



León GARZON RUIPEREZ es licenciado en Ciencias Físicas-Químicas, con premio extraordinario. Doctor en Ciencias Químicas, catedrático de Energía Nuclear de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de la Universidad de Oviedo. Medalla de Física de la Real Sociedad Española de Física y Química (1977). Es autor de unos 100 trabajos de investigación.

LA ESTRUCTURA DE LA LEY

NUEVOS ASPECTOS DE LA LEY PERIODICA

L. GARZON

INTRODUCCION

El significado de la llamada Ley Periódica se pone de manifiesto observando los diagramas de Lothar Meyer, en los que, como es sabido, se representan los valores de las propiedades, P , de los elementos químicos frente al número atómico, Z . El hábito de las sucesivas "ondas" es, *grosso modo*, semejante al de una parábola, cuya concavidad, positiva o negativa, depende de la propiedad representada. Así por ejemplo, los diagramas V_a, Z y d, Z (V_a , volumen atómico; d , densidad) muestran concavidades contrarias. La contemplación de las citadas ondas sugiere la posible existencia de funciones que permitan correlacionar adecuadamente las parejas de valores P, Z .

A pesar del tiempo transcurrido desde que se hizo evidente la periodicidad de carácter cualitativo, no se ha otorgado ninguna atención a su estudio empírico y cuantitativo.

Inicialmente, nuestro objetivo se centraba en la obtención de las funciones que permitieran correlacionar, lo mejor posible, los valores de las propiedades físicas de los elementos químicos con Z . Al avanzar en nuestro estudio enseguida se hizo evidente la existencia de regularidades insospechadas. El estudio y alcance de estas regularidades es el objeto de este primer trabajo. Dejaremos para trabajos posteriores otras cuestiones, entre ellas la de las aplicaciones.

LAS FUNCIONES DE CORRELACION

Hemos ensayado cinco clases de funciones sencillas: lineal, cuadrática (con tres parámetros A , B y C), exponencial, logarítmica y potencial. En todos los casos hemos elegido la que posee el mayor valor del coeficiente de correlación, r^2 . Dichas funciones se han obtenido tanto para los grupos como para los períodos, habiéndose estudiado 11 propiedades: punto de fusión, T_f ; de ebullición, T_e ; calor de fusión, ΔH_f ; de vaporización, ΔH_v ; densidad, d ; volumen atómico, V_a ; energía de ionización, E_i ; radio atómico, RA ; covalente, RC ; electronegatividad, EN , y energía de enlace, EE . Además de estas propiedades hemos ensayado el radio iónico, calor específico y las conductividades eléctrica y calorífica. Dado que los valores r^2 para estas cuatro propiedades son, en general, significativamente inferiores a los de las citadas en primer lugar, no las hemos incluido en este trabajo. Los valores de P se han obtenido de diversas fuentes (1, 2, 3). La extensión de nuestro estudio a las propiedades de los compuestos será abordada probablemente en trabajos posteriores.

Para los períodos completos la mejor función es, con diferencia sobre las demás, la cuadrática. Los períodos 2º y 3º precisan para el ajuste dos funciones cuadráticas, por lo que no se consideran en este estudio.

Los coeficientes r^2 para los períodos completos, y con sólo una excepción son bajos, siendo el rango 0.22-0.89 y el valor medio 0.64. La excepción mencionada se refiere a la d para el 4º período ($r^2 = 0.9307$).

Con objeto de mejorar el valor de r^2 hemos dividido cada período en clases "naturales". Así, para los períodos 4º y 5º hemos considerado separadamente los 10 elementos de transición (ET) (bloque d) y los ocho elementos restantes, incluidos los del grupo cero (ER) (bloques s y p). Para el 6º período existe una clase más, la de los lantánidos (EL) (bloque f); finalmente, para el 7º período hemos estudiado la única serie que por ahora cabe considerar: la de los actínidos, (EA)*. De acuerdo con esta clasificación, en lo que sigue denominaremos, en general, subperíodos, SP, a las clases que constituyen un período y denotaremos con un índice entre paréntesis el rango de cada período. Así, por ejemplo, ET(6) representa la tercera serie de transición. Con esta división los valores de r^2 mejoran extraordinariamente: el rango es 0.80-0.9990 y el valor medio 0.9200. En alguna ocasión en el curso de la obtención de la función cuadrática, hemos constatado que el valor de r^2 mejora extraordinariamente cuando se prescinde de aquel elemento cuyo punto figurativo se aparta claramente de la correspondiente curva de ajuste. Son pocos los casos en que hemos tenido que aplicar este criterio. Entre ellos mencionaremos, como más representativos, los de Mn y Ga para los ET(4) y ER(4) respectivamente. A este respecto merece mención especial el comportamiento de los EL. En efecto, para este SP sucede, con mucha frecuencia, que la función cuadrática, que es la que mejor se ajusta a los valores experimentales, posee un valor de r^2 bajo, del orden de 0.5; en la representación gráfica correspondiente destacan dos (y excepcionalmente tres) puntos claramente discrepantes que casi invariablemente corresponden al Eu y al Yb. Al prescindir de ellos el nuevo valor de r^2 resulta muy próximo a la unidad. Existen, no obstante, algunas propiedades que, a pesar de las eliminaciones mencionadas, dan valores de r^2 inferiores a 0.9. Si se prescinde de algún o algunos puntos más, dicho valor mejora, pero con ello sacrificamos la información.

En todos los casos, la variación de los valores de las propiedades para los elementos de este SP es mucho más suave que para el resto de los que pertenecen al mismo período. Finalmente, añadiremos que el valor de r^2 para la

función cuadrática, siendo el más elevado, difiere poco del de la lineal.

REGULARIDADES

Considérese la función:

$$P = A + BZ + CZ^2, \quad [1]$$

en la cual el intervalo de variación de Z corresponde al SP que se estudia. Con la excepción de los EL, a los que haremos de referirnos más adelante, las únicas combinaciones de signos que hemos encontrado para A, B y C son las siguientes: + - + (a) y - + - (b). Para la combinación a la concavidad es positiva, negativa para la b. La posición del extremo (máximo o mínimo) viene dada por la expresión: $Z_{ex} = -B/2C$.

Con respecto al signo de concavidad las propiedades estudiadas se pueden clasificar en los dos siguientes grupos:

a) Va RA RC EI

b) Tf Te d ΔHf ΔHv EE

La EN representará la combinación a o b dependiendo del SP que se estudie. Para los EL aparecen además las combinaciones -++ , +-- y +-+ para la d, Va y RA respectivamente. Las demás propiedades, excepto el ΔHv ($r^2 = 0.73$) poseen signos correspondientes a las combinaciones a o b.

Considérese un determinado SP y sea P una propiedad cualquiera que presente, por ejemplo, la combinación a.

TABLA I

CUARTO PERIODO

VALORES DE m Y n PARA LOS SP Y PROPIEDADES QUE SE INDICAN

Propiedad	ER		ET	
	m	n × 1000	m	n × 1000
Tf	0.082	1.56	0.091	1.87
Te	0.086	1.64	0.091	2.01
ΔHf	0.081	1.48	0.099	2.09
ΔHv	0.086	1.62	-	-
d	0.080	1.41	0.079	1.45
Va	0.069	1.22	0.073	1.37
EI	0.076	1.58	0.054	1.40
RA	0.053 *	0.87 *	0.070	1.33
RC	0.038 *	0.49 *	0.064	1.20
EN	0.079	1.62	0.090	1.69
EE	0.083	1.52	0.089	1.83
Valor medio	0.080	1.52	0.080	1.62
σ	0.005	0.12	0.014	0.30

TABLA II

QUINTO PERIODO

VALORES DE m Y n PARA LOS SP Y PROPIEDADES QUE SE INDICAN

Propiedad	ER		ET	
	m	n × 10000	m	n × 10000
Tf	-	-	0.048	5.60
Te	0.047	5.22	0.048	5.54
ΔHf	0.046	5.02	0.047	5.51
ΔHv	0.046	5.20	0.048	5.64
d	0.045	4.90	0.046	5.16
Va	0.043	4.65	0.045	5.06
EI	0.046	5.44	0.044	5.84
RA	0.035 *	3.43 *	0.043	4.90
RC	0.029 *	2.51 *	0.044	4.94
EN	0.040	4.10	0.046	5.20
EE	0.046	5.08	0.048	5.62
Valor medio	0.045	4.95	0.046	5.36
σ	0.002	0.39	0.002	0.30

* Las características que presenta esta serie, que consideramos de gran interés, serán estudiadas en otro trabajo.

TABLA III

SEXTO PERIODO

VALORES DE m Y n PARA LOS SP
Y PROPIEDADES QUE SE INDICAN

Propiedad	ER		ET	
	m	$n \times 10000$	m	$n \times 10000$
Tf	0.027	1.80	0.029	1.75
Te	0.027	1.81	0.029	2.27
ΔH_f	0.027	1.79	0.027	1.79
ΔH_v	0.027	1.83	0.030	2.42
d	0.026	1.73	0.030	3.74
Va	0.026	1.73	0.0034 *	0.38 *
EI	0.025	1.55	0.032	2.55
RA	0.026	1.70	0.120 *	0.75 *
RC	0.026	1.71	0.014 *	0.92 *
EN	0.026	1.67	—	—
EE	0.027	1.80	—	—
Valor medio	0.0263	1.74	0.029	2.42
σ	0.006	0.08	0.015	0.66

TABLA IV

SEPTIMO PERIODO

VALORES DE m Y n PARA LOS ACTINIDOS
Y PROPIEDADES QUE SE INDICAN

Propiedad	EA	
	m	$n \times 10000$
Tf	0.021	1.44 *
Te	0.022	1.20
d	0.021	1.16
Va	0.022	1.18
Ce	0.021	1.16
RA	0.022	1.16
EE	0.022	1.23
Valor medio	0.0216	1.18
σ	0.0005	0.02

TABLA V

VALORES DE m , n , $m^2/4$ y σ PARA LOS SP QUE SE INDICAN

SP	m	n	m	$n \times 10.000$	$m^2/4$
ER (4)	9	9	0.080 $\pm$ 0.005	15.2 $\pm$ 1.2	16.0 $\pm$ 2
ER (5)	8	8	0.045 $\pm$ 0.002	4.95 $\pm$ 0.4	5.06 $\pm$ 0.4
ER (6)	7	7	0.030 $\pm$ 0.001	2.21 $\pm$ 0.2	2.25 $\pm$ 0.14
ET (4)	10	10	0.080 $\pm$ 0.014	16.2 $\pm$ 3	16.0 $\pm$ 5.6
ET (5)	11	11	0.046 $\pm$ 0.002	5.36 $\pm$ 0.3	5.29 $\pm$ 0.46
ET (6)	11	11	0.026 $\pm$ 0.0006	1.74 $\pm$ 0.08	1.73 $\pm$ 0.08
EL	6	8	0.030 $\pm$ 0.002	2.44 $\pm$ 0.8	2.25 $\pm$ 0.05
EA	7	6	0.0216 $\pm$ 0.005	1.18 $\pm$ 0.02	1.17 $\pm$ 0.05

Debe entenderse que lo que se diga para dicha combinación es aplicable *mutatis mutandi* a la b. De acuerdo con lo anterior se podrá escribir:

$$P = A (1 - mZ + nZ^2), \quad [2]$$

siendo $m = B/A$ y $n = C/A$.

El resultado más notable que hemos obtenido es que tanto los valores de m como los de n concuerdan razonablemente bien para cada SP y todas las propiedades.

En las Tablas I-IV se muestran los resultados, habiéndose señalado con un asterisco los valores que, por ser moderadamente discrepantes, han sido rechazados en el cálculo de los valores medios. El hecho de que en las mencionadas tablas no figuren algunos valores de m y/o n obedece a que la correlación no es aceptable y/o no se pudo obtener por la escasez de datos. Un resumen de los valores medios y desviaciones típicas, junto con el número de propiedades utilizadas, se muestra en la Tabla V.

Los valores de m y n no son independientes. En efecto, se puede comprobar que la relación:

$$n = m^2/4 \quad [3]$$

se satisface bastante bien, como indican los valores de la sexta columna de la mencionada tabla.

CONSECUENCIAS

Son varias e importantes las consecuencias que se deducen de la expresión [2] y de la constancia de m y n para cada SP. Vamos a considerarlas sucesivamente.

1. **La estructura de la Ley periódica.** Apliquemos dicha expresión [2] a un SP cualquiera y por ejemplo a las propiedades, k , l . Teniendo en cuenta que, de acuerdo con lo anterior, es $m_k = m_l$, $n_k = n_l$, se tendrá:

$$P_k/P_l = A_k/A_l, \quad [4]$$

y, como A_l y A_k son constantes, resulta que la relación entre los valores de dos propiedades cualesquiera pertenecientes a una u otra de las combinaciones a o b, es prácticamente independiente de Z . Esto significa que en la representación P, Z las correspondientes curvas son prácticamente paralelas, siendo, por consiguiente, A_k/A_l un factor de escala. Como corolario, debe verificarse que la posición del extremo Z_{ex} , en este caso un mínimo, debe coincidir aproximadamente para todas las P , lo que, por otra parte, es una consecuencia del valor:

$$Z_{ex} = m/2n, \quad [5]$$

que se deduce al hacer en la expresión

[2] $P' = 0$. A partir de [3] y [5] se obtienen las expresiones:

$$\begin{aligned} m &= 2 Z_{\text{ex}}^{-1} \\ n &= Z_{\text{ex}}^{-2} \end{aligned} \quad [6]$$

En la tabla VI se muestran los valores de Z_{ex} calculados a partir de los valores medios de m y n (tomados de la Tabla V), junto con el valor de Z_c que corresponde al elemento que ocupa el lugar central del correspondiente SP y que se calcula mediante la expresión $Z_c = (Z_i + Z_f)/2$, siendo Z_i y Z_f los números atómicos de los elementos inicial y final de dicho SP. Se observa que la concordancia entre Z_{ex} y Z_c es bastante buena. Nótese que no se ha incluido el valor de Z_c para los EA, circunstancia que se justificará en otro trabajo.

Las expresiones [6] se pueden obtener directamente. Para ello hemos tomado, como ejemplo, los ET y EA. Los valores de m y n para estos SP, tomados de la Tabla VI, se muestran, para mayor claridad, en la Tabla VII.

Hemos ensayado las mismas funciones que para las P, habiéndose elegido la que posee el mayor valor de r^2 . Las expresiones obtenidas son:

$$\begin{aligned} m &= 2.004 Z_{\text{ex}}^{-1.002} \\ n &= 1.026 Z_{\text{ex}}^{-2.006} \end{aligned} \quad [7]$$

$$\begin{aligned} r^2 &= 0.9999 \\ r^2 &= 0.9999 \end{aligned}$$

Las cuales coinciden, prácticamente, con las [6].

Las expresiones [7] se pueden aproximar mediante las siguientes:

$$\begin{aligned} m Z_{\text{ex}} &= 2 \\ n Z_{\text{ex}}^2 &= 1 \end{aligned} \quad [8]$$

a partir de las cuales se deduce $n = m^2/4$, de acuerdo con [3].

Resumiendo lo anterior podemos definir una estructura de la ley periódica mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} P &= A(1 - mZ + nZ^2) \\ P &= A(-1 + mZ - nZ^2) \\ m &= 2 Z_{\text{ex}}^{-1} \\ n &= Z_{\text{ex}}^{-2} \\ Z_{\text{ex}} &= (Z_i + Z_f)/2 \end{aligned} \quad \circ$$

Como aplicación vamos a considerar el caso de los EA. Teniendo en cuenta que Z_{ex} es 92 y considerando como primer elemento el $A_c(Z = 89)$, el del final de la hipotética serie resulta igual a 95, que corresponde al elemento Am.

2. Un nuevo enunciado de la ley Periódica. Otra consecuencia se deduce al considerar la variación relativa V_r de cualquier propiedad. En efecto, a partir de la expresión [2] se deduce:

$$V_r = P'/P = (-m = 2mZ)/(1 - mZ + nZ^2), [9]$$

TABLA VI

VALORES DE Z_{ex} PARA LOS DIFERENTES SP

SP	m	n x 10.000	Z_{ex}	Z_c
ER (4)	0.080 ± 0.005	15.2 ± 1.2	26 ± 3.7	27.5
ET (4)	0.080 ± 0.014	16.2 ± 3	25 ± 9	25.5
ER (5)	0.045 ± 0.02	4.95 ± 0.39	45 ± 5.5	45.5
ET (5)	0.046 ± 0.0002	5.36 ± 0.30	43 ± 4	43.5
ER (6)	0.030 ± 0.001	2.21 ± 0.21	68 ± 9	70.5
ET (6)	0.0263 ± 0.0006	1.74 ± 0.08	76 ± 5	76
EA	0.0216 ± 0.0005	1.18 ± 0.02	92 ± 4	?

TABLA VII

VALORES DE Z_{ex} Y Z_c PARA LOS DIFERENTES ET Y EA

SP	m	n x 10000	Z_{ex}	Z_c
ET (4)	0.080 ± 0.005	16.2 ± 3	25 ± 9	25.5
ET (5)	0.046 ± 0.002	5.36 ± 0.30	43 ± 4	43.5
ET (6)	0.0263 ± 0.0006	1.74 ± 0.08	76 ± 5	76
EA	0.0216 ± 0.0005	1.18 ± 0.02	92 ± 4	?

TABLA VIII

RELACION ENTRE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES QUE SE INDICAN PARA EL SPET (5)

Z	Te/Tf	Tf/d	$\Delta H_f/T_f$	$\Delta H_v/Te$	d/ ΔH_v	$\Delta H_f/\Delta H_v$	Va/RA	RA/RC	Va/Ce	Va/EI
39	1.80	399	1.51	29.1	0.048	0.029	11.1	1.10	279	0.130
40	1.81	327	1.88	31.1	0.054	0.033	8.8	1.10	214	0.088
41	1.33	320	2.38	-	-	-	7.4	1.10	166	0.070
42	2.02	283	2.29	21.9	0.080	0.052	6.8	1.07	154	0.057
43	-	191	2.50	-	0.096	0.046	-	1.07	-	-
44	1.87	227	2.20	28.6	0.082	0.041	6.2	1.07	146	0.048
45	2.13	181	2.32	26.6	0.098	0.041	6.2	1.07	141	0.047
46	2.33	152	2.19	21.2	0.133	0.044	6.5	1.07	153	0.046
47	2.01	117*	2.19	24.4	0.173*	0.044	7.1	1.07	184	0.059
48	1.75	68*	2.45	23.0	0.362*	0.061	8.5	1.04	238	0.063
MED	1.89	231	2.19	25.7	0.084	0.043	7.6	1.08	186	0.060
6 (%)	14	32	12.8	13.3	36	21	21	1.6	26	23

TABLA IX

RELACION ENTRE LOS VALORES DE LAS PROPIEDADES QUE SE INDICAN PARA EL SPET (6)

Z	Te/Tf	Tf/d	$\Delta H_f/T_f$	$\Delta H_v/Te$	d/ ΔH_v	$\Delta H_f/\Delta H_v$	Va/RA	RA/RC	Va/Ce	Va/PI
72	2.27	190	2.08	27.3	0.085	0.034	8.14	1.16	388	0.107*
73	1.74	197	2.07	31.6	0.092	0.038	7.31	1.11	303	0.079
74	1.68	191	2.18	29.8	0.104	0.044	6.76	1.08	298	0.052
75	1.80	161	2.29	24.6	0.138	0.052	6.46	1.07	268	0.044
76	1.76	145	1.95	26.2	0.140	0.040	6.24	1.07	272	0.042
77	2.05	121	2.42	27.3	0.148	0.043	6.28	1.07	275	0.040
78	2.35	95	2.54	25.4	0.175	0.043	6.55	-	284	0.044
79	2.43	69*	2.27	25.2	0.236*	0.037	6.99	-	329	0.048
80	2.02	23*	1.80	22.1	0.978*	0.040	9.43	-	448*	0.061
MED	2.01	157	2.18	26.6	0.126	0.041	7.13	1.09	302	0.051
5 (%)	13.5	23	9.2	10	24	12	15	3	13	25

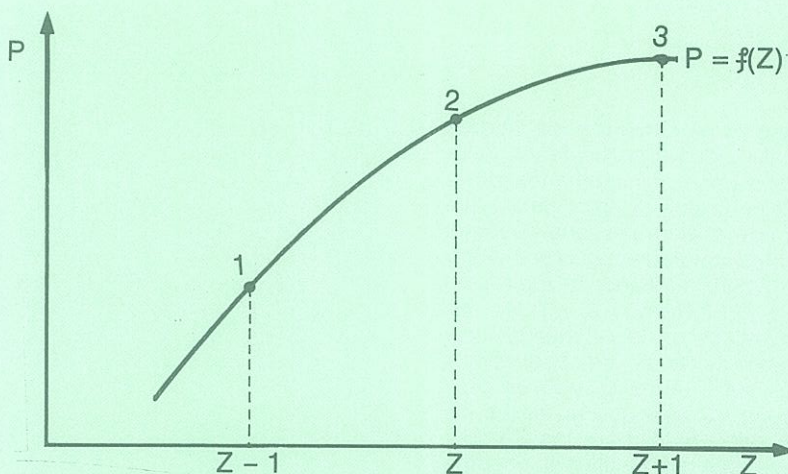
lo que significa que para cada SP (m y n prácticamente constantes) V_r es independiente de P , es decir, la misma para todas las P .

Al comparar las V_r para las combinaciones a y b y un mismo SP se obtiene: $V_r(a) = V_r(b)$, lo que, evidentemente, es un absurdo. La explicación es la siguiente: las expresiones $1 - mZ + nZ^2$ y $-1 + mZ - nZ^2$ son siempre positivas, lo que está en contradicción con el hecho de que una sea igual y de signo contrario a la otra. La razón reside en que los valores de m y n para cada una de ellas no son exactamente iguales.

El hecho de que V_r sea independiente de P permite establecer el siguiente nuevo enunciado de la Ley Periódica (al menos para las propiedades estudiadas):

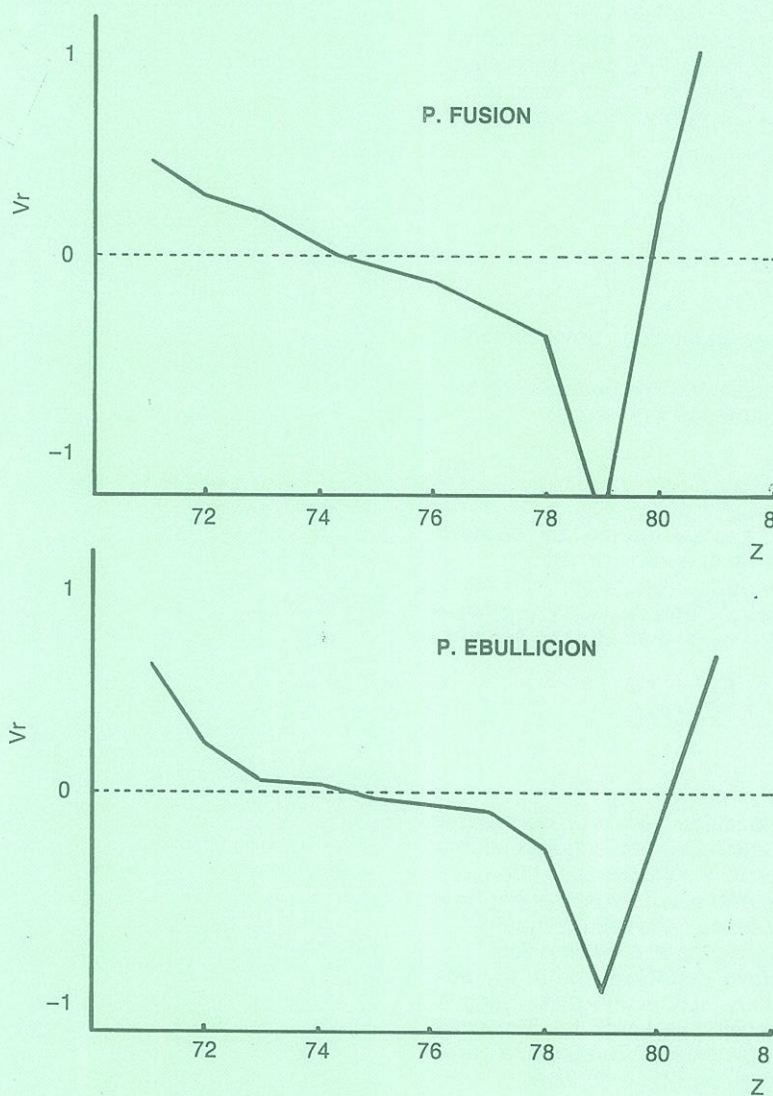
"La variación relativa de las propiedades de los elementos químicos con el número atómico es universal, es decir, la misma para todas las propiedades". Veamos seguidamente cuál es la traducción gráfica de este enunciado. En un diagrama de Lothar Meyer P , Z las diferentes propiedades, según dijimos, corresponden a dos familias paralelas de curvas, una para cada concavidad, considerando, en primer lugar, los períodos 4º y 5º se debe tener presente que existen dos parábolas para cada P , una para los ER, la otra para los ET. La primera corresponde a los dos primeros y seis últimos elementos de cada período; la segunda a los 10 valores restantes de Z .

Para el 6º período hay que considerar, además, la serie de los EL. Con respecto a la ET(6) hemos considerado los nueve elementos comprendidos entre el Hf ($Z = 72$) y el Hg ($Z = 80$), ambos inclusive. Ello se debe a que los valores de r^2 para la serie de estos nueve elementos son mucho mejores que los que se obtienen incluyendo el La ($Z = 57$), el cual, por otra parte, se halla muy distante del Hf. Se puede completar la ET(6) incluyendo como primer elemento de ella al Lu ($Z = 71$). Hemos comprobado que con esta inclusión el valor de r^2 para dicha ET(6) modificada, prácticamente no varía con respecto a la ET(6), por cuya razón y con objeto de conservar la integridad de la serie de los EL, hemos dejado la mencionada ET(6) con los nueve elementos citados. Quiere decirse, por tanto, que para este período existen tres parábolas. Ahora bien, mientras que para los ER(6) y ET(6) estas parábolas son prácticamente semejantes, no sucede lo mismo para la de los EL. La función cuadrática de éstos, según señalamos anteriormente, es de muy pequeña curvatura, con signos en sus coeficientes que en general no coinciden con ninguna de las agrupaciones a y b , y con



F I Ilustración para el cálculo de V

F II V_r para Tf y Te y ET(6)



extremos (máximos o mínimos) virtuales, es decir, situados fuera del intervalo de números atómicos correspondientes a dicho SP.

Pues bien, haciendo el cambio de eje $P \rightarrow V_r$ cada una de las familias a y b degeneran en sendas únicas curvas, con la salvedad de los EL que acabamos de mencionar.

COMPROBACIONES

Aunque, lógicamente, las diversas comprobaciones o test de las conclusiones obtenidas sean redundantes, puesto que suponen un *regresus*, no obstante hemos considerado conveniente proceder a realizarlas.

Estas permitirán contrastar, a posteriori, las conclusiones expuestas anteriormente. Tres son, en principio, los tipos

de pruebas a realizar. Considerando, en primer lugar, las expresiones [4] y teniendo en cuenta las condiciones en que han sido obtenidas, debe verificarse que los cocientes entre valores de propiedades de la misma concavidad deben mantenerse aproximadamente independientes de Z. A título de ejemplo, en las Tablas VIII y IX se consignan los resultados para las propiedades y subperíodos que se indican, habiéndose marcado con un asterisco los valores, que por ser discrepantes, se han rechazado en el cálculo de las medias y desviaciones típicas. Estas, en efecto, muestran que dichas expresiones [4] se satisfacen razonablemente bien. Señalaremos que entre los cocientes que figuran en las mencionadas tablas se hallan las entropías de fusión y ebullición (Regla de Trouton).

Se puede utilizar este hecho a efectos predictivos. En efecto, conociendo la función de una de las dos magnitudes que aparecen en las expresiones de ΔS , se puede calcular la de la otra. La comprobación de la expresión [9] es más difícil de verificar. Esta dificultad se debe a que la variable Z es discreta, mientras que la función P es continua, por lo que, en principio, no es correcto sustituir en cada punto (Z,P) de dicha función la derivada por el cociente $\Delta P/\Delta Z/P = \Delta P/P$. ($\Delta Z = 1$).

Con objeto de mejorar la aproximación hemos procedido a calcular la variación relativa según el algoritmo que describimos seguidamente. En la figura 1 hemos representado tres puntos sucesivos 1, 2, 3, para los cuales la propiedad considerada toma los valores P1, P2, P3, respectivamente. El algoritmo utilizado se basa en hallar la media aritmética de los valores V_r en los puntos medios de los intervalos a la izquierda y a la derecha del punto considerado. Una sencilla manipulación algebraica da el siguiente resultado:

$$V_r(2) = (P_2 - P_1) / (P_2 + P_1) + (P_3 - P_2) / (P_3 + P_2)$$

El inconveniente de este algoritmo es que no permite calcular los valores de V_r para los elementos inicial y final de SP que se considere. No obstante, se obtienen mejores resultados que con el método directo. A título de ejemplo, en las figuras 2 y 3 se muestran los resultados obtenidos para las propiedades que se indican, pudiéndose constatar que la mencionada expresión [4] se satisface razonablemente bien.

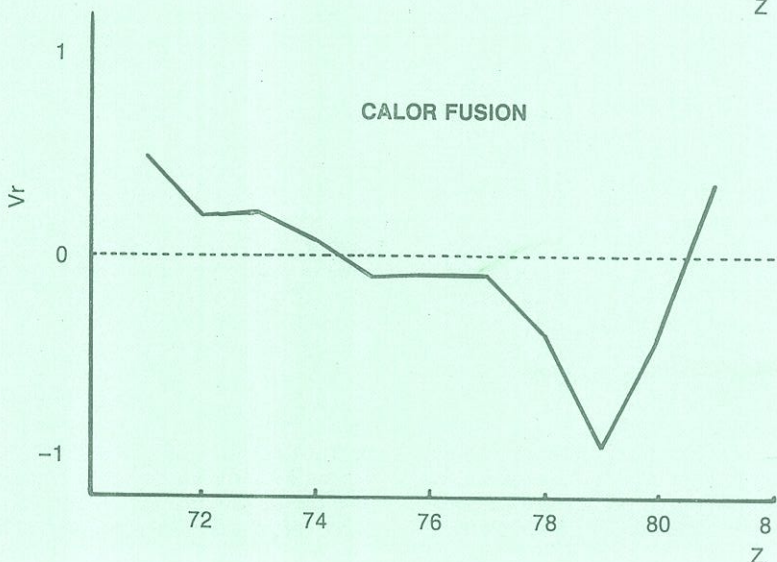
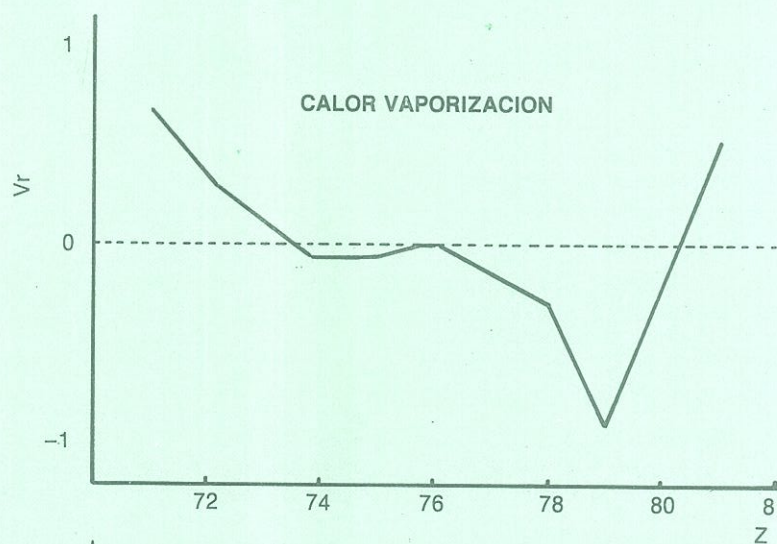
BIBLIOGRAFIA

- Handbook of Chemistry and Physics, 57th edition 1976-1977, CRC Press.
- Table of periodic properties of the elements, Sargent-Welch Scientific Company, Illinois.
- Seaborg, G. T.: *Les éléments transuraniens artificiels*, Dunod, París (1967).
- Puddephat, B. J. and Monaghan, P. K.: *The periodic table of the elements*, Second edition, Clarendon Press, Oxford (1986).

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a Sagrario Garzón Martín por haber dedicado muchos meses de trabajo a la obtención de las funciones de correlación. También a don Alfredo J. Quintana García por la ayuda prestada en la elaboración de los correspondientes programas de ordenador.

F III V_r para ΔH_f y ΔH_e y ET(6)



ACTIVIDADES DE LA SNE

LA JUNTA DIRECTIVA INFORMA

La Junta Directiva de la SNE ha tomado, recientemente, el siguiente acuerdo de interés general:

Copatrocinar la 19 European Conference on Laser Interaction with Matter que organiza el Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid el año próximo.

PRESENTACION DE LA XIII REUNION ANUAL A LA PRENSA

El 24 de septiembre, la Sociedad Nuclear Española convocó una Rueda de Prensa con el fin de presentar el programa de la XIII Reunión Anual a los medios de comunicación.

A esta reunión asistieron Isabel Aizpun, del diario YA; María José Alegre, de COLPISA; Juan Carcicedo, de TIEMPO; Jesús Fernández Briceño, de EPOCA; José García Méndez, de ABC; Ricardo Gómez, de EXPANSION; Julián González, de MERCADO; Tania Juanez, de DIARIO 16; Miguel Angel Noceda, de CINCO DIAS; Carlos Salas, de ACTUALIDAD ECONOMICA; Gonzalo Sansegundo, de CAMBIO 16; Carlos Serrano, de EUROPA PRESS, y Pedro Vega, de la Agencia EFE. Se encontraban presentes, por la SNE, su Presidente, José María Martínez-Val; su Secretario General, Rafael Delgado, y miembros del Comité Organizador de la XIII Reunión Anual, entre ellos su Presidente, Javier Lobato.

En su introducción, José María Martínez-Val resaltó la madurez alcanzada por la energía nuclear en España, una madurez que se puede medir en cifras: durante 1986, el factor de utilización de las centrales nucleares españolas alcanzó el 75 % y el factor de disponibilidad llegó al 85 %, esperándose mejorar esos resultados durante 1987. Además la participación de la energía nuclear en la producción eléctrica ha alcanzado el 29,1 % en 1986, con una previsión del 36 % para este año y del 40 % en el próximo. Por otra parte, y en palabras del presidente de la SNE, «si el sector nuclear español está satisfecho de la explotación de las Centrales Nucleares, no lo está menos de la construcción».

Este éxito del desarrollo de la energía nuclear ha sido posible gracias al factor humano. España cuenta con aproximadamente 3.000 técnicos muy cualificados y es en este punto donde resalta el papel de la Sociedad Nuclear Española, que cuenta casi con la mitad de estos profesionales como miembros.

Una de las actividades fundamentales de la Sociedad, conjuntamente con la edición de la Revista y la organización



de Reuniones Internacionales, es la Reunión Anual, a la cual se refirió el presidente como «el foro idóneo para la transmisión de conocimientos, el intercambio de experiencias y la actualización de nuevas técnicas». Tras mencionar el interés propio de La Toja como sede de esta Reunión, resaltó la participación, entre otras destacadas personalidades del Sector, de Francis-

co Pascual, Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, en la Inauguración, y de Víctor Pérez Pita, Director General de la Energía, en el Acto de Clausura.

Tras la presentación, se abrió un diálogo entre los asistentes sobre la energía nuclear en España y en el mundo, su presente y las perspectivas de futuro.

MIEMBROS DE LA SNE COLABORAN, A TRAVES DEL OIEA, EN LA PUESTA EN MARCHA DE LAGUNA VERDE

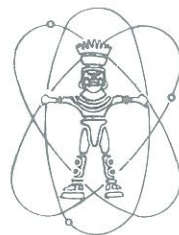
En estos momentos se encuentra en fase de pruebas preoperacionales la unidad I de la central de Laguna Verde, situada en el municipio de Alto Lucero, en el Estado de Veracruz de la República de México.

La planta es del tipo BWR-5, de diseño General Electric, con una contención MARK-II y una potencia eléctrica de 654 MWe (por cada reactor), siendo propiedad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El pasado mes de julio desarrollaron en dicha central sendas misiones de asistencia técnica de un mes de duración nuestros compañeros de la SNE, Dolores Carrillo y Francisco Díaz de la Cruz, bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Las misiones de cada uno de ellos tuvieron por objeto, respectivamente, apoyar a CFE en dos temas concretos: la planificación de la respuesta ante situaciones de emergencia y el tratamiento de aspectos específicos de protección radiológica.

En relación con el primer tema se analizaron los siguientes puntos: el plan de emergencia de la central y los procedimientos que le desarrollan, el programa de simulacros diseñado, así como el reentrenamiento del personal que integra la organización de emer-



gencia y el Plan de Emergencia Radiológica Externa.

De otro lado, los aspectos de Protección Radiológica revisados se centraron en: el programa de manejo de desechos radiactivos, los programas de monitoreo radiológico de la central y de su zona de influencia y, finalmente, las especificaciones técnicas de operación correspondientes al área de protección radiológica.

Ambas misiones finalizaron con la discusión de las conclusiones alcanzadas con el personal de explotación de la planta, la empresa propietaria de la misma y el Organismo Regulador Mexicano (Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias).

Desde estas páginas nuestros compañeros desean manifestar su agradecimiento a todas las instituciones y personas con las que entraron en contacto durante el desenvolvimiento de sus respectivas misiones y expresar su deseo de que aceptemos el reto de construir, entre todos los profesionales nucleares de un lado y otro del Atlántico, una Sociedad Nuclear Iberoamericana.