ORIGEN Y ORDENACION DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS

Berta Marco

documentos i.e.p.s.

monografías
nº 4

Introducción

Este trabajo se presento en la XXI Bienal de Química celebrada en Santiago de Compostela en septiembre de 1986 y se experimentó en el Colegio Compañia de María de Talavera de la Reina (Toledo) en cursos de B.U.P. La experimentación corrió a cargo de Virginia Aparicio, profesora de Física y Química del Centro.

En el mismo congreso donde se expuso oralmente la parte más original del trabajo, muchas personas solicitaron el manuscrito, y esta es la razón de su distribución.

El texto va dirigido al profesor, porque a él se dedica la médula del mismo: un planteamiento didáctico que cuide la secuencia lógica y acerque al aula elementos de actualidad científica y ciertas referencias históricas. La necesidad de ruptura con el esquema tradicional que suele usarse para el desarrollo de este tema, ha llevado a incorporar actividades motivadoras que se encuentran sólo esbozadas en el texto y que están llamadas a dar ideas sobre qué tipo de materiales pueden emplearse para hacer atractivo un tema de estudio.

El texto tiene sus limitaciones porque quiere complementar lo que va en los programas oficiales respecto de los elementos químicos y no pretende hacer un estudio exhaustivo de la información que puede sacarse de los mismos.

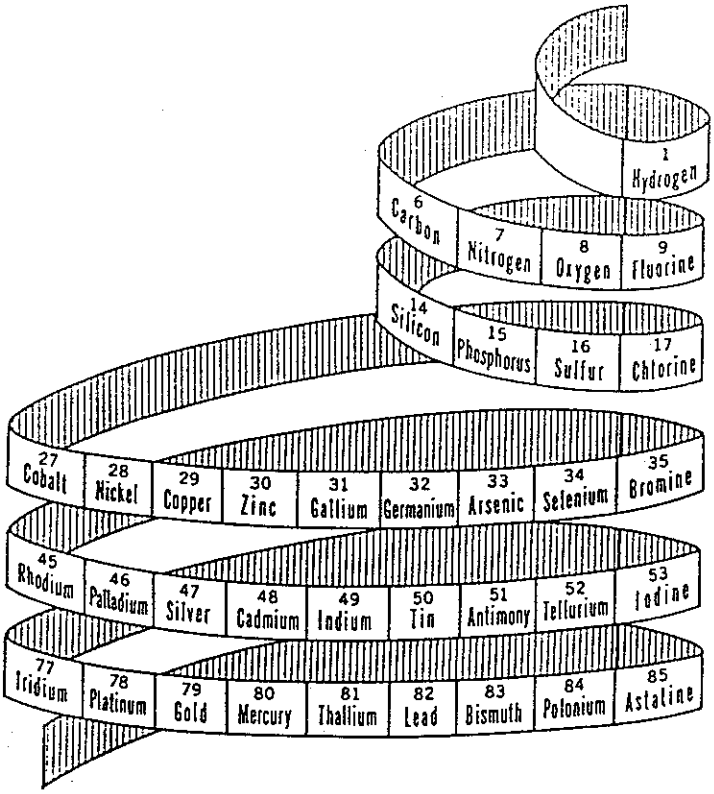
Los textos históricos presentan dos modelos descriptivos que responden a sus contextos socio-culturales y a la época en que se escribieron.

Madrid, diciembre 1986

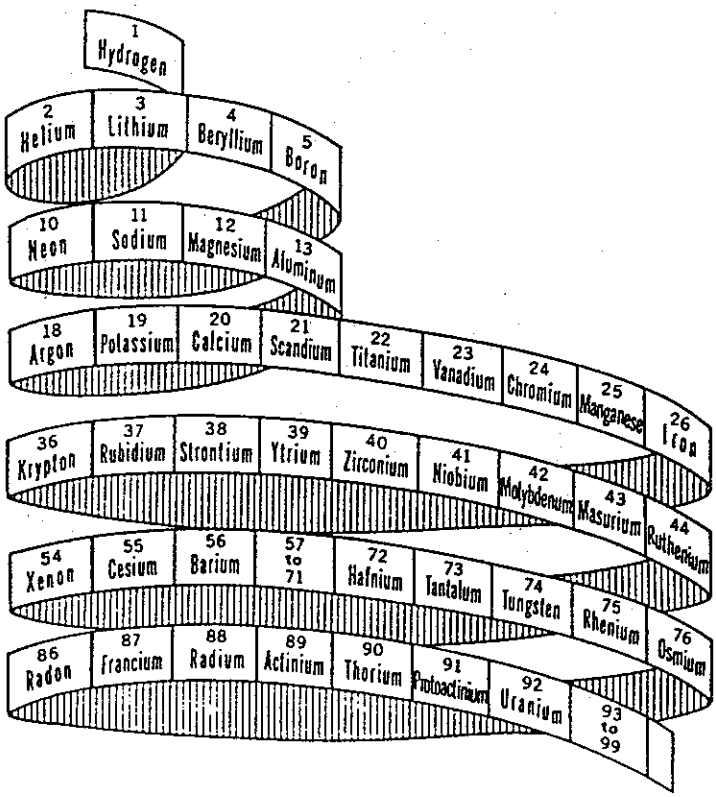
Berta Marco

Fdo: Berta Marco

Dep. Legal M-5863 - 1987



ORIGEN Y ORDENACION DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS



ORIGEN Y ORDENACION DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS

Berta Marco Stiefel
Proyecto Historia de la Ciencia
I.E.P.S. Velázquez, 114, Madrid.

Introducción

Dentro de una línea de trabajo que trata de aportar elementos innovadores a la enseñanza de las Ciencias, el Instituto de Estudios Pedagógicos Somosaguas (IEPS) está desarrollando un proyecto para poner de manifiesto el valor didáctico de la Historia de la Ciencia. A lo largo de tres años consecutivos se han establecido unas bases didácticas comunes y se han realizado numerosas experiencias en la segunda etapa de EGB, EEMM, y Escuelas de Formación del Profesorado. Después de una amplia experimentación, el equipo que sustenta el proyecto resumió el pensamiento inicial en un número monográfico de la colección Apuntes IEPS, titulado: La perspectiva histórica en el aprendizaje de las Ciencias.

La comunicación que se va a exponer a continuación se refiere al replanteamiento de algunos temas esenciales que forman parte de los programas de 3º de BUP y COU, a los que se les ha dado un tratamiento histórico, dentro de una secuencia diacrónica.

En la Física y Química de estos niveles se han estudiado detenidamente la Teoría Atómica, la Historia de la Fisión Nuclear y las Cosmovisiones. El objeto de la exposición que nos ocupa es el presentar el enfoque que se ha dado al tema de los Elementos Químicos siguiendo las bases del proyecto al que con anterioridad nos referimos. Han sido tres los puntos considerados en nuestra propuesta:

** Elaborar una secuencia didáctica, lógica y coherente que facilite los máximos elementos de comprensión al tema elegido.

** Incorporar material histórico tomado de textos escritos por científicos que se presten a diferentes lecturas: clarificación de hechos, aspectos humanos, sociales o éticos, etc.

Dep. Legal M-5863 - 1987

** Tomar datos de la actualidad científica para iluminar en qué punto está hoy el problema.

Teniendo en cuenta el modo habitual de aproximación a este tema, por otra parte esencial para la Química, se ha estimado conveniente considerar los aspectos del origen y ordenación de los elementos químicos. Quizás el "origen", hoy expresado en líneas claras por el fenómeno de la nucleosíntesis, da consistencia científica a lo que significa un elemento y cual es la génesis de su formación hasta agotar la cadena de los conocidos por fuentes naturales. Análogamente, la formación de elementos transuránidos es un dato de interés que puede extraerse de la actualidad científica para completar la visión de este punto.

La "ordenación" de los elementos suministra una apoyatura histórica que enlaza datos procedentes de la Química experimental, el factor de la previsión de nuevos elementos, rasgos de creatividad y el reconocimiento de ciertos errores históricos.

Considerando "origen" y "ordenación" dos aspectos iluminadores del tema, se señala a continuación el esqueleto de la unidad didáctica.

◊ Esquema general del trabajo

Origen y Ordenación de los Elementos Químicos (Aproximación histórica y desde la actualidad)

* Origen: * Nucleosíntesis
  * Procesos artificiales de obtención de elementos transuránidos
* Ordenación: * Bases químico-físicas
  - Teoría de Dalton
  - Teoría Atómica, etc.
  * Tablas y Modelos tridimensionales
  - Proceso histórico descriptivo
  - El valor de la "predicción" de algunos elementos: ejemplificaciones
  - El Sistema Periódico del New Scientist (1985)

Dep. Legal M-5863 - 1987

* Páginas Históricas:
    * El descubrimiento del Helio, por E. Rutherford
    * Juicio o Parecer de D. Antonio de Ulloa sobre el metal Platina.
* Materiales didácticos de apoyo

•Nucleosíntesis

(Se considera importante, desde el planteamiento didáctico, abordar los siguientes puntos:)

* Teoría del Big-Bang
* Abundancia de los elementos en el Universo
* Evolución estelar y clases de estrellas
* Procesos de fusión que dan lugar a los elementos químicos.

La nucleosíntesis es un fenómeno complejo pero del que existen ya publicaciones concisas y claras que permiten conocer las fases más importantes de la génesis de los elementos. Por suponer nociones previas acerca de las nuevas teorías sobre el origen del Universo y envolver muchos procesos químico-físicos, aporta una apertura interdisciplinar al conocimiento de los Elementos Químicos. Hoy día son asequibles los estudios como los de R.J. Tayler, del Centro de Astronomía de la Universidad de Sussex o la aportación de N.N. Greenwood y A. Earnshaw en su libro "Química de los Elementos". De las publicaciones de estos autores nos hemos valido preferentemente en este estudio.

Se cuenta actualmente con 107 elementos conocidos (quizá existe el 108) de los cuales, del H al U todos, menos Tecnecio y Promecio, osea, 92, se encuentran en la Tierra; el Tecnecio se ha detectado en las estrellas. De estos elementos, unos 15 más se han obtenido por síntesis en el laboratorio. Estas afirmaciones plantean preguntas: ¿por qué este número de elementos y no otros? ¿por qué la diferencia en la abundancia de isótopos entre ellos y de ahí las variaciones en los pesos atómicos?

Dep. Legal M-5863 -1987

El origen de los elementos se apoya en la Teoría del Big-Bang según la cual toda la masa del Universo estaba contenida en un núcleo primitivo de densidad y temperatura inmensas que, por alguna razón explotó y distribuyó la materia uniformemente por el espacio. Al comienzo la densidad del universo era de 10^{96} gr/cm^3 y la temperatura de 10^{32}K. Después de un segundo, se cree que descendió a 10^{10}K y el Universo se pobló de partículas elementales (neutrones y protones en el mismo número aproximadamente) y electrones. En un breve espacio de tiempo se dieron las condiciones para la combinación de esas partículas formando núcleos de Deuterio y Helio. Así empezó el proceso de formación de los elementos. Para detectarlos se ha analizado su presencia en:

- Sol y las estrellas - nebulosas gaseosas - medio interestelar	Por datos espectroscópicos
- rayos cósmicos - Tierra, Luna y meteoritos - otros planetas, asteroides y cometas del sistema solar	Muestras

De todos los resultados obtenidos se deduce una gran uniformidad en la composición del Universo

Hidrógeno ———————— 88'6%
Helio ———————— 11'3%

Entre ambos elementos suman el 99'9%. La nucleosíntesis de los más pesados se sospecha fácilmente.

Respecto de la abundancia de los elementos se ha observado:

* Decrece exponencialmente con el aumento del peso atómico
* Aparece un pico a Z = 23-28 (V, Cr, Mn, Fe, Co y Ni) con el máximo en el valor del Fe (10^3 sobre la tendencia esperada)
* D, Li, Be y B son escasos comparados con sus vecinos: H, He, C y N.

Dep. Legal M-5863 -1987

* Entre los núcleos más ligeros (por encima del Sc (Z=21) los que tienen una masa atómica divisible por 4 son más abundantes que sus vecinos.Ej. ^{16}O, ^{20}Ne.
* Los átomos con peso atómico par son más abundantes que los impares.

Los procesos que tienen lugar después del Big Bang derivan de un aumento de la fuera gravitacional del H y el He enfriados. Esta fuerza libera energía algo de la cual se pierde por radiación, pero de la contínua contracción resulta una fuerte elevación de temperatura (10^7K) que provoca reacciones de fusión. Cuando el 10% del Hidrógeno se ha consumido, vuelve a crecer la fuerza gravitacional y la temperatura alcanza los 2×10^8K con lo cual empieza la combustión del He. De este modo, osea por reacciones exotérmicas, se producen los elementos hasta el Fe; por encima de él se necesita una energía adicional que viene suministrada por otros procesos nucleares.

La evolución estelar tiene su base experimental en el análisis espectroscópico de la luz que recibimos de las estrellas. Existe una relación entre los colores con que aparecen. Las "frias" son rojas y las amarillas, blancas y azules, "calientes". Las diferencias de color están relacionadas con las diferencias en su composición química. Su grado de evolución (protoestrella, estrella de secuencia principal, gigante blanca, nova, supernova, gigante roja...) es acorde con un proceso diferente de los que originan elementos químicos. El cuadro que sigue resume las clases de procesos que tienen lugar:

Dep. Legal M-5863 -1987

* Procesos exotérmicos en el interior de las estrellas:
  Combustiones sucesivas de:
  Hidrógeno, Helio, Carbono, procesos "α" y el equilibrio o proceso "e".

* Procesos de captura de neutrones:
  Procesos "s" (captura de neutrones lentos)
  Procesos "r" (captura de neutrones rápidos)

* Procesos mixtos
  Procesos "p" (captura de protones) y deterioro del interior de las estrellas
  Procesos "x" (deterioro de las regiones interestales ocasionadas por rayos cósmicos)

N. N. Greenwood and A. Earnshaw.
Chemistry of The Elements, Pergamon, 1985

El siguiente cuadro muestra con más detalle el primero de los procesos.

⇒ Procesos nucleares y temperaturas características durante la evolución de una estrella

Procesos	Reacciones	Temperatura / 10^7K
Combustión de Hidrógeno	cadena protón-protón ciclo Carbono-Nitrógeno	1 - 2
Combustión de Helio	$3(^4He) \longrightarrow {}^{12}C$ ${}^{12}C + {}^4He \longrightarrow {}^{16}O$	10 - 20
Combustión de Carbono	${}^{12}C \longrightarrow {}^{20}Ne,\ {}^{23}Na,\ {}^{24}Mg$, etc	ca.50
Combustión de Oxígeno	${}^{16}O \longrightarrow {}^{28}Si,\ {}^{31}S,\ {}^{31}P,\ {}^{32}S$, etc.	ca.100
Combustión de Siliceo	Ne, Na, Mg, Si, S, P, etc Cr, Mn, Fe, Co, Ni	ca.200-400

R.J. Tayler
"Origin of the Chemical Elements",
Proceedings of The Royal Institution of Great Britain (1984), Vol. 396, No. 1810, p. 1-226.

Dep. Legal M-5863 -1987

La nucleosíntesis como fenómeno puede simplemente esbozarse en el aula en sus líneas esenciales y sugerir a los alumnos la profundización personal o en grupo sobre el tema. A este respecto son interesantes -y a un nivel asequible- los artículos:

* "El Big Bang, ¿una especulación teórica?", de Jayant Narlikar en El Correo de la Unesco, sept. 1984.
* "The Origin of The Chemical Elements", de R.J. Tayler en Education in Chemistry, Mayo, 1984.

•Procesos artificiales de obtención de elementos transuránidos

Puesto que es el modo actual de detectar nuevos elementos - conviene tener algunas nociones de ello, como se recoge en el esquema:

1. Irradiar blancos constituidos por los elementos más pesados con haces de neutrones o de elementos muy ligeros (hasta Z = 8)

   (G. Seaborg y A. Ghiorso en Berkeley)

2. Fusión fría. Blancos constituidos por elementos atómicos menos pesados, pero más estables, por ej. plomo (Z = 82) o bismuto -- (Z = 83)

   (Y. Organesiam y A. Demin en Darmstadt)

(Los datos proceden de: "El descubrimiento del elemento 108, de Peter Armbruster en Mundo Científico, diciembre 1984)

•Bases Químico-Físicas. Teoría de Dalton. Teoría Atómica

Uno de los puntos en los que conviene abundar desde la perspectiva histórica es en la relación que las sucesivas ordenaciones de los elementos tenía con las bases químicas previamente establecidas.

Durante el siglo XIX la Teoría de Dalton fue el sustrato de apoyo de trabajos posteriores. La Química progresa en el terreno - cuantitativo debido a las medidas cada vez más exactas de los pesos atómicos. Sin embargo, el avance fue lento porque no estaban -

Dep. Legal M-5863 -1987

claramente delimitadas las diferencias entre átomos y moléculas. Se habían calculado en este momento (alrededor de 1850) muchos pesos atómicos diferentes para el mismo elemento, y por lo tanto también eran posibles distintas fórmulas para el mismo compuesto. El famoso libro de Kekulé de Química Orgánica publicado en 1861 enumera unas diecinueve fórmulas para un compuesto tan simple como es el ácido acético.

Con el intento de aclarar esta cuestión Kekulé organizó el Primer Congreso Químico Internacional en Karlruhe en 1860. Después de este encuentro existía un cierto acuerdo sobre los pesos atómicos y algunos investigadores empezaron a buscar relaciones entre las propiedades químicas de los elementos y sus pesos átomicos.

Mendelejev, que asistió al Congreso (tenía entonces 26 años) fue el que tuvo más éxito, aunque muchos trabajaron en la misma línea en este época. Al parecer escribió el nombre de los 63 elementos conocidos entonces, con sus propiedades físicas y químicas, en unas cartas, las barajó y empezó a colocarlas en filas de modo que cuando llegaba a un elemento de características parecidas a uno de los anteriores, empezaba una nueva fila.

Después de repetidos intentos de colocar los elementos se durmió y al despertar lo hizo con la idea fija de cambiar sus filas de horizontales a verticales -o grupos-; esta tradición ha permanecido desde entonces.

•Tablas y Modelos tridimensionales

La primera tabla de Mendelejev se publicó en 1869 en su libro "Osnovy Khimii" -"Principios de de Química"- y la rehizo en 1871.

Los principios que regularon su ordenación fueron:

1) Si se ordenan los elementos de acuerdo con sus pesos atómicos, presentan una periodicidad evidente en sus propiedades.
2) Los elementos que son similares desde el punto de vista de sus propiedades químicas tienen pesos atómicos casi del mismo valor.

Dep. Legal M-5863 -1987

3) La colocación de los elementos, o de grupos de elementos en el orden de sus pesos atómicos, se corresponde con las llamadas - valencias.

4) Los elementos que están más ampliamente distribuidos en la naturaleza, tienen los pesos atómicos más pequeños y propiedades claramente definidas. Son además elementos típicos.

5) La magnitud del peso atómico determina el carácter de un ele-- mento.

6) Se espera el descubrimiento de muchos elementos todavía desconocidos.

7) El peso atómico de un elemento se puede corregir con la ayuda del conocimiento de aquellos elementos adyacentes.

8) Ciertas propiedades características de los elementos se pueden deducir de sus pesos atómicos.

Mendelejev

Colocando los elementos en orden creciente de sus pesos -- atómicos el Yodo (127) debería preceder al Teluro (128) pero el - Te pertenece claramente al grupo del Selenio y el I al de los halógenos. Mendelejev supuso que los pesos atómicos estaban mal calculados y los cambió de sitio. Después de muchos intentos de una medida más exacta permanecieron en el lugar que no les correspondía. Hoy se sabe el por qué: el Teluro tiene predominancia de isótopos pesados -de media 127'60- mientras que el Yodo tiene solo - un isótopo de masa atómica relativa 126,9045. Hay otras parejas - de elementos en esta tabla primitiva que presentan problema. Mendelejev no fue consciente de las diferencias entre Co y Ni; a ambos le asignó un peso atómico de 59; tampoco del Ar y del K porque el primero no se había descubierto.

La 3a. y 4a. columnas de la Tabla presentan huecos notables en los lugares correspondientes a los pesos atómicos: 44, 68 y 72. Mendelejev los dejó porque si no lo hacía, elementos descubiertos posteriormente estarían situados en lugares erróneos, es decir, - no caerían en la columna con elementos de sus mismas propiedades.

Dep. Legal M-5863 -1987

La confianza de Mendelejev en su propia tabla le llevó a predecir la existencia de tres nuevos elementos aún desconocidos: ea-boro (44), ekaaluminio (68) y ekasilicio (72) e incluso hizo algunas predicciones de sus propiedades. Esto era en 1871. En 1875 el ekaaluminio o Galio fue descubierto seguido, en 1879, del ekaboro o Escandio y, en 1886 del ekasilicio o Germanio. Sus propiedades eran extraordinariamente acordes con las predicciones de Mendelejev.

Propiedades	Eka-siliceo (predicho en 1871)	Germanio (1886)
• Masa atómica relativa	72	72'32
• Peso específico	5'5	5'47
• Calor específico	0'073	0'076
• Volumen atómico	13 cm^3	13'22 cm^3
• Color	gris oscuro	blanco grisáceo
• Peso específico del dióxido	4'7	4'703
• Punto de ebullición del tetracloruro	100°C	86°C
• Peso específico del tetracloruro	1'9	1'887
• Punto de ebullición del tetraetil-derivado	160°C	160°C

El descubrimiento del primero de los elementos previstos -el Galio- en 1875 fue, en cierto modo, dramático. El francés Lecoq de Boisbaudran lo detectó por medios espectroscópicos examinando sus propiedades y calculando su peso atómico. Las propiedades del Galio encajaban con las del eka-aluminio pero su peso específico era demasiado bajo. Por sugerencia de Mendelejev, Lecoq volvió a medirlo con más exactitud y entonces se aproximó el dato al previsto en la Tabla Periódica. Esto hizo un gran impacto en el mundo científico que dio un respaldo definitivo al valor de predicción de la ordenación de Mendelejev.

En 1894 Ramsay descubrió el Argon, el primero de los gases inertes. Ramsay predijo que si Mendelejev estaba en lo cierto, debería existir toda una familia con características similares. En los cuatro años siguientes se descubrieron. En 1895 el He, que

Dep. Legal M-5863 - 1987

previamente -1868- se había detectado en el espectro solar, y Ne, Kr, Xe en 1898. Este paso contribuyó a una nueva confirmación de la Tabla que inexplicablemente ha seguido funcionando hasta que se ha conocido mejor la estructura del átomo.

Mendelejev no aceptó los primeros pasos de este proceso: descubrimiento del electrón por J.J. Thompson en 1897 y transmutación de los elementos en 1896; le parecía que resquebrajaban los cimientos de su Tabla pero, lejos de suceder esto, la confirmaron.

Uno de los hechos conocidos era que cada elemento emitía radiación a unas ciertas longitudes de onda o frecuencias y no a otras. Niels Bohr llegó a encontrar la relación entre las frecuencias de emisión de las líneas espectrales y la colocación de electrones en los átomos.

Con una fuerte base experimental Niels Bohr llegó a su modelo atómico. En primer lugar, medidas exactas de la longitud de onda de rayos X emitidos por varios elementos le permitió calcular la carga del núcleo de dichos elementos -lo que llamamos "número atómico"- y, en consecuencia, saber el número de electrones de la corteza. En segundo lugar, el análisis detenido de los espectros hizo posible construir un esquema de cómo están dispuestos los electrones en cada clase de átomos. Los límites que el átomo de Bohr otorga al número de electrones posible para cada órbita, logró una buena concordancia con las propiedades periódicas observadas por Mendelejev. Se descubrió así que lo que daba regularidad a la Tabla era en realidad el número atómico, número de electrones del átomo o de carga en el núcleo más que el peso atómico.

Aunque aquí la "predicción" de algunos elementos se ha ejemplificado con la Tabla de Mendelejev, resulta igualmente ilustrativo hacerlo con otros ejemplos. Las predicciones históricas respondían a:

* Relaciones numéricas entre pesos atómicos
* Elementos de una triada

Dep. Legal M-5863 - 1987

* Elementos de un gran grupo de homólogos
* Datos de estudios comparados de los espectros.

Como ejemplos se pueden aducir otros anteriores al Sistema Periódico:

. Dobereiner fue uno de los primeros. En 1829 Dobereiner no pudo colocar el Fluor en la triada:

$Cl = \frac{F + Br}{2}$ debido a su peso atómico, concluyó que debía pertenecer a otra triada.

. Newlands predijo el elemento central de la triada que tiene al Iridio y al Rodio por extremos en su primera publicación; dedujo esta triada de la diferencia de pesos atómicos entre el Iridio (99) y el Rodio (52'2). La diferencia, 46'8, era muy próxima al valor de 48, que había sido observado muchas veces como diferencia de pesos atómicos en los extremos de una triada: Te (64) - S (16), Ba (68'5) - Ca (20). Posteriormente se demostró que no hay ningún elemento entre el Iridio y el Rodio.

Conviene en este punto detenerse a considerar otras Tablas o Modelos Tridimensionales como el anillo telúrico de Chancourtois (1862), la curva de Reynolds o la gráfica de Haughton.

La nueva Tabla preparada por el New Scientist (1985), avalada por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, supone una clarificación en el uso de la misma. Incluye los nuevos elementos con sus nombres provisionales.

• Páginas Históricas

1.- El descubrimiento del Helio (fragmento)

"La historia del descubrimiento del Helio presenta algunos rasgos de un interés dramático poco corriente. Durante un eclipse, en 1868, Jansen y Lockyer detectaron que el espectro visible de la cromosfera del Sol mostraba una línea brillante amarilla de origen desconocido. Más tarde se descubrió que esta línea y otras que le acompañaban, aparecían no solamente en el Sol sino también en muchas de las estrellas. Lockyer sugirió que estas líneas se debían a un ele-

Dep. Legal M-5863 - 1987

mento desconocido al que se le dio el nombre de Helio. Poco después del descubrimiento del Argon, Sir Henry Miers envió una carta (el 1 de febrero de 1895) a Ramsay, comunicándole que el analista americano Hillebrande había observado que una cantidad de gas considerable,que se suponía era Nitrógeno, se liberaba por solución de ciertos minerales de Uranio. Miers sugirió que era posible que el gas fuera Argon y no Nitrógeno. Siguiendo su sugerencia, Ramsay compró alrededor de un gramo de mineral Cleveite a un tratador por tres chelines y seis peniques y se dispuso a purificar el gas que emanaba y a examinar su espectro. Se observó un número de líneas nuevas y se envió un tubo de espectro, conteniendo el nuevo gas, temporalmente llamado por Ramsay Cripton, a Sir William Crookes. Crookes informó escuetamente: "El Crypton es Helio, ven y lo verás". Habían pasado menos de dos meses desde que se recibió la carta de Miers al anuncio de la Academia Francesa del descubrimiento del Helio sobre la Tierra, el 26 de marzo de 1895, descubrimiento de profundo significado en el desarrollo de la Física. Pronto se demostró que el Helio es un gas monoatómico de densidad alrededor de dos veces la del Hidrógeno, y peso atómico cuatro. Ahora sabemos que es el primero de un grupo importante de gases monoatómicos inertes: Helio, Neon, Argon, Krypton y Zenon, y las emanaciones radiactivas que han tenido una parte tan importante en ayudar a fijar la disposición de los electrones en la parte externa del átomo.

En 1903 Ramsay y Soddy comprobaron que el Helio se produce por transformación del Radio y, como resultado de una serie de investigaciones, Rutherford mostró que las partículas α que proyectan a gran velocidad los átomos radiactivos, son idénticas a los núcleos de Helio. Es probable que en gran parte, si no todo, el Helio encontrado en la Tierra tenga su origen en las partículas α liberadas por los elementos radiactivos durante su transformación en la corteza terrestre".

Lord Rutherford of Nelson

(Proceedings of the Royal Institution of Great Britain.

Vol. XXVI, 1929-31, p. 385)

Dep. Legal M-5863 - 1987

2.- Juicio o Parecer de D. Antonio de Ulloa sobre el metal Platina (fragmento)

"La naturaleza del metal es mui semejante a la limadura fina de Hierro; y en efecto se hallan mezcladas con él parte de este: el deseo de aumentar el peso puede inducir a mezclarle estas limaduras; en cuyo caso lo que se tendrá será más Hierro que Platina. Lo primero que es la extracción no hay otro modo de evitarla, que celando mucho los Mineros que estén encargados de recogerla visitando lo que salga de los Reales de Minas: y en los parages donde se pueda embarcar. Para no padecer engaño en lo segundo es preciso que los que lo hayan de recivir esté proveidos de Piedras Imanes buenas, sean montadas o sin montar o de Barrenillas de Imán Artificiales que se preparan en Inglaterra, donde no son costosas, y tienen la misma actividad que los Imanes Naturales; con éstos se separará fácilmente lo ferraginoso de la Platina, y aunque el imán atraerá las partículas de fierro que se hallan interpoladas con aquella, se distinguen fácilmente a la vista de las limaduras porque en la configuración son distintas, y en el color, las de la Platina son como arena negruzca, y las limaduras, son brillantes, y con puntas o del color del mojo del Hierro: y para no padecer engaño combiene adquirir práctica en ella; haciendo comparaciones, y después de conseguido a la primera Inspección se distingue sin equivocación lo que está adulterado...

La mejor porción de este Metal que dan las Minas respecto del oro, manifiesta su rareza, y juntándose a ellos sus particulares qualidades, y propiedades,que se tienen conocidas, lo constituien mas agraciable, y de superior valor que el mismo oro...

Sobre lo cual se tendrá presente que nada se altera en su particular el valor del oro, y de la Plata; resultando el de la Platina del que tienen estos Metales, y que en una materia nueva, que sólo la posee un Soberano; puede darle el grado de estimación, y de valor que le convenga a su mirar: a la preciosidad del Metal, y sea correspondiente a su rareza, ó menor abundancia: al modo como sucede entre los particulares en asuntos más tribiales, que le fixan el valor a correspondencia de su rareza, del gusto, y de las particularidades que le acompañan..."

Isla de León, y Enero 30 de 1788 -

Antonio de Ulloa.

Dep. Legal M-5863 - 1987

Materiales didácticos de apoyo

Se pueden elaborar sobre la base de artículos de actualidad adjuntándoles una guía para el trabajo del alumno, por ejemplo:

a) La controversia en torno al descubrimiento del elemento 72, que recibió los siguientes nombres:

Norium	-	Svanberg (1845)
Nigrium	-	Church (1866)
Jargonium	-	Sorby (1869)
Nipponium	-	Ogawa (1908)
Celtium	-	Urbain (1911)
Hafnium	-	Von Hevesy y Coster (1923)
Thulium-II	-	Nerst (1921)

(Tomado de J.W. Spronsen en "The Periodic System of the Elements", obra contenida en la Biblioteca de la Royal Society of Chemistry, G. Britain)

b) Cómo se pone nombre a un elemento químico (Ver D.W. Ball "Elemental Etymology: what's in a name?", en J. of Chem. Educ. -- (1985), 9, pg. 787)

Dep. Legal M-5863 - 1987

Bibliografía

(Sobre la nucleosíntesis)

1. R.J. TAYLER, "The origin of the chemical elements", Review Lecture, Procc. of Royal Soc. of London, Vol. 396, P. 1-226, No. 1810, 1984.

2. N.N. GREENWOOD y A. EARNSHAW, Chemistry of the Elements, Pergamon Press, Oxford, 1985.

(De apoyo al tema en general)

3. J.W. SPRONSEN, The Periodic System of The Elements.

4. G. TETERIN y C. TERLON, "Dimitri Mendelejèv y la Ley Periódica de los elementos", El Correo de la Unesco, junio, 1971.

5. ——————, "La génesis de la tabla de Mendelejev", en Mundo Científico, Diciembre, 1984.

6. E. FRIEDEN, "New Perspectives on the Essential Trace of the Elements", J. Chem. Ed., 62, 11, November 1985.

7. J. EMSLEY, "Mendelejev's dream table" en New Scientist, 7 March 1985.

8. H. KRAGH y P. ROBERSTSON, "On the Discovery of Element 72", J. Chem. Ed. 56, 7, July 1979.

9. W.B. JENSEN, "Abegg, Lewis, Langmuir and the Octect Rule" en J. Chem. Ed. 61, 3, March 1989.

10. Yu. I. SOLOV'EV, "D.I. Mendeleev and the English Chemists" en J. Chem. Ed., 61, 12, december 1984.

Dep. Legal M-5863 - 1987

APENDICE

Se incluyen en este apartado esquemas o páginas de lectura que explícitan la parte anterior o pueden sugerir actividades. Se consideran materiales, didácticos complementarios. Están agrupados siguiendo el mismo esquema del relato y se numeran empezando por la letra A (de Apéndice).

★ Nucleosíntesis:

A.1. Composición de una estrella de gran masa.
A.2. Formación del Helio en las estrellas.

★ Procesos artificiales de obtención de elementos trasuránidos:

A.3. El nacimiento del elemento 107

★ Bases químico-físicas:

A.4. Evolución de la simbología química.
A.5. Intentos de clasificación de los elementos.
A.6. Fuentes naturales de los elementos.

★ Tablas y Modelos tridimensionales:

A.7. Sistema de clasificación helicoidal y numérico de Beguyer de Chancourtois (1862).
A.8. Tabla Periódica de Medelejev, 1871.
A.9. Tabla de Newlands, 1886.
A.10. Curva de Reynolds.
A.11. Gráfica de Haughton.

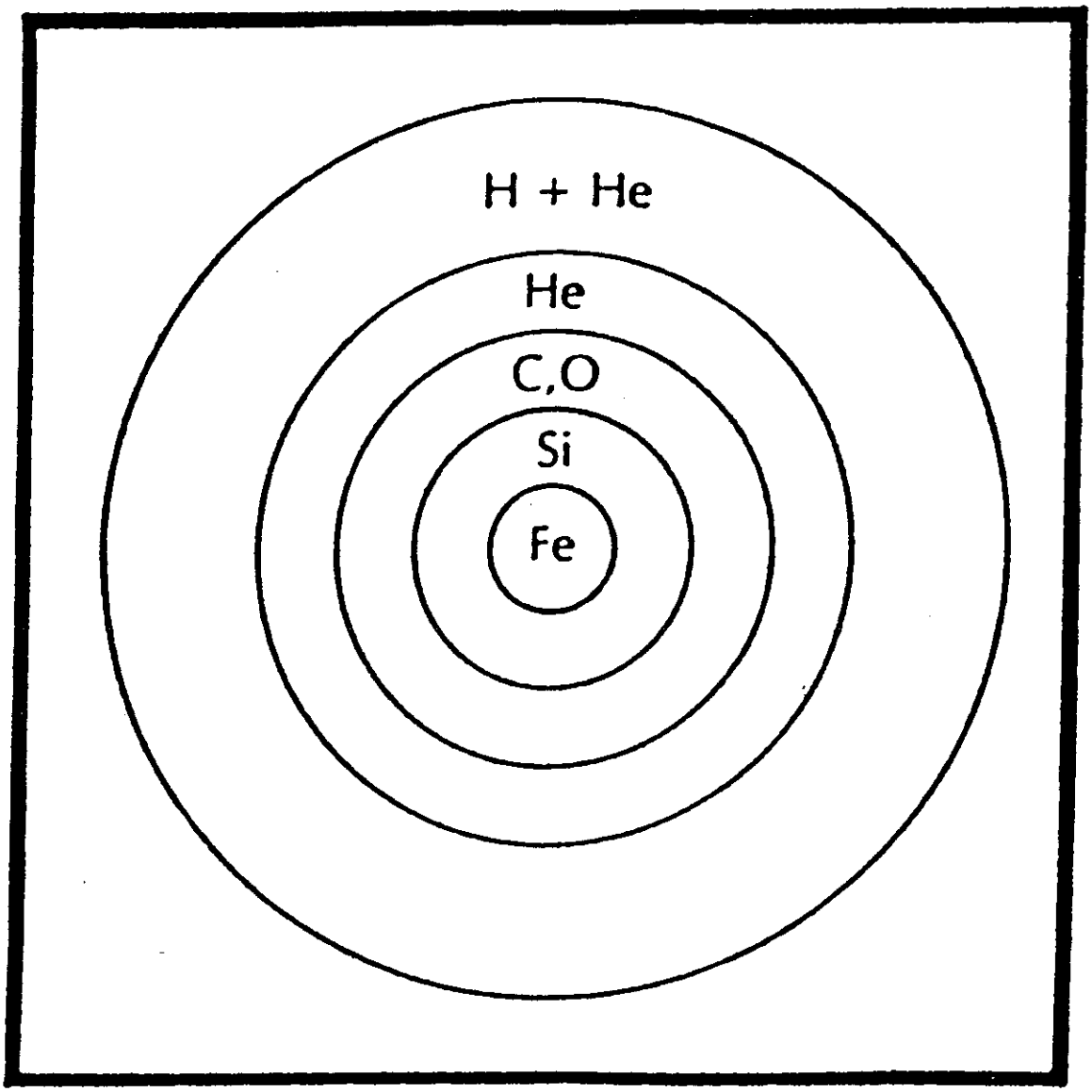
★ El Sistema Periódico de New Scientist

A.12.1. Explicación.
A.12.2. Tabla.

★ Materiales Didácticos de Apoyo.

A.13. Sobre el descubrimiento del elemento 72.
A.14. Elementos con nombres de lugares.
A.15. Elementos con nombres de cuerpos celestes.
A.16. Elementos con nombres de personajes (reales o míticos)
A.17. Elementos esenciales para la vida.

Dep. Legal. M-5863 - 1987

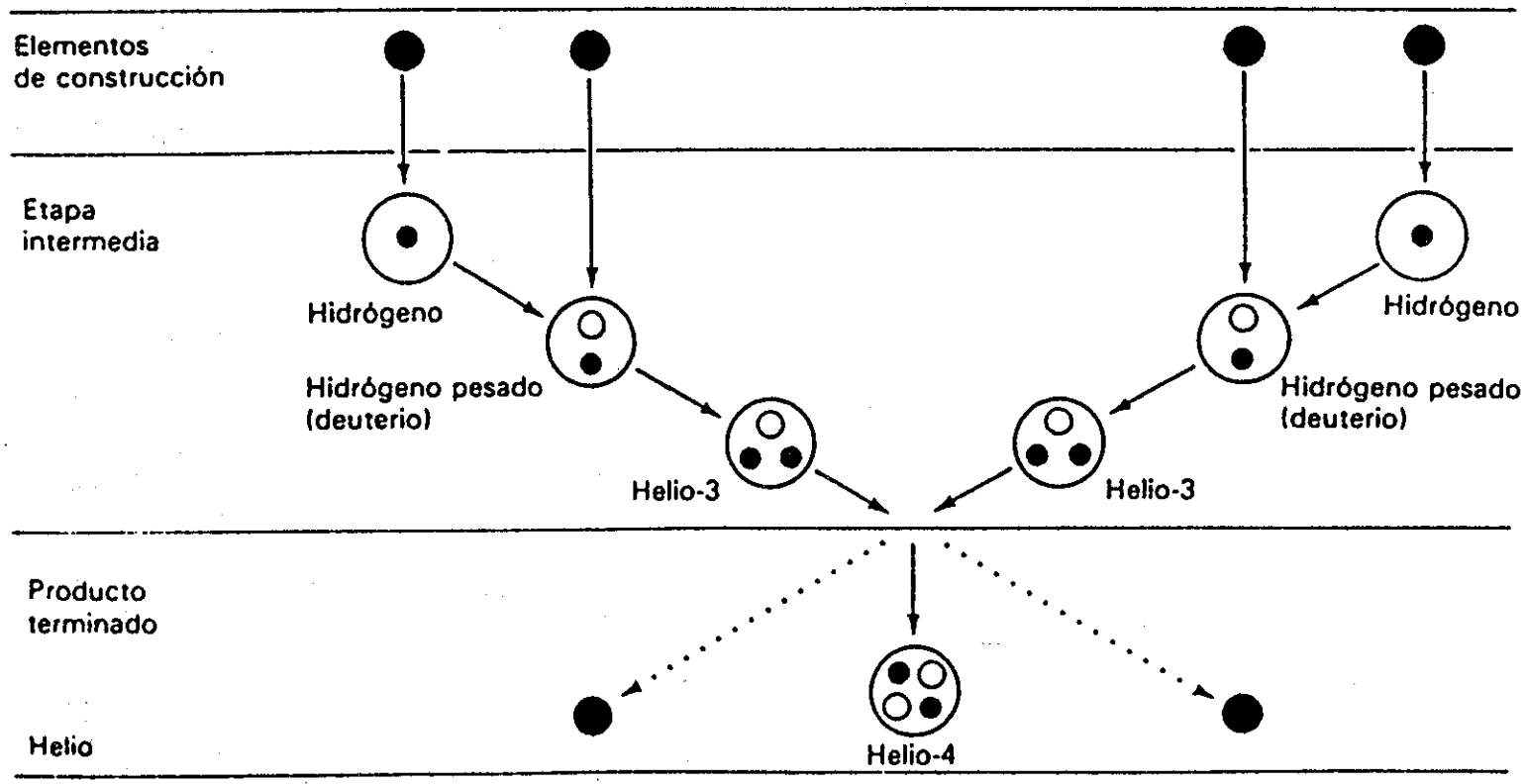


Una estrella de gran masa (alrededor de 20 veces la masa del Sol) termina su vida en unos 107 años y para entonces puede haber sobrepasado las reacciones de fusión nuclear siguientes: combustión de H, de He, de C, de O y de Si. Al final de su vida la composición sería semejante a la esquematizada en la figura (solamente se han señalado los elementos predominantes).

(R.J. Tayler, "The Origin of the Chemical Elements" Education in Chemistry, May 1984)

Dep. Legal M-5863 - 1987

Dep. Legal M-5863 - 1987



Transformación de cuatro protones en un núcleo de He por un proceso de fusión nuclear, que tiene lugar en las estrellas.

(El Correo de la Unesco, septiembre 1984)

El nacimiento del elemento 107

La síntesis del elemento 107, anunciada en 1977 por el equipo del físico soviético G.N. Fliorov, volvió a encender la polémica mantenida durante quince años entre laboratorios americanos y soviéticos. Hasta entonces, los investigadores de -- Bekerley (Seaborg, Ghiorso ...) habían sido los primeros en sintetizar los transuránidos de los números 93 al 98 aislando los 99, 100 y 101 en las cenizas radiactivas de la bomba H "Mike" en 1952. Pero a partir del número 102, los soviéticos de Doubna tomaron la delantera en la detección de elementos pesados. Uno de los problemas que surgió entonces fue el de la nomenclatura que dio lugar a los enfrentamientos: Mendelevio (101) contra Lawrencio (103); Kurchatovio (104) frente a Rutherfodio (105).

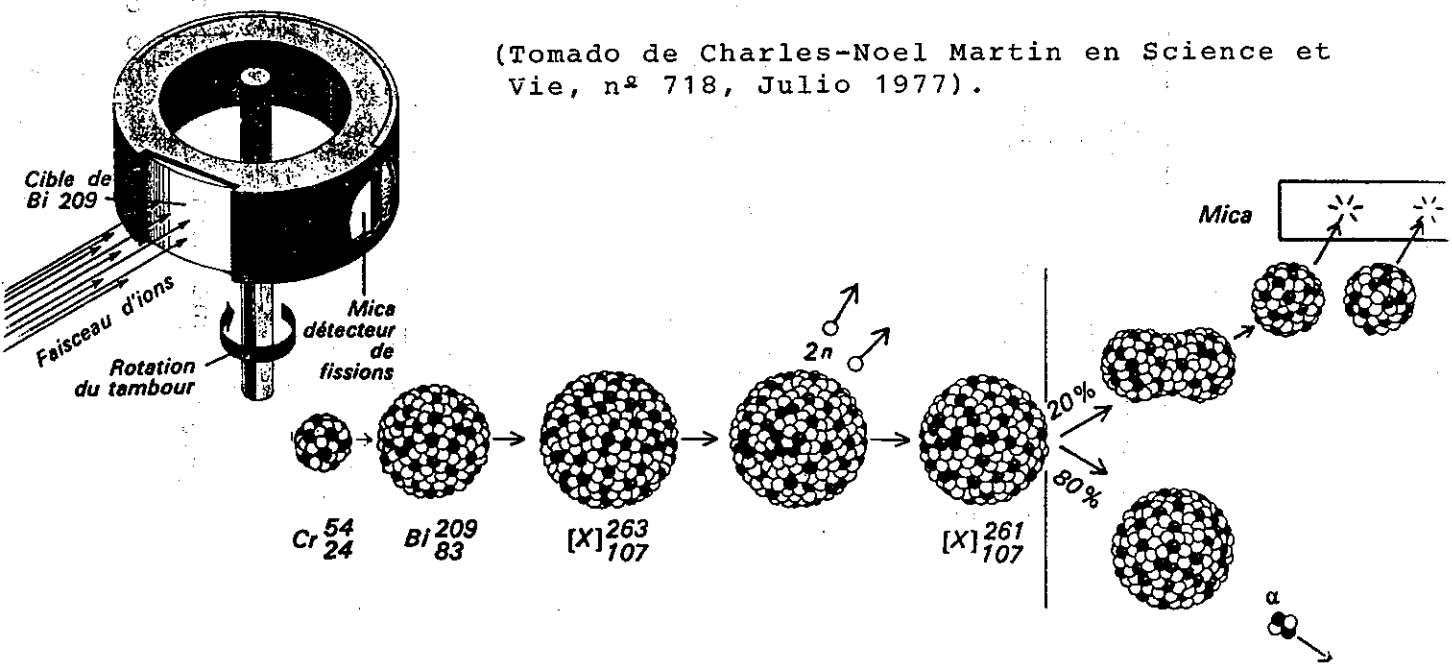
Pero ¿Cómo es posible esta polémica? La razón es que los elementos pesados no viven sino unos segundos o minutos, lo que hace dificil su detección. A partir del 104 sufren procesos de - fisión. Un ejemplo de esta dificultad se ve claro en la síntesis del elemento 107. El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

Se ha bombardeado una célula de Bismuto (83) con un núcleo de Cromo (24). (Sumando los números atómicos de ambos elementos se obtiene el del 107 esperado).

De la fusión de ambos núcleos se obtiene otro muy pesado y por lo tanto inestable, que se fisiona en algunos segundos. - Los investigadores hacen girar la célula a más de sesenta vueltas por segundo registrando a su vez las fisiones sobre una placa de mica. Los trazas se analizan después al microscopio.

Se ha constatado así que la fisión no se da sino en un - 20% de los casos. El 80% pierde una particula alfa detectándose también, como fruto de la desintegración, el elemento 105 (Rutherfordio).

(Tomado de Charles-Noel Martin en Science et Vie, nº 718, Julio 1977).



EVOLUCION DE LA SIMBOLOGIA QUIMICA

* EMPEDOCLES (490-430 a.C.)

★ Poema "Sobre la Naturaleza". Llama a los elementos: "Las raices de todas las cosas". Los concibe como cuatro divinidades:

- Fuego
- Tierra
- Aire
- Agua

* LAVOISIER (1743-1794)

★ "Traité Elémentaire de Chimie"(1789) Define los elementos como "los últimos resultados de un análisis". Incluye la luz y el calor como elementos y tres gases elementales:

- Oxigeno
- Hidrógeno
- Nitrógeno

También sustancias que hoy se consideran compuestos, como:

- Cal
- Magnesia
- Barita
- Alumina
- Silica

* DALTON (1766-1844)

★ "New Sistem of Chemical Philosophy" (1808)
Pone el énfasis en la importancia del peso atómico y las proporciones. Asigna a cada elemento un símbolo arbitrario y con ello formula.

* BERZELIUS (1779-1848)

★ En 1813 comienza la actual nomenclatura química, al proponer que los elementos deben tener un símbolo que empiece por la inicial de su nombre latino seguida de otra letra (si fuera necesaria) que complete la información).

Dep. Legal M-5863 - 1987

INTENTOS DE CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS

* Pioneros de una química cuantitativa:

  * Gay-Lussac (1778-1850)
  * Dumas (1800-1884)
  * Berzelius (1779-1848)

  Determinación de los pesos atómicos

* Observación de regulariades:

  * J.W. Dobereiner (1780-1849)
    - En 1817 observó que el p.m. del óxido de Estroncio era la media de los óxidos de Calcio y Bario.
    - En 1829 comprobó que el p.a. del elemento central en algunos grupos de elementos era la media aritmética de los dos adyacentes (Ley de las Triadas).
      Ejs: Ca, Sr, Ba; Cl, Br, I; S, Se, Te; Li, Na, K.

  * A.E. Beguyer de Chancourtois (1819-1866)
    "Anillo Telúrico (1862). Cada línea comienza en un múltiplo de 16 (p.a. del Oxigeno).

  * J.A.R. Newlands (1837-1898)
    En un artículo publicado el 20 de agosto de 1864 observa la repetición de ciertas propiedades de los elementos, que le recuerdan las octavas de música. A esta peculiar relacion la llama: "Ley de las Octavas".

  * D.I. Mendeleev (1834-1907)
    Tabla Periódica. Dos versiones: 1869 y 1871.
    Elementos ordenados en orden creciente de pesos atómicos.
    Predice las propiedades de tres elementos químicos.

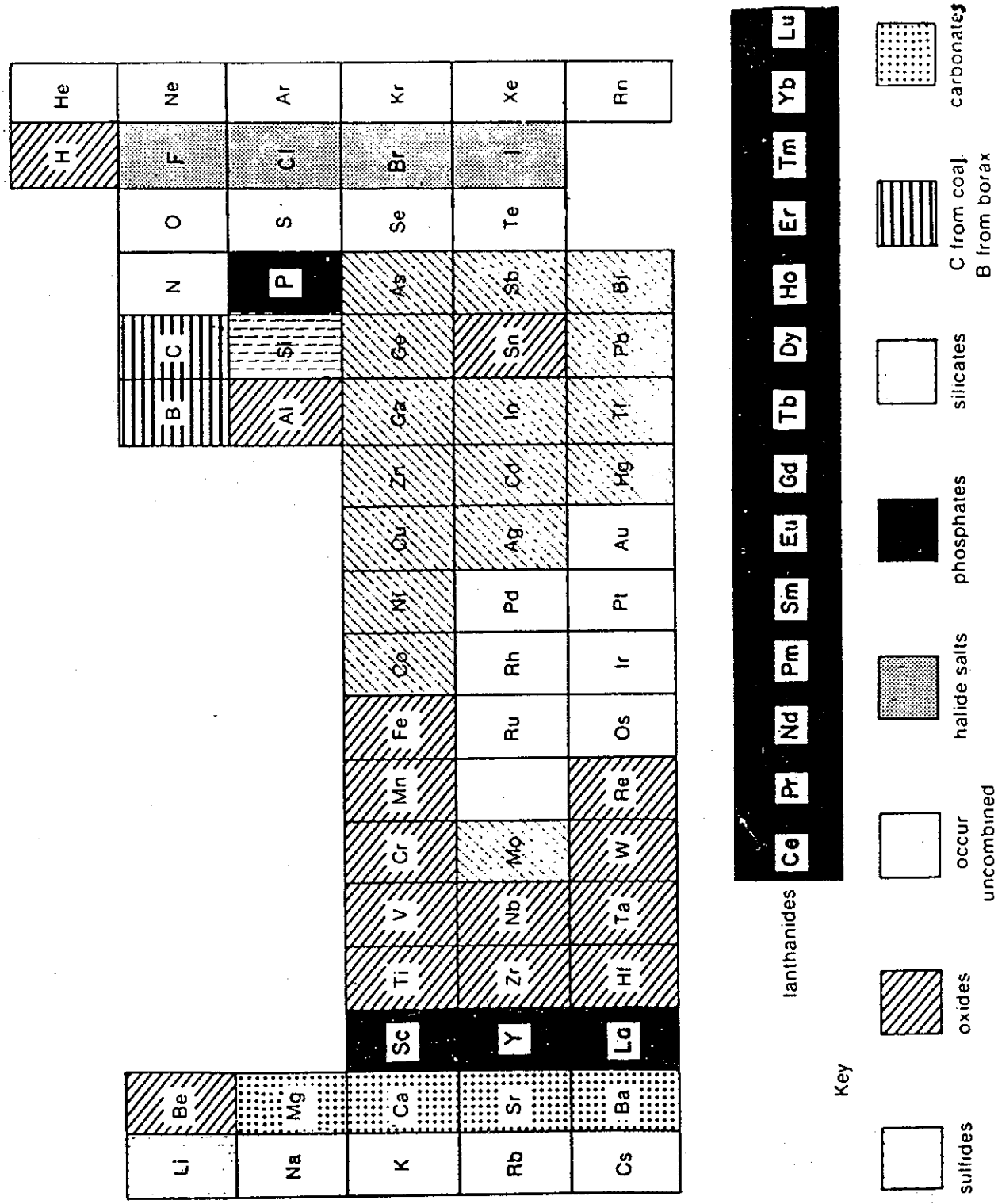
  * Lothar Meyer (1830-1895)
    Tabla Periódica de 1868 (no publicada hasta después de la de Mendeleev).

Dep. Legal M-5863 - 1987

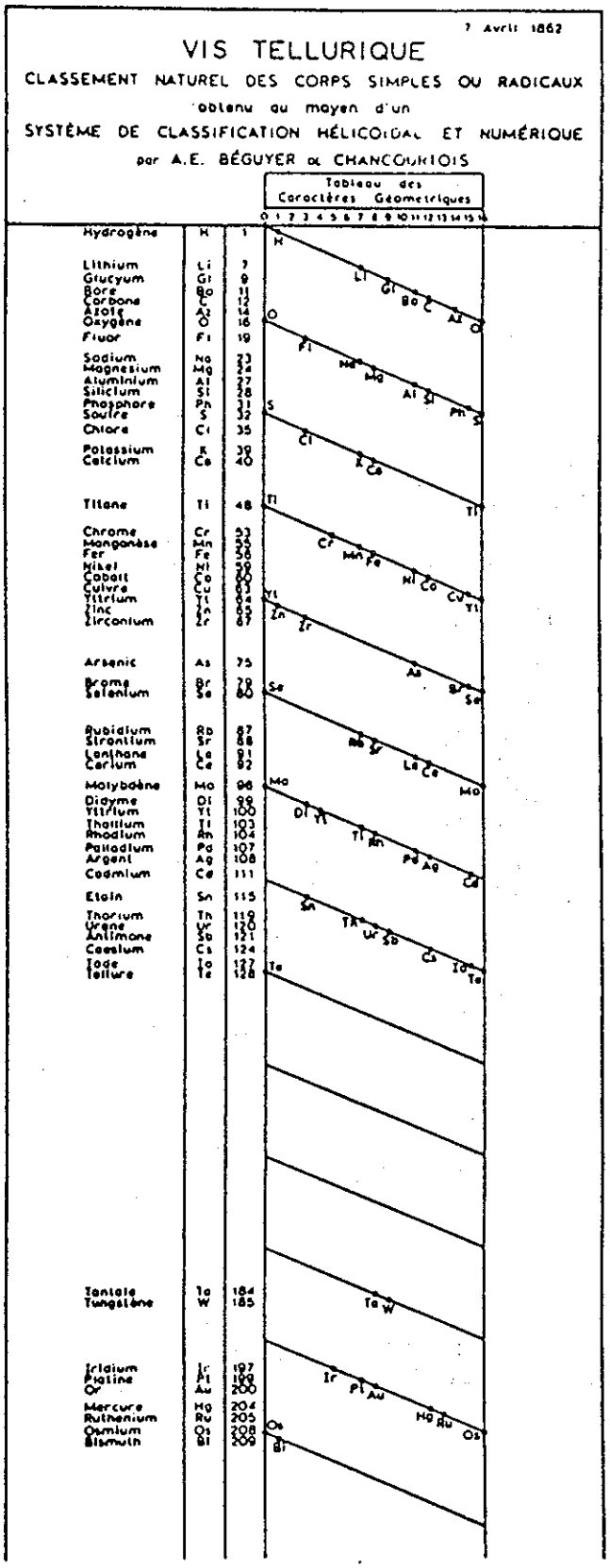
fuentes naturales de los elementos. El código de clasificación está de acuerdo con la composición química de los depósitos minerales.

A.6.

(J.D. Hostettler, "Geochemistry for Chemists, J.Chem.Ed.,62, 10 , October 1985)



Dep. Legal M-5863 - 1987



— Sistema de clasificación helicoidal y numérico de Beguyer de Chancourtois (1862)

Dep. Legal M-5863 - 1987

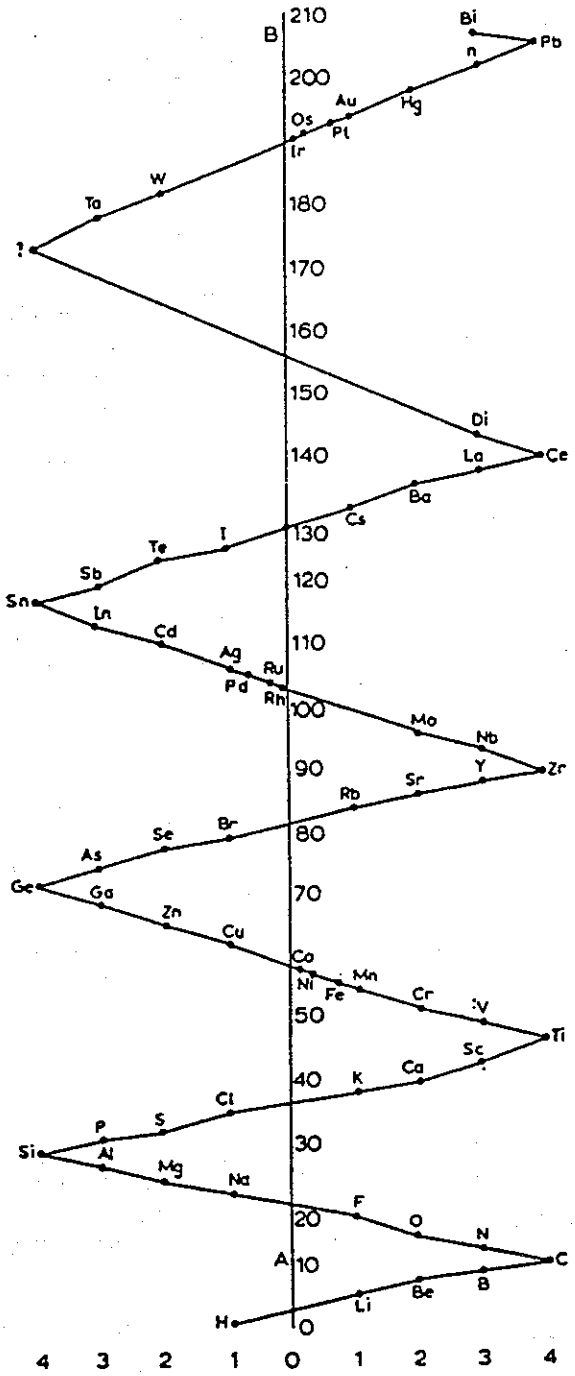
Series	Group I R_2O	Group II RO	Group III R_2O_3	Group IV RH_4 RO_2	Group V RH_3 R_2O_5	Group VI RH_2 RO_3	Group VII RH R_2O_7	Group VIII — RO_4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9·4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27·3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35·5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56 Co = 59 Ni = 59 Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104 Rh = 104 Pd = 106 Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195 Ir = 197 Pt = 198 Au = 199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208			
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

Mendeleev's Periodic Table of 1871.

						H 1 1
Li 2 7	Be 3 9	B 4 11	C 5 12	N 6 14	O 7 16	F 8 19
Na 9 23	Mg 10 24	Al 11 27.5	Si 12 28	P 13 31	S 14 32	Cl 15 35.5
K 16 39	Ca 17 40	Cr 19 52.5	Ti 18 (50)	Mn 20 55	Fe 21 56	Co, Ni 22 58.5
Cu 23 63.5	Zn 25 65	Y 24 (64)	In 26 (72)	As 27 75	Se 28 79.5	Br 29 80
Rb 30 85	Sr 31 87.5	Ce, La 33 (92)	Zr 32 89.5	Di, Mo 34 (96)	Rh, Ru 35 104	Pd 36 106.5
Ag 37 108	Cd 38 112	U 40 (120)	Sn 39 118	Sb 41 122	Te 43 129	I 42 127
Cs 44 133	Ba, V 45 (137)	Ta 46 (138)	W 47 184	Nb 48 (195)	Au 49 (196)	Pt, Ir 50 (197)
Os 51 (199)	Hg 52 200	Tl 53 203	Pb 54 207	Bi 55 210	Th 56 238	

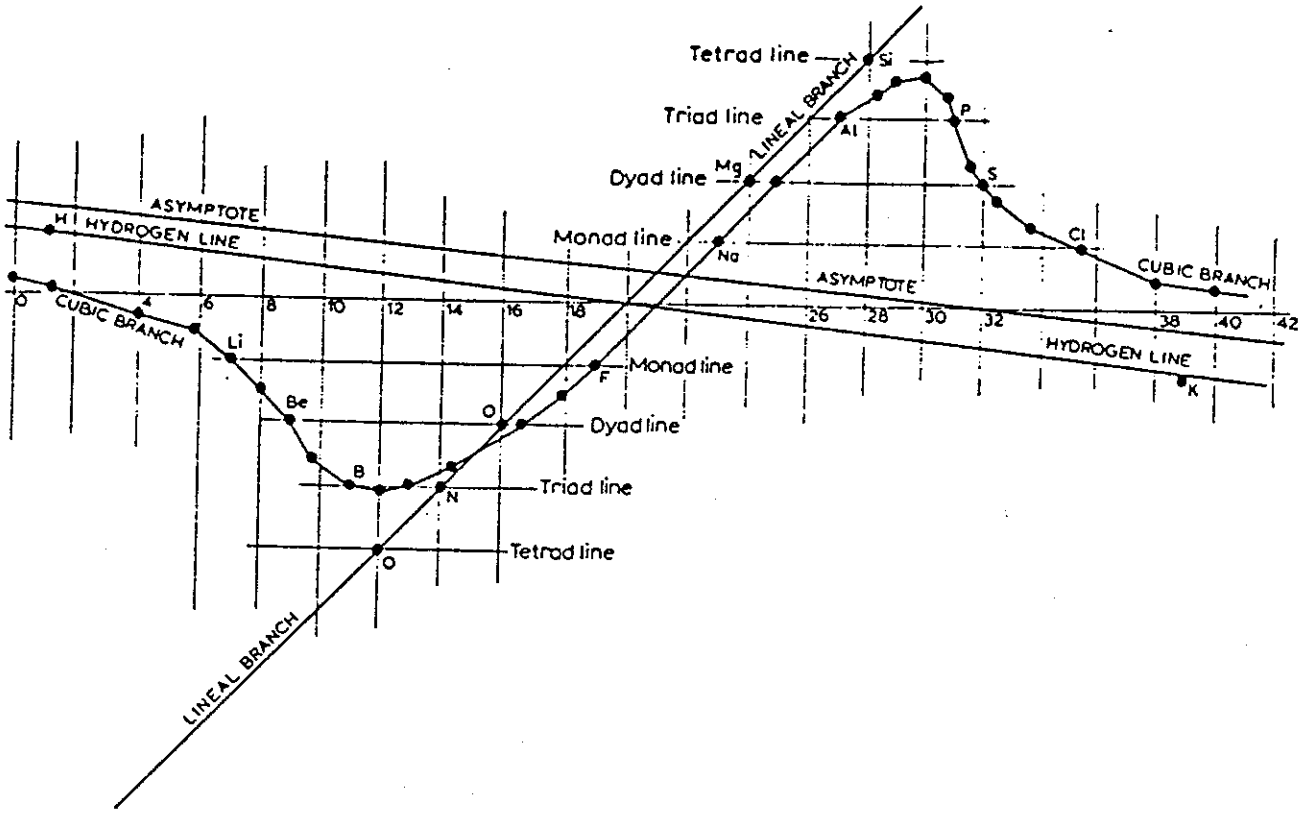
Tabla de Newlands, 1886 ordenada en familias verticales. Debajo de cada símbolo aparece el peso atómico. Los inexactos están puestos entre paréntesis. Hay en esta tabla tan sólo 57 elementos.

(W.H. Taylor, "J.A.R. Newlands: A pioner in Atomic Numbers", J.Chem. Ed., September 1949)



Atomic weight curve constructed by Reynolds.

James Emerson Reynolds, Profesor de Química del Trinity College de la Universidad de Dublín, colocó los elementos de acuerdo con su valencia y peso atómico en una curva.



Gráfica de pesos atómicos construída por Haughton.

Haughton afirmó en 1888 que se deberían tener en cuenta cinco nuevos elementos de peso atómico pequeño. Era de la opinión - que los elementos: C, N, O, Mg y Si deberían colocarse en una línea recta.

En su modelo, los puntos de intersección de la curva con cada una de las líneas señalan elementos de la misma valencia.

El Sistema Periódico del New Scientist incluye hasta el elemento 107 y ha incorporado los nombres establecidos por la I.U.P.A.C. (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada) para romper la polémica entre rusos y americanos en la nomenclatura de los elementos químicos. Los rusos llamaron al elemento 104 Kurchatovio (en recuerdo de Igor Kurchatov), y los americanos lo denominaron Rutherfordio (en memoria de Lord Rutherford).

Los nombres establecidos por la I.U.P.A.C., derivan del número atómico, siguiendo la clave siguiente:

0 = nil
1 = un
2 = bi
3 = tri
4 = quad
5 = pent
6 = hex
7 = sept
8 = oct
9 = enn

seguido de la terminación "ium". Así, por ejemplo el elemento de número de orden en la Tabla 104 se nombrará como sigue:

1	0	4	+ ium
un	nil	quad	

o sea: 104 o unnilquadium

La Tabla de New Scientist (aquí muy reducida de tamaño) es muy clara y da muy buena información didáctica, que comprende: estado en que se ha hallado un elemento; modo de llenar la configuración electrónica y nomenclatura.

(John Emsley, "Mendelejev's dream Table" en New Scientist, 7 March 1985.
La Tabla Periódica se puede solicitar a : New Scientist, Post Haste Direc Mail, Unit 3, Roslin Square, Roslin Road, London W 3 8 B W. Precio 3 libras).

Dep. legal M-5863 - 1987

newscientist

PERIODIC TABLE OF THE CHEMICAL ELEMENTS

Compiled by John Emsley and illustrated by David Parker

Quantum Numbers and the Periodic Table

ATOMS is identified by its atomic number Z, which is the number of positively charged protons in its nucleus. In turn, these determine the number of negatively charged electrons that surround the nucleus to make up the neutral atom. Electrons can be imagined as waves that occupy regions of space called orbitals, centred on the nucleus. Each electron has a definite energy, and we speak of electrons occupying different energy levels around the nucleus. We define these electron energies in terms of quantum numbers.

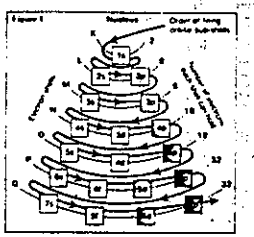
The principal quantum number n has values 1, 2, 3, etc corresponding to electron energy levels, starting from the state of lowest energy, which is the one nearest the nucleus. Each of these energy levels has a sub-levels. These are labelled according to the second or orbital quantum number l. Thus for n = 1 there is only one sub-level, for which l = 0; for n = 2 there are two sub-levels, one with l = 0, the other with l = 1; for n = 3 there are three sub-levels, l = 0, 1, 2; and for n = 4 we have four sub-levels, 0, 1, 2 and 3. (l must always be less than n).

Rather than use numerical values for l, chemists and physicists have retained the alphabetical symbols that spectroscopists used before the introduction of quantum mechanics

value of l	= 0	1	2	3
letter symbol	= s	p	d	f

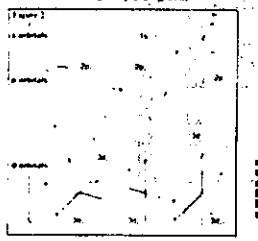
Thus we speak of the innermost orbital being the 1s orbital rather than 1.0; the next being 2s and 2p rather than 2.0 and 2.1.

The first two quantum numbers give us the rows and blocks of the periodic table. As we go along the elements, we see that electrons fill the atomic orbitals in the order 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p and so on. How can we explain this order?



This arrangement of energy levels is determined by the value of n + l; where this can be made up in several ways, then the combination with the lowest n comes first. Thus if n + l = 4 we can have either 0 + 0 (4s) or 3 + 1 (3p) and so the 3p shell is filled first. Similarly, when n + l = 5 we can have 3 + 2 (3d), 4 + 1 (4p), or 5 + 0 (5s) and so 3d is filled because here n is lowest. This sequence of filling electron shells (called the aufbau principle) explains the overall shape of the periodic table (Figure 1).

The quantum number l also determines the shapes of the electron orbitals. So s orbitals are spherical; p orbitals are dumbbells; d and f orbitals are like clusters of balloons. The number of orbitals at any energy level is determined by a third quantum number called the magnetic quantum number m, and for s, p, d and f levels there are 1, 3, 5 and 7 orbitals respectively as shown (Figure 2). (The f orbitals are too complicated to show on a simple diagram.)



One orbital can have at most two electrons, which is why we have only two groups in the s block. The five p orbitals can accommodate six electrons, and so we have six groups in the p-block (numbered 13-18). The five d orbitals can take ten electrons, and the seven f orbitals produce the 14 elements of the lanthanide and actinide series.

Why a separate f block? If we arranged the elements entirely according to orbital occupancy then H would come above Li and He above Be. But helium is clearly a noble gas and must go above neon in the table. The position of hydrogen is less easy to decide. It has certain aspects which are usual of group 1 of an s-block element, yet it is not a metal. Passing it next to helium and above fluorine implies a chemical similarity to the halogens of group 17, yet it clearly is not a halogen (although it has chemical bonding features in common with them). Clearly, H and He are rather special and deserve a block to themselves in the non-metal part of the table.

The versatility of carbon

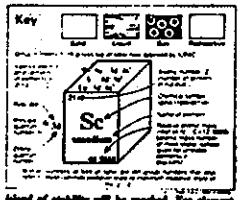
CARBON is unique. Organic chemistry, the study of its compounds, makes up the bulk of chemical knowledge. In its lowest energy state, carbon has a filled K-shell of two electrons, written $1s^2$, and a half-filled L-shell of four electrons which, in their lowest energy state (ground state), consists of two electrons in the 2s orbital and one each in two different p orbitals. Thus, the ground state electronic configuration of carbon is $1s^2\ 2s^2\ 2p^1\ 2p^1$. The $1s^2$ pair take no part in chemical bonding. The remaining electrons can bond to four other atoms but these four chemical bonds are arranged tetrahedrally; not at all like the s and p orbitals around the isolated atom. One way of achieving these bonds is to scramble 2s and three 2p orbitals mathematically to produce four mixed or hybrid orbitals with tetrahedral symmetry.

By this and other "hybridisations" it is possible to produce various combinations of atomic orbitals around a carbon atom. These have been used to explain carbon's many kinds of chemical bonding. However, "hybridisation" of atomic orbitals is not the best way of explaining chemical bonding in molecules. Molecules have their own molecular orbitals which are related only indirectly to the orbitals of the atoms of which they are composed.

The final element

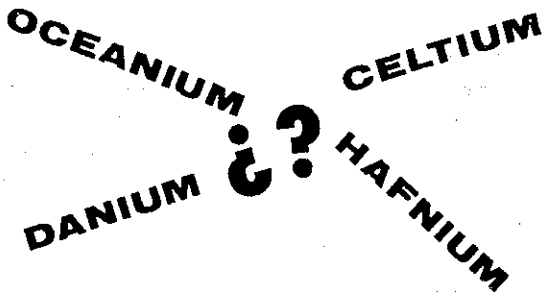
THE 6d row of elements has names suggested by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). This was done as a way of resolving the controversy surrounding their discoveries. Element 104 was first reported by Soviet scientists in 1964 and called kurchatovium (Ku) after a Russian nuclear physicist. The Americans doubted this discovery and when they announced its production in 1969 they named it rutherfordium (Rf) after Lord Rutherford, the New Zealand physicist. Similar claims for element 105 were made by the Russians in 1967 and the Americans in 1970.

The IUPAC name of unnilquadium is simply spelling 104 in a word code (un = 1, nil = 0 quad = 4) with the ending -ium to show it is metallic. Although rather clumsy, this has a certain logic and from the names of all future discoveries, for the actinide (5f) series and beyond, nuclei become less and less stable. But there are predictions that toward the end of the 6d row and in the 7p row the trend will be reversed and an island of stability will be reached. For element 114 or unnoctium (Uno), especially, there should be isotopes with half-lives of years, and the atoms may be free of electronic energy. So far 107 is the highest to be reported, and we may never reach the island of stability.



BORN at Tobolsk in Siberia, Mendeleyev trained and worked as a chemistry teacher and then entered university. At 25 he got a government grant to study abroad and spent two years at Heidelberg, from 1859-61. In September of 1860 he attended the Karlsruhe conference at which Stanislao Cannizzaro, the Italian chemist, circulated copies of his table of atomic weights. Mendeleyev used these to produce his periodic table in 1869, when he was Professor of General Chemistry at the University of St Petersburg (now Leningrad). Although other chemists had put forward systematic and periodic arrangements of elements before this, it was Mendeleyev's genius that enabled him to see that his table of elements was incomplete. He left gaps and predicted the properties of the missing elements. When these were later discovered and found to be as he had predicted, there could be no doubt that he had uncovered a fundamental pattern of matter. Yet it was to be another 50 years before the explanation for the periodic table was revealed. That had to wait for the discovery of the electron and the realisation that this was the key to chemical bonding.

Dimitri Ivanovich Mendeleyev
7 February 1834 to 2 February 1907



SOBRE EL DESCUBRIMIENTO DEL ELEMENTO 72

La historia fascinante del descubrimiento del Hafnio, elemento número 72 del Sistema Periódico, ha sido objeto de estudios detallados por parte de los historiadores de la Química Moderna.

La primera luz sobre el tema la arrojó Bohr al final de su discurso con motivo del Premio Nóbel ante la Academia Sueca de las Ciencias, el 11 de noviembre de 1922. Anunció que George de Hevesy y Dirk Coster, en Copenhage, acababan de triunfar con el descubrimiento de elemento 72. La noticia llegó lejos, desencadenando una de las más largas y fuertes controversias de la ciencia moderna, implicando a científicos de Dinamarca, Francia e Inglaterra.

El Celtium

El anuncio de Bohr se convirtió en el principal tema de conversación entre los ganadores del premio y los científicos escandinavos reunidos en Estocolmo, ya que éstos sabían que el químico francés Georges Urbain, hacia mucho tiempo que había pedido el derecho de descubrimiento de ese elemento y que, sólo seis meses antes, había publicado otra prueba con Alexandre Dauvillier, sobre la existencia de un nuevo elemento llamado "Celtium", en honor a Francia. Urbain había seguido la pista a este elemento desde que concluyó los trabajos que desembocaron en el descubrimiento del Yterbio y del Lutecio.

El Hafnium

A su vuelta de Gottingen en junio de 1922 donde Bohr había dado una serie de conferencias, se encontró un trabajo de Rutherford publicado en la revista Nature, donde se daba cuenta del descubrimiento del Celtium. Los resultados contradecían la teoría de Bohr, que pensaba que el elemento 72 no debía ser una tierra rara, sino un elemento de propiedades químicas muy semejantes al Circonio. (Esta misma intuición la había tenido Mendeleev en su tabla periódica originaria).

Dep. Legal M-5863 - 1987

La teoría de la estructura atómica de Bohr presuponía que, la orbita electrónica correspondiente a las tierras raras, se debía completar en el elemento 71, de modo que el 72 debería tener 4 electrones de valencia en lugar de 3, lo que haría sus propiedades semejantes a las del Circonio.

El problema lo esclarecieron los químicos Coster y Hevesy a partir de la aplicación de las por entonces nacientes técnicas de Espectrometría de Rayos X sobre minerales noruegos enriquecidos en Circonio. Con los resultados en la mano, Hevesy tomó un tren precipitadamente para hacérselos llegar a Bohr antes de su lección en Estocolmo con motivo del premio Nóbel.

El problema más difícil que surgió con el nuevo elemento fue el asociado con su nombre. El holandés Dir Coster se inclinaba por "Hafnium" (versión latina de Copenhague), mientras que George de Hevesy, Bohr y otros, daneses de nacimiento, preferían darle el de Danium. La decisión recayó sobre este último de modo que Hevesy mandó una nota a la revista inglesa Nature pidiendo que sustituyeran el nombre de Hafnium (con el que había enviado su trabajo) por el de Danium. Por razones desconocidas, el impresor no llegó a hacer las correcciones, de manera que en Nature siguió figurando el de Hafnium, mientras que en Copenhage los científicos estaban lanzando a la prensa una nota sobre el descubrimiento del Celtium. Reinó la confusión entre los que leían las recientes comunicaciones científicas hasta tal punto que el editor de una importante revista química, escribía a los autores pidiéndoles detalles sobre su trabajo. Se expresaba en estos términos: !!! habiendo leído en los periódicos ingleses que han descubierto Vds. dos nuevos elementos, llamados "hafnium" y "danium"...!!!

Entre los numerosos trabajos que trataban de establecer la prioridad correcta para el nuevo elemento, Hevesy había conseguido determinar las propiedades del hafnium. Con Coster, realizó las medidas del espectro de rayos X y determinó el contenido de hafnium en docenas de minerales que poseían zirconium y, en colaboración con V. Thal-Jantzen, también consiguió obtener, en un complicado proceso de cristalización fraccionada, algunos gramos de hafnium muy puro y la primera muestra pura de zirconium, permitiendo así medir con exactitud los pesos atómicos de los dos.

A pesar de que los esfuerzos porque se reconociese el Celtium como el nombre propio del elemento 72 continuaron durante los años 20, fuera de Francia era unánime la aceptación del Hafnium por la comunidad científica en 1925. Al comentar sobre un largo artículo de Hevesy sobre las propiedades del hafnium, el editor de CHEMISTRY AND INDUSTRY aprovechó la oportunidad para invertir su posición anterior fuertemente pro-celtium: "Si en esta revista hemos sido cautelosos en admitir las reclamaciones de los señores Coster y Hevesy, podemos dar alguna justificación de esa cautela siguiendo la historia de la química; el trabajo de Hevesy nos muestra que el mantener nuestra posición de hace dos años ya no sería cautela sino algo más". Aún cuando la controversia sobre el elemento 72 acabó, sus secuelas estropearon las relaciones personales entre los hombres de los lados opuestos durante muchos años. En Francia, la reclamación del celtium no perdió nunca su credibilidad en algunos ambientes. En 1962, una enciclopedia francesa de autoridad decía: "El Hafnium es un elemento químico con nº atómico 72 y "El P. at. del Hf o Ct es 178'6. Fue descubierto por G. Urbain y aislado por

El Oceanium

La más curiosa reacción frente al descubrimiento anunciado, vino de un rival en Londres. El químico Alexander Scott, Jefe del Museo Británico, había analizado, en 1915, muestras de arena negra de Nueva Zelanda y encontró, junto con óxidos de Titanio y Hierro, una "sustancia desconocida" que él había designado con el nombre de "nuevo óxido". Al oír la noticia de Copenhague supuso que su "sustancia desconocida" debía ser el óxido del nuevo elemento y que a él le correspondía la prioridad en el descubrimiento del Hafnium, reclamación que se publicó en The Times en estos términos:

"La Ciencia es, y debe serlo, sin duda, internacional, pero es muy grato el que este logro químico, el más importante desde que Sir Willian Ramsay aisló el Helium en 1895, haya sido obra de un químico británico en un laboratorio de Londres".

Rutherford envió una copia de ese editorial a Bohr con este comentario:

"No debemos prestar atención a tales palabras irresponsables", y comentó después que "las cosas van estupendamente sobre el nuevo elemento y espero verte a tí y a los tuyos con el justo premio".

Scott propuso un tercer nombre, "Oceanium", en honor a su región de procedencia. En mayo de 1982 Scott retiró su reclamación pues, el análisis de manos de expertos de su óxido de color canela, dió como resultado tan sólo la presencia de óxidos de hierro, aluminio y titanio, sin trazas de ningún elemento nuevo.

Aunque el descubrimiento del elemento 72 llevó a una larga y agria controversia, no hay duda de la inmediata utilidad del nuevo elemento. La relativa abundancia del hafnium en la naturaleza hizo posible el que Coster y Hevesy y otros fuesen pioneros en variedad de aplicaciones técnicas. De ese modo, el descubrimiento y estudio del nuevo elemento cubre un amplio campo de la ciencia, extendiéndose desde la teoría atómica fundamental al campo de la tecnología industrial.

Texto traducido y adaptado del artículo de H. Kragh y P. Robertson en el Journal of Chemical Education, Vol. 56, 7 jul.,1979. 456-458.

Dep. Legal M-5863 - 1987

ELEMENTOS CON NOMBRES DE LUGARES

ELEMENTO	ORIGEN
AMERICUM	LAS AMERICAS
BERKELIUM	BERKELEY, CALIFORNIA
CALIFORNIUM	CALIFORNIA
COPPER	L. CYPRUS, DE LA ISLA DE CYPRUS
ERBIUM	YTTERBY, CIUDAD DE SUECIA
EUROPIUM	EUROPA
FRANCIUM	FRANCIA
GALLIUM	L. GALLIA, FRANCIA
GERMANIUM	GERMANY
HAFNIUM	L. HAFNIA, COPENHAGE
HOLMIUM	L. HOLMIA, ESTOCOLMO
LUTETIUM	LUTETIA, ANTIGUO NOMBRE DE PARIS

(D.W. BALL, J. CHEM. ED. 9, 1985)

Dep. Legal M-5863 - 1987

ELEMENTOS CON NOMBRES DE CUERPOS CELESTES

ELEMENTOS	ORIGEN
CERIUM	ASTEROIDE CERES
HELIUM	GR. HELIOS, EL SOL
MERCURY	PLANETA MERCURIO
NEPTUNIUM	PLANETA NEPTUNO
PALLADIUM	ASTEROIDE PALLAS
PHOSPHORUS	GR. PHOSPHOROS, LUZ DIRIGIDA; NOMBRE DADO AL PLANETA VENUS CUANDO APARECE COMO ESTRELLA DE LA MAÑANA
PLUTONIUM	PLANETA PLUTON
SELENIUM	GR. SELENE, LUNA
TELLURIUM	L. TELLUS. LA TIERRA
URANIUM	PLANETA URANIO

(D.W. BALL, J. CHEM. ED., 9, 1985)

Dep. Legal M-5863 - 1987

ELEMENTOS CON NOMBRES DE PERSONAJES (REALES O MITICOS)

ELEMENTOS	ORIGEN
CURIUM	PIERRE Y MARIE CURIE, DESCUBRIDORES DE LA RADIOACTIVIDAD
EINSTENIUM	ALBERT EINSTEIN, FORMULADOR DE LA TEORIA DE LA RELATIVIDAD
FERMIUM	ENRICO FERMI, DESCUBRIDOR DE LAS REACCIONES NUCLEARES.
GADOLINIUM	JOHANN GADOLIN, QUIMICO DESCUBRIDOR DEL YTRIUM
LAWRENCIUM	ERNEST O. LAWRENCE, INVENTOR DEL CICLOTRON
MENDELEVIUM	DMITRI MENDELEEV, CLASIFICADOR DE LOS ELEMENTOS EN SU TABLA PERIODICA
NIOBIUM	NIOBE, HIJA MALA Y BLASFEMA DE TANTALOS
PROMETHIUM	PROMETHEUS, DIOS GRIEGO QUE LE DIO A LA HUMANIDAD EL FUEGO
TANTALUM	TANTALOS, MITICA FIGURA GRIEGA CONDENADA A UN DESTINO INALCANZABLE EN EL HADES
THORIUM	THOR, DIOS NORUEGO DE LA TORMENTA
TITANIUM	LOS TITANES, DIOSES GRIEGOS
VANADIUM	VANADIS, "MUJER SABIA" EN LA MITOLOGIA ESCANDINAVA

(D.W. BALL, J. CHEM. ED., 9, 1985)

ELEMENTOS ESENCIALES PARA LA VIDA

ELEMENTO	FUNCION
• METALES	
SODIO	- TRANSPORTE DE MATERIA Y EQUILIBRIO OSMOTICO
POTASIO	- FORMACION DE ESTRUCTURAS E INICIO DE REACCIONES
MAGNESIO	
CALCIO	
• METALES DE TRANSICION	
MANGANESO	
HIERRO	- CATALISIS Y ESTRUCTURAS ENZIMATICAS
COBALTO	
COBRE	
CINC	
MOLIBDENO	
• NO-METALES	
HIDROGENO	
CARBONO	- COMPONENTES ESTRUCTURALES
NITROGENO	
OXIGENO	
FOSFORO	- CICLOS DE ENERGIA
AZUFRE	ANIONES
CLORO	- HORMONAS
YODO	

(DAVID R. WILLIAMS, ED. IN CHEMISTRY, 1973)

i.e.p.s.

instituto de estudios
pedagógicos somosaguas

Vizconde de Matamala 3, 1°
28028 MADRID