{MgO} \frac{\%}{100}$ contenido en un agua, habiéndose obtenido 0,0075 de $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ en 200 cm^3 de agua. (Factor: 0,362).

En **D** señala la cantidad pesada (0,0075); divide en **C** por la cantidad de agua empleada (200) (tomar en cuenta las cifras de esta división); y multiplicar por el factor $\times 1000$ (= 362). Resultado: 0,01357.

Los casos análogos se resuelven de igual modo.

Análisis volumétricos. — Cloruros. — Calcular la cantidad de NaCl $\frac{\%}{100}$ de una solución; habiendo gastado 2,2 cm³ de AgNO₃ n/10 para 25 cm³ de líquido. (Factor: 0,00585).

En **D** señala 2,2; divide en **C** por la cantidad empleada (25); y multiplica por 5,85. Resultado: 0,5148.

Hemos puesto como ejemplo los cloruros y el MgO; todas las determinaciones análogas se resuelven de la misma manera.

En general, en **D** se señalan los centímetros gastados o cantidad pesada, enfrenta en **C** con la cantidad de muestra con que se operado (división); en **C** señala el factor correspondiente $\times 1000$ (multiplicación); y debajo en **D** está el resultado.

Relaciones urológicas. — Urea: materias disueltas. — En **D** señala úrea, enfrenta en **C** con materias disueltas. Resultado, en **D** debajo del final de **C**.

Acido úrico: úrea. — Urea que quedó en **D**, enfrenta con ácido úrico en **C**. Resultado, en **C** sobre inicial de **D**.

Acido fosfórico: úrea. — Urea que está en **D** enfrenta con ácido fosfórico en **C**. Resultado, en **C** sobre inicial o final de **D**.

Coefficiente de desmineralización — Minerales en **D**, disueltas enfrenta en **C**. Resultado, en **D** debajo de final de **C**.

Ejemplo:

Materias disueltas	35
Materias minerales	11
Acido úrico	0.30
Urea	15
Cloruro de sodio	6
Acido fosfórico	1.60

Urea: m. disueltas	= 42,7
Ac. úrico: úrea	= 2,0
Ac. fosfórico: úrea	= 10,7
Cloruro de sodio: úrea	= 40
Minerales: disueltas	= 31,4

Soluciones valoradas.—Las soluciones cuyo título no es exacto, se busca el factor para convertirlas en exactas. Este factor se señala en **D** con el cual se enfrenta la inicial o final de **C**. Señalando en **C** los centímetros a corregir se tienen debajo en **D** los centímetros corregidos.

Peso de un cuerpo.—*Método de la doble pesada.*—Caso de una balanza inexacta. Si la pesada del mismo cuerpo en los dos platillos son por ejemplo 2,3 gr y 2,8 gr, el peso exacto es

$$\sqrt{2,3 \times 2,8} = 2,539$$

La multiplicación se hace en las escalas **A B**. La raíz está debajo, en **D**.

Transformación de grados termométricos

Transformar	Inicial o final de C enfrenta en D con:	En C se leen:	En D se leen:
C. en R.	8	Centígrados	Réaumur
C. » F.	1,8	»	Fahrenheit - 32
R. » F.	22,5	Réaumur	Fahrenheit - 32

Estando la reglilla frente a los números citados puede marcarse en el interior de la regla respectivamente los signos

$$\begin{array}{c} \text{C} \\ \text{R} \end{array} \Big| , \begin{array}{c} \text{C} \\ \text{F} \end{array} \Big| \text{ y } \begin{array}{c} \text{R} \\ \text{F} \end{array} \Big| .$$

Poniendo pues la reglilla en uno de estos puntos se leerán las correspondencias entre los grados pertinentes.

En el caso de los Fahrenheit a la lectura debe sumarse 32, lo cual puede efectuarse también con la regla.

Ejemplo: ¿Cuántos grados Fahrenheit corresponden a 18°,4 centígrados?

Se coloca la reglilla en la marca $\begin{array}{c} \text{C} \\ \text{F} \end{array}$. En **C** señala 18,4 con el cursor, en seguida coloca en su lugar 32. Sobre el final de

D se lee 97; se añade 1 y se tiene 1,97 número que se coloca sobre la inicial de **D**. Resultado, en **C** sobre el cursor: 65°,12.

Si los ° **C** no alcanzan a 0°, en vez de sumar 32 se resta esa cantidad.

Ejemplo: $-11^{\circ},2 \text{ C} = 11^{\circ},84 \text{ F}$

Electricidad. — Problemas. — Calcular la fuerza electromotriz que debe hacerse pasar por un hilo de cobre de 1,35 metros de largo y 5 milímetros de diámetro para que deje pasar 15 ampères. (57 = conductividad específica del cobre).

La fórmula es:

$$E = \frac{1,35 \times 15}{3,14 \times 2,5^2 \times 57} = 0,0181 \text{ Volts}$$

Con la regla: Coloca el número 0,785 de **B** (en algunas reglas este número está marcado) debajo del 1 final de **A**. En **B** arriba de 5 de **D** está 19,8. Este número (que es la superficie del hilo) se traslada debajo de 1,35 de **A**. El cursor lleva a 15 en **B**; y lo reemplaza por 57. Resultado, en **A** sobre el final de **B**: 0,0181.

Calcular el peso de un cable de cobre de 2 kilómetros de largo y 1,595 centímetros de diámetro. (8,9 = peso específico del cobre).

$$3,14 \times 0,792^2 \times 2 \times 8,9 = 3560 \text{ kilos}$$

Con la regla: coloca la marca 0,785 de **A** frente a la final de **B**. En **C** señala 1,595 con el cursor. En **A** está la superficie (2) el cual se multiplica por el largo (2000) y por 8,9. Resultado: 3560 kilos.

Superficie de cualquier círculo. — Se obtiene enfrentando el índice final de **A** con 0,785 de **B**, los diámetros se señalan en **D**; y las áreas correspondientes están en **B**.

Lo mismo sería enfrentar el final de **B** con 0,785 de **A**. Los diámetros se señalan en **C**; y las áreas están en **A**.

Intereses bancarios en Caja de ahorros.— Se multiplica cada depósito por los días que ha estado. La suma de éstos se multiplica por el interés en un día (0,000139 si el interés es al 5 %).

Por razones de comodidad se hace figurar el capital dividido por 10000 y luego la multiplicación es por 1,39 (= 0,000139 × 10000).

Ejemplo:

Días	Fecha		Débito	Crédito	Saldo
4	Septiembre 30	Depósito	—	6698,97	6698,97
36	Octubre 4	Depósito	—	128,25	6827,22
24	Noviembre 10	Depósito	—	265,05	7092,27
26	Diciembre 4	Cheque	350,00	—	6742,27
	Diciembre 31	Intereses 5 %	—	85,86	6828,13

Cálculo del interés:

$$4 \times 0,669 = 2,68$$

$$36 \times 682 = 24,56$$

$$24 \times 709 = 17,01$$

$$26 \times 674 = 17,52$$

$$\text{Suma: } 61,77$$

$$61,77 \times 1,39 = \$ 85.86 \text{ de interés.}$$

Mayor apreciación.— Si se multiplican dos números tales como por ej.:

$$986 \times 34; \text{ la regla indica } 33500$$

Pero si descomponemos el número en dos sumandos, uno de los cuales empiece con 1 tendremos: $186 + 800 = 986$

$$\text{entonces; } 186 \times 34 = 6325$$

$$800 \times 34 = 27200$$

$$\text{Suma } 33525$$

La apreciación ha sido mayor.

Interés compuesto. — Se resuelve por logaritmos.

Ejemplo: Calcular en cuanto se convertirán \$ 150 al 5 % de interés compuesto, al cabo de diez años.

Al dorso de la regla se coloca el logaritmo del capital (\$ 150) al cual se le suma el logaritmo del interés-capital unitarios (1,05) multiplicado por el número de años (10); en el retículo posterior se señala dicha suma; y el resultado está en C sobre el final de D: \$ 244,3.

Las operaciones efectuadas son:

$$\begin{aligned} X &= 150 \times 1,05^{10} \\ \log. X &= \log. 150 + 10 \times \log. 1,05 \\ \log. 150 &= 2,176 \\ 10 \times \log. 1,05 &= \underline{0,210} \\ \text{Alog. } 2,386 &= 244,3 \end{aligned}$$

Equivalencias. — *Monedas.* — Los equivalentes en \$ de las unidades de las distintas monedas se señalan en D con la inicial o final de C. Arriba de los \$ en D están los correspondientes equivalentes en C.

Para el número de cifras se tendrá en cuenta que los \$ por ejemplo son aproximadamente 10 veces los francos: el décimo de las libras, etc.

Medidas

Inicial de C (o final) enfrenta en D con:	En C se leen:	En D se leen:
0,866	Varas	Metros
2,539	Pulgadas	Centímetros
1,61	Millas	Kilómetros, etc.

Finalmente, se tendrá ventaja en el empleo de la regla en la resolución de problemas cuyas fórmulas tengan modalidades algébricas. Ejemplos:

— *La república no necesita químicos — se le respondió a Lavoisier en 1794 — ¿Podría decirse ahora lo mismo?*

$$\frac{1}{2} gt^2 \text{ (espacio) ; } \sqrt{2ge} \text{ (velocidad) ; } \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ (péndulo)}$$

$$\sqrt{p^2 + q^2 + 2pq \cos \alpha} \text{ (resultante de dos fuerzas)}$$

$$\frac{v^2 \operatorname{sen}^2 \alpha}{2g} \text{ (altura alcanzada por un móvil)}$$

$$\frac{1}{t_2 - t_1} \log \frac{a - x_1}{a - x_2} \text{ (reacciones monomoleculares)}$$

$$P_h = \frac{E}{0,000198 \times T} \text{ (acidez real)}$$

$$\frac{\text{longitud} \times \text{resistencia específica}}{\text{sección en mm}^2} \text{ (resistencia eléctrica de un alambre)}$$

etc., etc.

Cada uno de cuyos casos particulares pueden ser resueltos con la regla de cálculo poniendo en práctica las indicaciones que hasta aquí hemos dado.

Dr. Trifón Ugarte

MARCHA SISTEMÁTICA DE SEPARACION RAPIDA DE ALGUNOS ELEMENTOS RAROS O POCO COMUNES

I. — SOLUBILIZACION FRACCIONADA

Los que trabajan en el laboratorio están en antecedentes que la investigación sobre cuerpos raros o poco comunes, es siempre un problema bastante delicado, para la cual en ocasiones, no satisfacen aún los procedimientos más empleados; por esta razón, considero de interés hacer conocer una serie de experiencias que he ejecutado con algunos cuerpos poco comunes correspondientes a las tierras raras, concretándolas en forma de una marcha sistemática, para su publicación en *CHEMIA*, cuyas atrayentes páginas me han sido brindadas aunque inmediatamente, pero con generosidad, por sus entusiastas jóvenes directores, a quienes expreso mi mayor agradecimiento.

La marcha sistemática que presento, comprende la separación de una mezcla íntima hecha en un mortero de porcelana, de g. 0,1 de cada uno de los siguientes elementos: Berilio (Glucinio), Lantano, Didimio (Neodimio y Praseodimio), Cerio, Zirconio, Torio, Ytrio y Erblio, de la cual se ha tomado aproximadamente una tercera parte en calidad de muestra homogénea para la separación de los cuerpos mencionados.

Este trabajo, se ha dividido para mayor comodidad en dos partes: la primera que es el objeto de esta publicación, comprende la solubilización fraccionada de dichos cuerpos y la segunda abarcará la separación de cada cuerpo y su identificación.

Técnica del procedimiento.— La sustancia colocada en una pequeña cápsula de porcelana es atacada con 5 cm³ de HCl concentrado de densidad 1.19, al cual se han agregado 5 gotas de H₂O₂ a 10 volúmenes. Se hierve el líquido ácido sobre una pequeña llama de un pico a gas y se lo evapora hasta casi sequedad. En estas condiciones se repite nuevamente el ataque a fin de que el HCl y el cloro naciente, disuelvan completamente al estado de cloruros el Be, Di (Nd y Pr), La y Ce. Luego se disuelve la parte atacada con solución clorhídrica al 25 %, se la filtra y se completa el lavaje con H₂O destilada caliente para eliminar el ácido.

El filtro, en el cual quedan los cuerpos no atacados, una vez desecado en la estufa, se lo calcina a baja temperatura en la capsulita que se utilizó precedentemente, por que suele contener a veces restos de los cuerpos insolubles. Estos se los ataca bajo campana, con 5 cm³ de una solución de $\frac{2}{3}$ de H₂SO₄ concentrado de densidad 1,84 y $\frac{1}{3}$ de H₂O destilada; se lo calienta moderadamente hasta casi sequedad, repitiéndose esta operación de ataque con el H₂SO₄ y luego enfriada la cápsula, se diluye con agua destilada el contenido de ella, se le hierve y filtra sobre un pequeño filtro, lavándose después con H₂O destilada hirviendo. En la solución se encuentran el Zr (SO₄)₂ y el Y₂ (SO₄)₃.

El filtro desecado y calcinado nuevamente en una capsulita de porcelana, deja en el interior de ésta, el Th y el Er, los cuales se los puede atacar ya sea en la misma cápsula o bien en un tubo de ensayo con 1 g. de Na₂CO₃ fundido y pulverizado. La masa fundida enfriada, es tratada con agua destilada caliente; se filtra, pasando en solución el Th (CO₃)₂, mientras que el Er permanece en el filtro.

El filtro bien lavado con H₂O destilada hirviendo, se lo deseca en la estufa y se lo calcina en una capsulita. El Er que ha quedado en ésta, se lo puede solubilizar fundiéndolo ya sea en la misma cápsula o bien en un tubo de ensayo, con 1 g. de KHSO₄. La masa fundida fría se la disuelve en agua destilada y se tiene el Er en la solución al estado de Er₂ (SO₄)₃.

Dr. Victor J. Bernaola

Prof. de Introducción a la Quím.

RESEÑA HISTORICA DEL DESARROLLO DE LA QUIMICA HASTA LAVOISIER ⁽¹⁾

(Continuación)

La química neumática.

LOS ALBORES DE LA QUÍMICA. — La última mitad del siglo XVII fué un período notable en la historia del desarrollo intelectual europeo, desarrollo del que participó la Química; la Alquimia y la Yatroquímica pierden de más en más terreno ante la nueva era, surge la llamada Química neumática encabezada por el irlandés Roberto Boyle, período en el que se dedicó particular atención al estudio de los gases.

Con frecuencia los autores incluyen la historia del desarrollo de la Química, durante la mitad del siglo citado, en el período siguiente llamado del flogisto, pero como dice Von Meyer, esta inclusión no es del todo correcta pues Boyle, quien fué el que más contribuyó a imprimir nuevos rumbos a la Química de su tiempo, no participó de las opiniones que caracterizaron y dieron nombre al período del flogisto.

Testimonio del movimiento intelectual a que se ha hecho referencia son la fundación, entre otras, de las siguientes instituciones científicas: *Royal Society*, fusión de dos sociedades científicas más pequeñas de Oxford y de Londres; que empezó a publicar los *Philosophical Transactions* en 1665; la *Accademia del Cimento* de Florencia (1657) consagrada principalmente a estudios físicos y matemáticos. En Viena la *Accademia Naturae Curiosorum* que, establecida en 1652, adoptó el nom-

(1) Véase CHEMIA, VI, n° 28, pág. 17 y n° 29, pág. 113.

bre de *Cæsarea Leopoldina* en honor de su protector Leopoldo I. En París surgieron la *Académie Royale* (1666); y en 1700 fué fundada la *Academia de Berlín* y en la primera mitad del siglo XVIII los países del norte contribuyeron a este desarrollo con la fundación de instituciones similares análogas, tales como las de San Petersburgo (1725), Estocolmo (1739) y Copenhaguen (1743).

El más ilustre representante de la Química neumática fué Boyle (1627-1691) una de las figuras más notables y más salientes de la Química. Alejado del teatro de la política sangrienta de su tiempo y de su país, a la que parecía llamado por su fortuna y por su rango, despreció honores y condecoraciones para abismarse por completo en el estudio de la ciencia. Fundó el filosófico «Colegio Invisible», origen de la «Sociedad Real de Londres»; fué el primero en erigir en la Universidad de Oxford un laboratorio químico para investigaciones experimentales, teniendo que luchar para ello hasta con la oposición de algunos de sus profesores colegas; dedicó todos sus esfuerzos a la propaganda del método experimental, rompiendo con las tradiciones especulativas del pasado, con lo que preparó a la Química el porvenir brillante que le esperaba. Su libro «*The Sceptical Chemist*» (1661) inició una revolución en la historia de la Química; ésta no debía tener por fin los propósitos utilitarios de los alquimistas o de los yatroquímicos, la química debiera formar y constituir por sí una de las ramas de las ciencias naturales y su objeto descubrir las leyes que rigen los fenómenos que estudia, poniendo en claro la verdad por amor a la verdad misma.

«Los químicos se han dejado hasta aquí guiar — dice Boyle en el discurso preliminar de sus obras — por principios estrechos y sin ninguna mira elevada. La preparación de los medicamentos, la extracción o la transformación de los metales: he aquí su terreno. En cuanto a mí, he ensayado partir de un punto de vista completamente distinto: he considerado a la Química, no como lo haría un médico o un alquimista, sino como un filósofo debe hacerlo. He trazado el plan de una filosofía química, que me alegraría ver completada por mis experiencias y observaciones... Si los hombres atendieran más al progreso de la verdadera ciencia que a su propia reputación, sería fácil hacerles comprender que el mayor ser-

vicio que podían prestar al mundo sería dedicar todos sus cuidados a hacer experiencias, a recoger observaciones, sin tratar de establecer ninguna teoría antes de haber dado la solución de todos los fenómenos que pueden presentarse ».

Estas ideas que honrarían a los sabios de todos los tiempos, revelan la altura de miras de su autor, quien al mismo tiempo no dejaba de reconocer, como Paracelso y Van Helmont, la necesidad de recurrir a la Química para abordar la solución de los principales problemas de la Medicina.

No vamos a analizar en detalle la obra de este genial investigador pero no es posible prescindir de citar, siquiera en parte, su labor experimental que fué de la mayor importancia tanto en Física como en Química. Introdujo en Inglaterra la trompa de aire y su máquina neumática, lo que le permitió estudiar y descubrir numerosas propiedades de los gases, incluso la ley que lleva su nombre, y la influencia de la presión sobre el punto de ebullición de los líquidos; explicó la acción del sifón, el efecto del aire sobre las oscilaciones del péndulo y en la propagación del sonido; publicó una tabla de densidades específicas de las sustancias con relación al agua, en la que se consignan números cuyas pequeñas diferencias con los actuales demuestran la habilidad y el cuidado que puso su autor en determinarlos.

Fué grande su contribución y numerosos sus descubrimientos en lo que a la Química se refiere. Sus ideas acerca de los elementos tuvieron un carácter eminentemente racional, pues censurando tanto las doctrinas de los alquimistas, como la de los peripatéticos, opinó que no era necesario restringir su número a tres, cuatro o cinco y que quizás llegaría un día en que se descubriese un número mucho más considerable, siendo también posible que no todos los compuestos estuviesen formados de igual número de elementos; agregaba que en los que se cumpliese esta condición, dichos elementos podrían ser de naturaleza diferente, profecía que el tiempo se ha encargado de confirmar plenamente.

Boyle fué el primero en establecer el concepto de elemento tal como se admite en la actualidad, apartándose también del que tenían los griegos y los escolásticos y que había influido en la doctrina de los yatroquímicos. Para Boyle los elementos

aristotélicos no eran verdaderos elementos; tampoco lo eran el azufre, mercurio y sal de la escuela de Paracelso. Como su más joven contemporáneo — Newton — fué partidario del atomismo; admitió que todos los cuerpos estaban constituídos por la misma materia fundamental subdividida en pequeñísimas partes y que de la diversidad de la forma, tamaño y movimiento de estas partículas provenía la diferencia entre las diversas sustancias. Estas pequeñísimas partes — agregaba — pueden reunirse entre sí, en grupos más o menos estables, pudiendo su estabilidad en algunos casos llegar hasta resistir la acción del fuego y de todos los medios de división conocidos, en forma que no pueden subdividirse en partículas más pequeñas: estas sustancias no ulteriormente divisibles son los elementos. Sin embargo Boyle no admitía que estas sustancias estables debieran necesariamente considerarse elementos, pues podían encontrarse o descubrirse nuevos métodos de división que permitieran su descomposición; no obstante no estuvo muy lejos de considerar el oro y el mercurio como « prototipos » de lo que en realidad debiera llamarse « elementos ». Estableció que para considerar una sustancia como elemento era indispensable poderla separar de sus combinaciones con sus propiedades bien determinadas, así como transformarla de nuevo en estas combinaciones.

Sobre este concepto que la transformación de la materia tiene un límite al que se llega cuando por división se obtienen los elementos, está fundada toda la investigación química de la naturaleza de los componentes de un compuesto y de la proporción de tales componentes en cada cuerpo, en resumen lo que llamamos *análisis químico*; parece que Boyle fué el primero en emplear el término *análisis* en el sentido usado actualmente por los químicos.

Otro punto importante dilucidado por este investigador fué la distinción entre combustión y destilación que hasta entonces habían sido confundidas, confusión que había conducido a las conclusiones más extrañas; el fuego *sólo*, afirma, no puede descomponer los cuerpos en sus elementos hipostáticos; no hace sino, en general, más que coordinar las partículas en otro orden y originar nuevos productos que en su mayor parte son de naturaleza compuesta.

Se declaró contrario a la opinión de que los compuestos participaban siempre de las propiedades de las sustancias materiales que los constituían (teoría de Aristóteles); sostuvo, al contrario, que el compuesto más simple perdía sus propiedades fundamentales, tan pronto como entraba en combinaciones más complejas, llegando a definir netamente y a establecer por primera vez en forma clara la diferencia entre *mezclas mecánicas* y *combinaciones químicas*: en aquéllas los principios que las forman conservan cada uno sus propiedades particulares y pueden separarse fácilmente, mientras que en éstas las partes constituyentes pierden por completo sus caracteres primitivos y solo son separables con gran dificultad, citando como ejemplo, el azúcar de Saturno (acetato de plomo), que se compone de vinagre y de litargirio, elementos de los cuales ninguno tiene sabor azucarado. Fué mucho más allá que Van Helmont en el estudio de los gases; llegó a recogerlos por un método análogo al hoy empleado, en vasijas llenas de agua invertidas en un depósito lleno del mismo líquido y aseguró que existe en la atmósfera, como consecuencia de sus estudios sobre la respiración, una *sustancia vital* diseminada en toda su extensión y que interviene en los principales fenómenos químicos, afirmación precursora del descubrimiento del oxígeno.

Muchos de nuestros conocimientos actuales sobre los gases fueron o establecidos o estudiados por Boyle y se encuentran claramente expuestos en su «Historia del estado fluído». Hizo estudios de la combustión en el vacío: comprobó que el azufre no quema en el vacío y que en él, una llama de hidrógeno o de una bujía, se apagan; que en cambio, la pólvora se inflama, aún en el vacío, cuando se calienta sobre una lámina de hierro, sucediendo lo mismo con el fulminato de oro. Como resultado de estas investigaciones dedujo que la sustancia existente en el aire que mantiene la combustión, era análoga a la que contenía el nitro, constituyente de la pólvora, lo que explicaba su combustión en el vacío.

Boyle fué el primero que afirmó, como su contemporáneo Rey, que los metales aumentaban de peso cuando se quemaban o calentaban en un horno, fenómeno que atribuyó a que el metal se unía con parte de algunos de los componentes del fuego; así, calentando mercurio se formaba otra sustancia.

Más acertada era la opinión de Rey, quien estableció que el aumento de peso, que experimentaban el plomo y el estaño cuando se les calcina, proviene del aire que se hace adhesivo por el continuado calor del horno, por lo que se mezcla con la *cal* y se une a sus partes más menudas, afirmando por primera vez que el aire es un cuerpo pesado.

Agregaremos que Boyle fué autor de muchos descubrimientos atribuidos a épocas posteriores; descubrió algunas reacciones cualitativas consideradas aun hoy como de las más características (reacción de los cloruros con nitrato de plata, de las sales de hierro con tanino); obtuvo ácido nítrico destilando *nitro* con ácido sulfúrico, figurando por primera vez mencionado en sus obras el uso del jarabe de violetas para reconocer la acidez o la alcalinidad de las sustancias; su nombre ha quedado ligado a uno de los reactivos más usados: el sulfhidrato de amonio (*tintura de Boyle*). Preparó la acetona, aisló el alcohol metílico, insistió sobre la necesidad de estudiar las formas cristalinas, etc.

Esta breve reseña de la obra de Boyle, da una idea de toda su influencia en el desarrollo ulterior de la Química, influencia que se pone bien de manifiesto si se compara la bibliografía de fines del Siglo XVII con la de la época anterior a Boyle. Si bien — como Newton — no negó ni afirmó la posibilidad de la transmutación, su obra concluyó con el misticismo y la obscuridad de los alquimistas, imprimiendo nuevos rumbos a las investigaciones químicas; fué uno de los precursores de la Química moderna y su época la de los albores de la misma.

El más ilustre contemporáneo de Boyle fué un químico alemán, Kunkel (1630-1702), quien si bien estaba convencido de la posibilidad de la transmutación de los metales, tanto que consagró toda su vida a la solución de este problema, fué uno de los que resistieron con más energía a la dirección seguida hasta entonces por los alquimistas; proclamó las ventajas del método experimental, luchando por libertar la química del misticismo y de la obscuridad de la alquimia.

Combatió la teoría *tria prima* y sus adeptos:

«... Viejo como soy — escribía — después de sesenta años que me ocupo de química, no he llegado jamás a descubrir su azufre fijado,

ni como entra en la composición de los metales... Por otra parte ellos no están de acuerdo ni en la naturaleza del azufre; el azufre de uno no es el del otro. Se contestará que cada uno es dueño de bautizar sus hijos como mejor le parezca. Estoy de acuerdo: si queréis podéis llamar asno a una vaca, pero no hacer creer a nadie que vuestra vaca sea un asno».

Su nombre asociado al de Brand en el descubrimiento del fósforo, tiene importancia en Química como representante de la sagacidad con que realizó sus investigaciones: descubrió el secreto de la fabricación del vidrio y del vidrio rubí mediante la púrpura de Cassio, compuesto de oro este último, obtenido por primera vez por un químico hamburgués del mismo nombre; hizo observaciones sobre los fenómenos de fermentación y de putrefacción, reconoció que el alumbre era una sal doble (*sal duplicatum*) y estableció procedimientos de obtención o de purificación de diversas sustancias minerales y orgánicas.

NICOLÁS LEMERY (1645-1715) publicó un « *Cours de Chimie* », uno de los mejores tratados de Química de su tiempo, del que se publicaron 30 ediciones, siendo traducido al inglés, alemán, latín, italiano y castellano. En su obra sostenía que como la Química era una ciencia de observación no podría basarse sino sobre lo que era palpable y demostrativo; trató de escribir con claridad, evitando la oscuridad propia de sus antecesores.

Amplió los conceptos de Química de su tiempo, dividiéndola en la obra citada, en estudio de los *compuestos orgánicos* (animales y vegetales) e *inorgánicos* (minerales). Hasta entonces reinaba la más completa confusión en la clasificación de las sustancias hasta el punto de denominar, por ejemplo, *manteca de antimonio* al cloruro de antimonio, por su aspecto pastoso semejante a la manteca.

BOERHAAVE (1668-1738) fué con Boyle y Kunkel uno de los que más hizo por emancipar la Química del yugo de la Alquimia y uno de los hombres más eruditos de su tiempo. Como

Boyle y Newton, no negó ni afirmó la posibilidad de la transmutación, dedicando mucho tiempo a la obra de Paracelso y de Van Helmont.

Como químico es conocido sobre todo por su obra *Elementa Chemia* (1732), el tratado de Química más completo de su tiempo, traducido y publicado en los principales idiomas europeos. Su obra está dividida en tres partes: la primera se ocupa del origen y desarrollo del arte; en la segunda, la más voluminosa, trata de formar un sistema químico basado sobre todo en los materiales de observación bien conocidos; la tercera, finalmente, es una recopilación de los procesos químicos relativos al análisis y descomposición de las sustancias, agrupadas en tres categorías: *vegetales*, *animales* y *fósiles*, clasificación que constituye una verdadera división de la Química en orgánica e inorgánica.

HALES (1677-1761) teólogo genial y fisiólogo, se ocupó de investigaciones químicas e hizo numerosas observaciones sobre la producción de sustancias gaseosas, ideando un aparato destinado a recogerlas, mucho más sencillo y práctico que los empleados por Boyle y Mayow, con el que logró aislar diversos gases. Comunicó sus resultados a la Sociedad Real de Londres, los que se publicaron compendiados con el título de *Statistical Essays*; en sus investigaciones usó métodos análogos en principio a los empleados poco tiempo después por Priestley. Por la descripción de sus experiencias, resulta evidente que debe haber preparado numerosas sustancias gaseosas, tales como hidrógeno, anhídrido carbónico, óxido de carbono, anhídrido sulfuroso, metano, etc., pero Hales no llegó al descubrimiento real de ningún gas, pues prescindió de toda tentativa sistemática para estudiar sus propiedades y creía que todos eran idénticos al aire atmosférico, modificado o coloreado por sustancias cuya presencia consideraba más o menos accidental. Hasta BLACK (1728-1799) todos los cuerpos gaseosos se siguieron considerando, en su esencia, idénticos al *aire* en el sentido de los antiguos, como una simple sustancia elemental. Fué, en efecto, en el período posterior que Black, estudiando el anhídrido carbónico estableció en forma indudable que existían variedades muy distintas de sustancias gaseosas.

Por la misma época en que Hales publicaba sus investigaciones sobre los gases, surgió JUAN MAYOW (1645-1679), notable experimentador que si hubiera podido proseguir su obra, hubiera ejercido una gran influencia en el desarrollo de la Química teórica; pero murió a la edad de 34 años. Reconoció el papel del oxígeno en la fermentación y acidificación de las sustancias orgánicas y practicó muchas experiencias, siendo sobre todo las más importantes las relacionadas con sus estudios sobre la combustión.

Ya desde época bastante antigua se sabía que no podía existir fuego sin la intervención del aire; así, en el Siglo XIII, Rogerio Bacon decía «el aire es el alimento del fuego» y Leonardo da Vinci, a principios del Siglo XVI, estableció que el aire es necesario para mantener la llama de una bujía en combustión; agregaba que «en el centro de la llama de una bujía hay humo, porque el aire que interviene en la formación de la llama no puede penetrar hasta la parte media; se mantiene en la superficie, donde se condensa». Consideró además que el aire no era un elemento porque solamente una parte de este fluido interviene en la combustión. Boyle (1661) había también observado que, debido «a la necesidad de aire», la llama de una bujía se apaga más rápidamente en un recipiente que contiene aire enrarecido que en el mismo recipiente con aire en las condiciones ordinarias. Roberto Hooke (1665) supuso que el aire estaba mezclado con una sustancia «la que es, sino idéntica, análoga a la que se encuentra fija en la salpétrea», compuesto este último, del cual posteriormente Scheele obtuvo el oxígeno; parece que también Hooke reconoció que solamente dicha porción de aire intervenía en la combustión. Fué a raíz de las ideas de Hooke, que Mayow practicó sus experiencias acerca del fenómeno en cuestión. Encerró aire en un dispositivo análogo a la cuba hidroneumática para recoger gases y colocó en el recipiente invertido, que contenía el aire, una bujía encendida, disponiendo la experiencia de manera que el nivel del agua era el mismo dentro y fuera de dicho recipiente; observó que la bujía concluía por apagarse, que el nivel del agua se elevaba en el recipiente, que persistía en él un gas que no podía ser aire, porque una de las características del aire es mantener la combustión y la

llama se extinguía en el seno del gas residual. Comprobó así Mayow que *el aire contiene dos especies de partículas, unas — « las nitro-aereus o igno-aereus » — son « eliminadas y destruidas » por la combustión de la bujía.* Parece que Mayow no emitió la idea de que las partículas nitro-aereus, que mantenían la combustión, se combinaban con el cuerpo que quemaba, pero dedujo que *el aire es una mezcla de partículas aéreas y de nitro-aéreas, es decir de dos gases, uno de los cuales se consume en la combustión, mientras que el otro el gas residual no mantiene la combustión.*

Este investigador demostró también que la respiración de los animales es un proceso análogo al de combustión: colocó una rata en una jaula, dispuesta sobre un recipiente con agua, que cubrió con una campana de vidrio y observó que el nivel del agua en la campana se elevaba progresivamente hasta que el animal moría; la respiración de la rata consumía las « partículas nitro-aéreas » (oxígeno) y una vez muerta, en el gas « aéreo » residual (nitrógeno) era imposible quemar un cuerpo combustible.

Las conclusiones de Mayow sobre los fenómenos considerados, coincidían en realidad con las teorías actuales, pero sus ingeniosas experiencias tuvieron poca o ninguna influencia en el inmediato desarrollo de la Química, pues durante otro siglo, se dió más crédito a fantasmas de la imaginación que a hechos deducidos de observaciones precisas. Durante gran parte del Siglo XVIII se explicó la combustión admitiendo que toda substancia combustible contenía la esencia del fuego — un principio inflamable — susceptible de quemar, pretendida explicación que equivale a decir que las substancias que man porque son combustibles.

Conjuntamente con el desarrollo de la Química neumática se puede decir, que en la segunda mitad del Siglo XVII se crea también la verdadera Química farmacéutica por el aumento considerable del número de medicamentos de origen químico y las numerosas investigaciones acerca de los tejidos y humores del organismo.

También las aplicaciones de la Química a la Industria y a la Metalurgia hicieron en este período grandes progresos a consecuencia de los descubrimientos realizados y entre los in-

vestigadores dedicados a estos trabajos citaremos a HOMBERG (1652-1715), por sus importantes memorias acerca de la saturación de los ácidos por los álcalis y viceversa, en las que se encuentran los primeros indicios de la ley de las proporciones definidas.

Por el año 1640, ALONSO BARBA, metalúrgico español, publicó una obra de Minería con excelentes indicaciones, tanto en lo que se refiere a la explotación de minas como a la extracción de los metales.

En resumen, la Química durante la segunda mitad del Siglo XVII realizó grandes progresos, sin haber llegado aún a adquirir carácter netamente científico: no se conocían con suficiente exactitud los gases e imperaban aun creencias erróneas acerca de la naturaleza de los elementos químicos, trabajo que estaba reservado al Siglo XVIII en que la Química neumática adquirió un gran desarrollo; las teorías que reinaron, de las cuales pasamos a ocuparnos, originaron que se denominara a esa nueva época de la historia de la Química, período del flogisto.

(Continuará).

Centro Estudiantes del Doctorado en Química

COMISION DIRECTIVA

PERIODO 1929-30

Presidente: ALBERTO SANTINI
Vice-Presidente: PEDRO H. GAMBETTA
Secretario: EMILIO A. MILESI
Tesorero: OVIDIO C. DESCOLE

DELEGADOS

TITULARES	SUPLENTE
5º año: RAMÓN GARCÍA	RUBÉN E. LEGENDRE
4º » AGUSTÍN BLANCO	DANIEL GOMEZ
3º » RAFAEL LABRIOLA	LILIA PEREZ FARIAS
2º » JOSÉ R. MAESTRO	JORGE MENDIVE
1º » GUILLERMO REY KELLY	—

CHEMIA

Revista del Centro Estudiantes del Doctorado en Química
Publicación bimensual de Química, Física y Ciencias Afines

Suscripción Anual \$ 6 — Número Suelto \$ 1

Por suscripciones y publicidad, dirigirse a la Administración:

P E R U, 2 2 2 — BUENOS AIRES



QUE OFRECEREMOS ESTE AÑO?

Sr. COMERCIANTE: responderemos para Vd.

Es lógico que sepa Vd. del incentivo que mantendrá cerca nuestro a los lectores, que lo serán también de sus anuncios.

CHEMIA, en los 1200 ejemplares actuales, que crecerán número a número, reunirá en sólido interés, a todos los que se hallen en contacto con la CIENCIA QUIMICA de la Argentina.

Así, en cada nueva revista, CHEMIA brindará:

- al *estudiante* de química, los medios de facilitar su tarea y la orientación para lograr su especialidad.
- al *investigador*, el último descubrimiento y la reciente interpretación, tomados con todo respeto de sus fuentes originales.
- al *profesional* y al *industrial*, la novedad técnica y el último proceso fabril, ampliamente documentados; los datos estadísticos nacionales y extranjeros, y las cotizaciones periódicas de drogas y materias primas.

En todo este vasto mundo especializado, CHEMIA se ha hecho indispensable.

He ahí la base de su éxito como medio de publicidad.

Por otra parte:

ES LA UNICA REVISTA QUIMICA ARGENTINA DE
ESTA NATURALEZA

y sus 1200 ejemplares sobrepasan en mucho el tiraje de sus similares.

Y bien, Sr. comerciante en drogas, productos químicos y aparatos industriales; inicie su año comercial con un acierto; inserte su aviso en la revista, cuyos lectores necesitan sus productos.

Anuncie Vd. en "CHEMIA"