

PARTE PRÁCTICA

17) Dos litros de hidrógeno reaccionan con un litro de oxígeno.

Calcular:

- ¿Cuántos litros de agua vapor se obtienen?
- ¿Cuántos moles de agua?
- ¿Cuántas moléculas?
- ¿Cuántos gramos de agua?

R: a 2 l de agua
b 0,088 moles de agua
c $5,297 \times 10^{22}$ moléculas
d 1,6 gr de agua

18) Reacciona ácido sulfúrico con 60 gramos de nitrato de amonio. El rendimiento es del 80 %

- Escribir la ecuación química.
- ¿Cuántos gramos de ácido reaccionaron?
- ¿Cuántos gramos de ácido nítrico se formó?

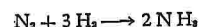
P A — S = 32; N = 14; O = 16
R: b 29,4 gr de H_2SO_4
c 37,8 gr de HNO_3

19) En la síntesis de Haber (reacción entre el nitrógeno y el hidrógeno que por síntesis dan amoníaco: NH_3).

Se obtuvieron 1000 l de amoníaco.

El rendimiento fue del 60 %

Dígase:



- Volumen de nitrógeno empleado.
- Moles de hidrógeno empleado.

P A — N = 14; H = 1

R: a 833 l de N_2
b 111,6 moles de H_2

20) En una reacción química con un rendimiento del 30 % se formaron 6 moles de sulfuro de cadmio a partir del ácido sulfhídrico y del nitrato de cadmio.

- Escribir la ecuación.
- ¿Cuántos litros del gas sulfhídrico se emplearon?
- ¿Cuántos moles de ácido reaccionaron?

P A — S = 32; H = 1; Cd = 112

Valencia del Cd = 2

R: a 448 l de SH_2
b 6 moles

10

CLASIFICACION DE LOS ELEMENTOS

PRIMERAS CLASIFICACIONES.

TRIADAS DE DOBEREINER, LAS OCTAVAS DE NEWLANDS.

LA TABLA DE MENDELEIEV. TABLA ORIGINAL DE MENDELEIEV.

LA CLASIFICACIÓN PERIÓDICA MODERNA DE OCHO COLUMNAS.

VENTAJAS DE LA CLASIFICACIÓN PERIÓDICA.

DIFICULTADES QUE PRESENTA LA ORDENACIÓN EN OCHO COLUMNAS.

PARTE PRÁCTICA: Cuestionario.

CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

PRIMERAS CLASIFICACIONES

Las triadas de Dobereiner

En el año 1829, el químico alemán J. Dobereiner presentó un trabajo sobre clasificación de los elementos.

Logró formar grupos de tres elementos entre los cuales se verificaba una interesante relación en sus pesos atómicos: el elemento del medio tenía un peso atómico promedio del peso atómico de los otros dos.

Veamos una de las triadas:

Elemento	Peso atómico
Litio	6,94
Sodio	22,9
Potasio	39,1

Si hallamos la media aritmética (semisuma)

ma) de los pesos atómicos del litio y del potasio obtenemos prácticamente el del sodio:

$$\frac{6,9 + 39,1}{2} = 23$$

Además Dobereiner halló una semejanza entre las propiedades de los elementos de las triadas, incluyendo la valencia que para los elementos de la triada ejemplo es 1.

Las triadas no tuvieron éxito, pues nadie logró obtener otras conclusiones importantes.

Marcan, sin embargo, la iniciación de la vinculación entre los pesos atómicos y las propiedades de los elementos, lo que abrió el camino para otros trabajos.

LAS OCTAVAS DE NEWLANDS

J. A. R. Newlands, químico inglés, en 1863, ordenó los elementos en forma creciente según sus pesos atómicos y dedujo que "El octavo elemento, contado a partir de uno

Triadas de Dobereiner

Elemento	Peso atómico	Elem.	Peso atómico	Elem.	Peso atómico
{ Cl	35,45	{ Ca	40,08	{ S	32,06
{ Br	79,9	{ Sr	87,62	{ Se	78,96
{ Y	126,9	{ Ba	137,34	{ Te	127,6

Octavas de Newlands

Valencias	1	2	3	4	3	2	1
	Li	Be	B	C	N	O	F
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
	K	Ca					

dado, repite las propiedades del primero, como la octava nota en la escala musical".

Se observa en esta tabla que las propiedades de los elementos de cada columna son semejantes.

Además los elementos de cada grupo o columna tienen igual valencia.

Sin embargo a partir del calcio los elementos no guardan ya la progresión regular en su valencia y propiedades, de los elementos de las dos filas o períodos primeros.

Newlands no halló solución a este problema. No previó la necesidad de colocar el elemento en la columna que le correspondía en base a sus propiedades, aunque tuviera que dejar algún espacio vacío, espacio que podría ser ocupado, en el futuro, por algún elemento aun no descubierto. Por eso, la falta de regularidades se acentuó al quedar elementos en grupos que no les correspondían. Esto hizo que la Ley de las Octavas no se aceptara en forma total.

LA TABLA DE MENDELÉIEV

El químico ruso Dimitri Ivánovich Mendeléiev, en el año 1869, dispuso los elementos en un sistema ordenado y coherente llamado Sistema Periódico de los Elementos.

Mendeléiev, como Newlands, clasificó los elementos según los pesos atómicos crecientes, pero resolvió el problema de las irregularidades.

Al llegar al calcio, elemento que marcó el comienzo de las irregularidades en la tabla de Newlands, observó que el titanio era el elemento que le seguía en peso atómico. Al

comprobar que las propiedades del titanio se parecían a las del silicio lo colocó debajo de éste con quien dedujo que formaba familia y entre el calcio y el titanio dejó un espacio vacío "para un elemento que no era todavía conocido".

Predijo desde ese momento que el peso atómico de ese nuevo elemento, al que llamó *ekaboro*, se hallaría entre el del calcio y el del titanio y su valencia igual a la del boro y a la del aluminio en cuya columna o grupo se encontraría.

Procediendo en forma semejante Mendeléiev predijo el descubrimiento de dos nuevos elementos que fueron en definitiva el galio y el germanio a los que se llamó respectivamente, *eka aluminio* y *eka silicio*.

El prefijo "*eka*" proviene del Sanscrito y significa "*uno*": eka boro (uno del boro) eka aluminio (uno del aluminio) y eka silicio (uno después del silicio).

Para su ordenamiento dejó de lado al hidrógeno que era difícil de ubicar y comenzó por el litio, según se observa en la tabla original.

En dicha tabla tampoco figuran los "gases nobles" que no se habían descubierto.

Observando esta primera tabla se comprueba:

1º) Los elementos del primer grupo o familia tienen carácter metálico.

2º) Ese carácter disminuye del primero al séptimo grupo. El sodio es de carácter fuertemente metálico en el primer grupo y el cloro, en el séptimo, es de marcado carácter no metálico.

3º) Las valencias máximas de los elemen-

TABLA ORIGINAL DE MENDELÉIEV

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1 Hidrógeno 1.00										
2 Litio 6.94	3 Berilio 9.02	4 Boro 10.82	5 Carbono 12.00	6 Nitrógeno 14.00	7 Oxígeno 16.00	8 Fluor 19.00				
9 Sodio 23.00	10 Magnesio 24.32	11 Aluminio 26.97	12 Silicio 28.06	13 Fósforo 31.04	14 Azufre 32.07	15 Cloro 35.45				
16 Potasio 39.10	17 Calcio 40.07	18 Eka Boro (63.57)	19 Titanio 47.90	20 Vanadio 51.00	21 Cromo 52.01	22 Manganeso 54.93	23 Hierro 55.84	24 Cobalto 58.97	25 Níquel 58.68	26 (Cobre) 63.57
26 (Cobre) (63.57)	27 Cinc 65.38	28 Eka Aluminio (63.57)	29 Eka Silicio (63.57)	30 Arsénico 74.96	31 Selenio 79.2	32 Bromo 79.92				
33 Rubidio 85.45	34 Estroncio 87.63	35 Itrio 88.9	36 Circonio 91.25	37 Columbio 93.5	38 Molibdeno 96.0	39 ?	40 Rutenio 101.7	41 Rodio 102.9	42 Paladio 106.7	43 (Plata) (107.88)
43 (Plata) (107.88)	44 Cadmio 112.4	45 Indio 114.8	46 Estaño 118.7	47 Antimonio 121.76	48 Telurio 127.5	49 Yodo 126.92				
50 Cesio 132.9	51 Bario 137.3	52	53	54	55	56				

tos crecen del primero al último grupo con respecto al oxígeno: Na (monovalente), Mg (divalente), Al (trivalente), Si (tetraivalente), P (pentavalente) y Cl (heptavalente).

4º) Las valencias, con respecto al hidrógeno, de los elementos del grupo IV al VII inclusive es igual a la diferencia entre 8 y la valencia de ese elemento con respecto al oxígeno.

$$C \ 8-4=4$$

$$N \ 8-5=3$$

$$O \ 8-6=2$$

$$F \ 8-7=1$$

A esta regla se la llama *Regla de Abegg*.

5º) El punto de fusión de los elementos aumenta del primero al cuarto grupo y a par-

tir de ese grupo disminuye hasta el séptimo.

Na Mg Al Si P etc.
97,5° C 650° C 658° C 1427° C 590° C

6º) Los elementos de cada grupo, familia o columna llamados *congéneres* tienen comportamiento semejante. Por ejemplo quedan ordenadas las familias de los metales alcalinos (litio, sodio, potasio, rubidio y cesio); la familia de los halógenos (fluor, cloro, bromo, yodo), etc.

7º) Al observar estas regularidades entre las propiedades de los elementos y su peso atómico Mendeléiev enunció:

Las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus pesos atómicos.

8º) Según esta ley las propiedades de cada elemento están relacionadas con las de los que están a su alrededor en la tabla periódica. Por eso sus propiedades pueden deducirse de las que se conocen de los elementos próximos.

Así el peso atómico del elemento X se obtiene, en forma aproximada, sumando los pesos atómicos de los elementos B-D-E y G y hallando su promedio.

A	B	C
D	X	E
F	G	H

Peso atómico $X = \frac{1}{4}(B + D + E + G)$.

1871, deduciéndolas de las propiedades del silicio, estaño, zinc y arsénico que rodeaban su su espacio vacío en la tabla periódica.

			Si		
	Zn		EKA SILICIO	As	
			Sn		

Cuando en 1886 fue hallado el ekasilicio, elemento al que se llamó Germanio (Winkler), se encontraron las siguientes analogías:

	Eka silicio(Es) 1871 (Mendeléiev)	Germanio(Ge) 1886 (Winkler)
Peso atómico	72	72,6
Densidad	5,5	5,47
Color	Gris sucio	Blanco verdoso
Fórmula del óxido	EsO ₂	GeO ₂
Fórmula del cloruro	EsCl ₄	GeCl ₄

Por ejemplo, el peso atómico del fósforo se obtiene:

Peso atómico $P = \frac{1}{4}$

Peso atómico $(N + Si + V + S)$

Peso atómico $P = \frac{1}{4}$

$(14 + 28 + 32 + 51) = 31,25$

El peso atómico actual del fósforo es 31,04.

En base a esta ley, Mendeléiev predijo las propiedades del ekasilicio (Es) en el año

Éxito semejante obtuvo el químico ruso al predecir las propiedades del eka aluminio, hoy galio y del eka boro, hoy escandio.

Esta periodicidad en las propiedades de los elementos ayudó a determinar el peso atómico verdadero de algunos de ellos como el del Indio ($In = 114,82$) y a la determinación de la valencia de algunos otros, como el berilio ($Be = 2$).

Con tales éxitos la Clasificación Periódica fue aceptada y hoy, ya actualizada; su valor no admite ninguna objeción.

Muchas críticas se hicieron a la primera clasificación periódica. Así, no se halló ex-

plicación a tres inversiones que la tabla presentó en los pesos atómicos de los elementos A-K; Co-Ni; Te-I.

El peso atómico del A es 39,94 y el del K 39,1 y sin embargo el argón se halla delante del potasio, pues fue ubicado en la familia de los gases nobles. Lo mismo sucede con el Co (58,94) y el Ni (58,71) y con el par Te (127,61), I (126,91). Ver tabla actual.

El conocimiento de la estructura del átomo permitió aclarar estas aparentes inversiones como será explicado más adelante.

LA CLASIFICACIÓN PERIÓDICA MODERNA DE OCHO COLUMNAS — FORMA CORTA

La clasificación de Mendeléiev era incompleta, como él mismo admitió. El descubrimiento de nuevos elementos, la inclusión de los gases nobles o raros (helio, neón, argón, kriptón y radón) y la ampliación de las tierras raras hizo necesaria una estructuración nueva de la tabla.

En esta clasificación se comienza por el hidrógeno.

Sistema periódico moderno de ocho columnas (Corto)

Grupos → Subgrupos →	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			O	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A			A	B
Valencia { Con el hidrógeno → Con el oxígeno →	1 1		2 2		3 3		4 4		5 5		6 6		7 7						
Períodos	1 H 1,0080																	2 He 4,008	
II	3 Li 6,940	4 Be 9,013			5 B 10,82		6 C 12,010		7 N 14,008		8 O 16,000		9 F 19,00					10 Ne 20,183	
III	11 Na 22,991	12 Mg 24,32			13 Al 26,98		14 Si 28,08		15 P 30,975		16 S 32,066		17 Cl 35,457					18 Ar 39,944	
IV	19 K 39,100	20 Ca 40,08			21 Sc 44,96		22 Ti 47,90		23 V 50,95		24 Cr 52,01		25 Mn 54,93		26 Fe 55,85	27 Co 58,94	28 Ni 58,71		36 Kr 83,80
V	37 Rb 85,48	38 Sr 87,63			39 Y 88,92		40 Zr 91,22		41 Nb 92,91		42 Mo 95,95		43 Tc 99		44 Ru 101,7	45 Rh 102,91	46 Pd 106,7		54 Xe 131,3
VI	55 Cs 132,91	56 Ba 137,36			57 al 71 * 140,13		72 Hf 178,6		73 Ta 180,88		74 W 183,92		75 Re 186,31		76 Os 190,2	77 Ir 193,1	78 Pt 195,23		86 Rn 222,0
VII	87 Fr 223	88 Ra 226,05			89 Ac * 227,05														

Los números que preceden a los símbolos son los números atómicos y los que se hallan debajo, los pesos atómicos.

* Tierras raras: 57 La 138,92 58 Ce 140,13 59 Pr 140,92 60 Nd 144,27 61 Pm 145 62 Sm 150,43 63 Eu 152,0 64 Gd 157,09 65 Tb 158,93 66 Dy 162,50 67 Ho 164,94
Lantánidas: 68 Er 167,26 69 Tm 168,93 70 Yb 173,04 71 Lu 174,97

* Tierras raras: 90 Th-Torio 232,04 91 Pa-Protactinio 231 92 U-Uranio 238,03 93 Np-Neptunio 237
actínidas o 94 Pu-Plutonio 244 95 Am-Americio 243 96 Cm-Curcio 247 97 Bk-Berkelio 249
serie del actinio 98 Cf-Californio 251 99 Es-Einsteinio 252 100 Fm-Fermio 253 101 Mv-Mendelevio 258
102 No-Nobelio 259 103 Lw-Laurencio 261

Se adiciona un grupo completo, de seis elementos, llamados gases nobles o inertes como familia o grupo cero.

La adición de este grupo completo fue otro triunfo del sistema periódico.

La tabla queda con ocho columnas, grupos o familias (columnas verticales), un grupo cero y con siete períodos (filas horizontales).

Se llama período al conjunto de elementos que comienza en un metal alcalino: litio, sodio, potasio, rubidio, cesio y francio y termina en un gas noble: argón, neón, kriptón, xenón y radón.

El primer período tiene sólo dos elementos: H y He.

El segundo y tercer período se llaman *períodos cortos*. Cada uno tiene ocho elementos.

Los períodos cuatro, cinco y seis, se denominan *largos*.

El cuarto y el quinto períodos tienen 18 elementos cada uno.

El sexto período posee 32 elementos. En este período, en el lugar 57, se halla un conjunto de 15 elementos con propiedades muy iguales conocido con el nombre de *lantánidos* o *tierras raras* por ser el elemento 57 el lantano.

En el séptimo período en el lugar 89 del actinio se coloca un conjunto de 15 elementos que forman las *tierras raras actínidas* o *serie del actinio*.

Los grupos o familias contienen como se verá en el capítulo XII, elementos cuyos átomos poseen el mismo número de electrones en su órbita de valencia.

Los grupos o familias se subdividen, en su mayoría en subgrupo A y subgrupo B.

El primero contiene los elementos más positivos del grupo y el segundo los más negativos con respecto a los elementos del mismo grupo.

El ordenamiento actual de los elementos de la tabla periódica se basa, no en el peso atómico como en la tabla original sino en el llamado *número atómico*.

Las propiedades de los elementos derivan de su número atómico, no de su peso atómico.

Las propiedades de los elementos son una función de su número atómico.

Al ordenar a los elementos según el número atómico desaparece la anomalía de las tres inversiones que se encontraron en la tabla original, pues todos los elementos se hallan exactamente ubicados en el orden creciente de su número atómico.

VENTAJAS DE LA CLASIFICACIÓN PERIÓDICA

1º) *Ajuste de pesos atómicos.*

Permitió el cálculo y ajuste de pesos atómicos.

2º) *Propiedades de los elementos.*

Permitió prever las propiedades de elementos no descubiertos.

3º) *Constantes físicas.*

Con el uso de la tabla se logró ajustar diversas constantes físicas como la densidad, el punto de fusión, etc.

4º) *Estructura electrónica.*

Permitió, como se verá más adelante, establecer una relación entre la ubicación de los elementos en la tabla y su estructura electrónica.

DIFICULTADES QUE PRESENTA LA ORDENACIÓN EN OCHO COLUMNAS

Las dificultades que presenta la tabla corta de ocho columnas son las siguientes:

1º) Se fuerzan los períodos largos para que se los puedan incluir en ocho columnas.

2º) Los subgrupos originan confusión.

3º) No hay una separación clara entre metales y no metales.

4º) La tabla no ofrece lugar definido para el hidrógeno.

5º) Los lantánidos y los actínidos ocupan el lugar de un solo elemento.

6º) No dispone de un lugar adecuado para los subgrupos del Fe-Co y Ni.

En capítulos sucesivos veremos cómo se logró superar algunos de estos inconvenientes.

PARTE PRACTICA

Cuestionario

- 1) ¿Qué clasificaciones de elementos conoce?
- 2) Dados los pesos atómicos del Ca = 40 y del Ba = 137 halle el del estroncio (Sr).
- 3) Enuncie la primera ley periódica de Mendeléiev.
- 4) Enuncie la ley actual.
- 5) ¿Qué se entiende por período?
- 6) ¿Qué es un grupo o familia?
- 7) ¿Cuántos períodos hay?
- 8) ¿Cuáles son cortos y cuáles largos?
- 9) ¿Cuántos grupos hay?
- 10) ¿Cuál es el grupo de los gases nobles?
- 11) ¿Cuáles son ellos? Enumérelos en el orden en que figuran en la Tabla.
- 12) Indique las inversiones que presentó la tabla cuando se ordenó según los pesos atómicos.
- 13) ¿En qué se basó Mendeléiev para predecir otros elementos?

- 14) ¿Cuáles fueron y cómo los llamó?
- 15) ¿Qué significa EKA y de qué lengua proviene?
- 16) ¿Cuántos elementos tiene el grupo de los lantánidos y cuántos el de los actínidos?
- 17) ¿A qué período pertenece cada uno?
- 18) Cuando Mendeléiev predijo que el eka silicio (germanio) tenía un peso atómico de 72, ¿qué cálculos hizo para obtenerlo?
- 19) ¿Cómo varían las valencias máximas de los elementos de cada período?
- 20) ¿Cómo varía el carácter metálico?
- 21) ¿Cómo el punto de fusión?
- 22) ¿A qué se llaman elementos congéneres?
- 23) Mencione alguna de las desventajas que presenta la tabla corta.
- 24) Nombre algunas ventajas de la clasificación periódica.