

## NOTACIÓN EXPONENCIAL O CIENTÍFICA

En cualquier ciencia los números que se deben escribir son a veces muy grandes o muy pequeños, por ejemplo:

- ◆ El número de átomos de carbono que hay en un gramo:

50 150 000 000 000 000 000 000

Este es un número muy grande, difícil de leer, nombrar y escribir; como así también recordar su valor y para escribirlo se necesita un gran espacio.

- ◆ La masa expresada en gramos de un solo átomo de carbono:

0,0000000000000000000000000000001994 gramos

Este es un número muy pequeño pero también es difícil de leer, nombrar, escribir; recordar su valor y para escribirlo así, también se necesita un gran espacio.

Repasaremos a continuación lo que significa la escritura de potencias de base 10 con exponente entero:

$$10^6 = 1.000.000$$

$$10^5 = 100.000$$

$$10^4 = 10.000$$

$$10^3 = 1.000$$

$$10^2 = 100$$

$$10^1 = 10$$

$$10^0 = 1$$

$$10^{-1} = 1 / 10 = 0,1$$

$$10^{-2} = 1 / 100 = 0,01$$

$$10^{-3} = 1 / 1000 = 0,001$$

$$10^{-4} = 1 / 10.000 = 0,0001$$

La notación exponencial o científica consiste en escribir un número a partir de un producto entre otros 2 números, uno llamado coeficiente y el otro, potencia de base 10, cuyo exponente es un número entero. El coeficiente debe cumplir con la condición de que sea mayor o igual a uno y menor que diez.

$$\mathbf{C \times 10^n}$$

C= coeficiente ( $1 \leq C < 10$ ).

n= número entero positivo o negativo

La principal ventaja de este tipo de notación, es que se simplifica la lectura, escritura y el trabajo algebraico de estos números.

### ¿Cómo hacemos para escribir un número en notación exponencial?

- ◆ Se coloca un  $n^{\circ} \neq 0$  a la izquierda del punto decimal:

$$4\ 300\ 000, 0 = 4,3 \times 10^6$$

Para dejar expresado el número con un coeficiente mayor o igual a uno y menor que diez, se debe correr la coma 6 lugares a la IZQUIERDA, por lo que se lo multiplica por 10 con exponente +6 (indicando la cantidad de lugares que se corrió la coma a la izquierda).

- ◆ Se coloca un  $n^{\circ} \neq 0$  a la izquierda del punto

$$0,000348 = 3,48 \times 10^{-4}$$

Para dejar expresado el número con un coeficiente mayor o igual a uno y menor que diez, se debe correr la coma 4 lugares a la DERECHA, por lo que se lo multiplica por 10 el exponente -4 (indicando la cantidad de lugares que se corrió la coma a la derecha).

### Conclusión:

- ◆ Si la coma se corre hacia la DERECHA el exponente “n” será NEGATIVO y su valor será igual a la cantidad de lugares que se corrió la coma para que  $1 \leq C < 10$ .
- ◆ Si la coma se corre hacia la IZQUIERDA el exponente “n” será POSITIVO y su valor será igual a la cantidad de lugares que se corrió la coma para que  $1 \leq C < 10$ .

### Ejercitación:

*Ejercicio N° 1:* Escribe en notación exponencial el número de átomos de carbono que hay en un g de dicho elemento:

$$5,015 \times 10^{22}$$

El coeficiente es: 5,015.

La potencia es: base 10 exponente 22 o  $10^{22}$ .

*Ejercicio N°2:* Escribe la masa en gramos de un átomo de carbono en notación exponencial. El coeficiente es 1,994; el número exponencial es de base diez y exponente -23, debido a que se mover la coma a la derecha 23 lugares:  $1,994 \times 10^{-23}$ .

*Ejercicios N°3:* Escribe los siguientes números en notación exponencial.

- |                |               |
|----------------|---------------|
| a. 1000        | e. 212,6      |
| b. Mi millones | f. 0,189      |
| c. 16.220      | g. 6,18       |
| d. 0,0000001   | h. 0,00007846 |

Otra de las ventajas de la notación exponencial es que se pueden comparar fácilmente dos números para reconocer cual es el mayor o menor.

- ◆ El mecanismo consiste en comparar los dos exponenciales:
  - el que tiene una potencia positiva mayor es el mayor
  - el que tiene una potencia negativa mayor es el menor
- ◆ Si las potencias son del mismo orden, se comparan los coeficientes.

*Ejercicio N°4:* De cada un de los siguientes pares, señala el número mayor.

- |   |  |
|---|--|
| a. $3 \times 10^3$ ; $3 \times 10^{-3}$ | d. $6 \times 10^7$ ; $4 \times 10^8$           |
| b. $3 \times 10^3$ ; 10000              | e. $9,6 \times 10^{-3}$ ; $1,5 \times 10^{-2}$ |
| c. 0,0001; $2 \times 10^{-4}$           | f. $21 \times 10^3$ ; $2,1 \times 10^4$        |

### Multiplicación y División

Como se indicó anteriormente, una de las ventajas que presenta la operación con números escritos bajo la forma de exponenciales es que simplifica la forma de realizar las operaciones.

- ✘ En la multiplicación:
  - se multiplican los coeficientes y las potencias se suman algebraicamente
  - $(3,000 \times 10^3) \times (4,50 \times 10^2) =$
  - $3,000 \times 4,50 = 13,5$
  - $10^3 \times 10^2 = 10^5 \Rightarrow 13,5 \times 10^5$

Podríamos dejar expresado este número como  $13,5 \times 10^5$  o como  $1,35 \times 10^6$  según el lugar donde dejemos la coma, pero según nuestra definición inicial:  $1 \leq C < 10$ ,  $1,35 \times 10^6$ , será la opción correcta. (Advierte que en el resultado, el coeficiente tiene tantos dígitos como el menor de los multiplicandos).

- En la División  
se dividen los coeficientes y las potencias se restan algebraicamente  
 $(12,000 \times 10^4) / (4,0 \times 10^2) =$   
 $12,000 / 4,00 = 3,00$   
 $10^4 / 10^2 = 4^{-2} = 10^2$   
 $\therefore 3,00 \times 10^2$

### Ejercitación:

*Ejercicio N°5:* Divide las siguientes cantidades restando exponentes:

- $(5,00 \times 10^4) \times (1,60 \times 10^2)$
- $(6,01 \times 10^{-3}) / (5,23 \times 10^6)$

Si en la multiplicación o división los coeficientes no quedan expresados en la forma que el coeficiente sea mayor o igual a uno y menor de diez, convertiremos estos números a notación exponencial normal:

- $30 \times 10^7 \Rightarrow 3,0 \times 10^8$
- $0,732 \times 10^{-2} \Rightarrow 7,32 \times 10^{-3}$

### Elevación a Potencias y Extracción de Raíces

Para elevar un número escrito en notación exponencial aplicamos la regla:

$$(10^a)^b = 10^{a \times b}$$
$$(10^2)^3 = 10^2 \times 10^2 \times 10^2 = 10^6 = 10^{2 \times 3}$$
$$(10^{-2})^4 = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-2} = 10^{-2 \times 4} = 10^{-8}$$

Para extraer la raíz de un número exponencial, recordamos que la raíz es una manera de expresar un exponente fraccionario, según:

$$\sqrt[n]{10} = (10)^{1/n}$$

1 como exponente de radicando

“n” como índice de la raíz.

$$\sqrt{\quad} \text{ es igual a } (\quad)^{1/2}$$

Raíz cúbica de 10 es  $10^{1/3} \Rightarrow \sqrt[3]{10} = (10)^{1/3}$

### Ejercitación:

*Ejercicio N°6:*

- $(4,0 \times 10^5)^{1/2}$
- $(1,0 \times 10^{-1})^{1/2}$
- $(6,2 \times 10^{-4})^2$

### Suma y Resta

- ◆ Si las potencias de igual base son iguales, se suman los coeficientes y se mantienen los exponentes:

$$2,07 \times 10^7 + 3,16 \times 10^7 =$$

$$(2,07 + 3,16) \times 10^7 =$$
$$5,18 \times 10^7$$

◆ Si los exponentes son diferentes, los números deberán manipularse para hacer que los mismos sea iguales:

$$6,04 \times 10^3 + 2,6 \times 10^2 =$$

Tenemos 2 opciones ya que podremos modificar cualquiera de los 2 números. Trabajemos primero con el segundo:

$$2,6 \times 10^2 = 0,26 \times 10^3$$

$$6,04 \times 10^3 + 0,26 \times 10^3 = 6,30 \times 10^3$$

Ahora modifiquemos el primero:

$$6,04 \times 10^3 = 60,4 \times 10^2$$

$$60,4 \times 10^2 + 2,6 \times 10^2 = 63,0 \times 10^2$$

Pero para que se cumpla  $1 \leq C < 10$ , lo escribiremos de manera correcta y llegamos al mismo resultado:

$$6,30 \times 10^3$$

### Uso de logaritmos

Si  $x = 10^y$  se define que  $y = \log x$

Cuando se expresa un número en forma exponencial se puede calcular su logaritmo según el valor de otro logaritmo. Según la propiedad:

$$\log (C \times 10^n) = n + \log C$$

### Ejercitación:

Sabiendo que el logaritmo de 6,02 que es igual a 0,7796. Calcula el logaritmo de  $6,02 \times 10^{23}$ .

$$\log_{10} (6,02 \times 10^{23}) = 23 + \log_{10} 6,02$$

$$= 23 + 0,7796$$

$$= 23,7796$$

*Ejercicio N° 7:*

$$1. \log 3,25 \times 10^3 = 3 + \log 3,25$$

$$= 3 + 0,512$$

$$= 3,512$$

$$2. \log 0,25 \times 10^{-6} = -6 + \log 0,25$$

$$= -6 + \log 0,25$$

$$= -6,6$$

## CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Cuando una magnitud proviene de una determinación experimental (una medida), el instrumento utilizado para su determinación no es exacto, tiene su aproximación.

◆ Exactitud: indica el grado de correlación entre el valor medido y el real.

◆ Presición: indica la correlación de las medidas individuales entre sí.

Las cifras significativas indican la exactitud con la que se efectúa una medición.

## Exactitud (medida) vs Precisión (desviación estándar)



Por ejemplo se quiere pesar en una balanza que aproxima el 0,01 g una cantidad de 2,65 g. El valor pesado es  $2,65 \pm 0,01$  g, es decir el valor pesado puede estar comprendido entre 2,66 a 2,64 g. En este caso se dice que hay *una incertidumbre en la unidad del último dígito*. Esto mismo se puede expresar en función de las cifras significativas de la medición y se dice que la cantidad tiene *3 cifras significativas*.

La notación exponencial permite reconocer el número de cifras significativas de una escritura.

### Ejercitación:

$5 \times 10^2$  g (1 cifra significativa)

$5,0 \times 10^2$  g (2 cifras significativas)

$5,00 \times 10^2$ g (3 cifras significativas)

En la primera expresión no se dice nada más que la medida es sobre los gramos. En la segunda sobre la décima de gramo y en la tercera sobre la centésima.

*Ejercicio N°8:* Reconoce el número de cifras significativas de las siguientes magnitudes:

a.  $2,104 \times 10^{-2}$  g

e.  $3,160 \times 10^8$  pm

b. 0,00281 g

f. 810 mL

c. 12,82 L

g.  $3,19 \times 10^{15}$  átomos

d.  $4,300 \times 10^{-6}$

### Producto y cociente de magnitudes inexactas

Cuando se **multiplican** o se **dividen** dos magnitudes inexactas (experimentales) el resultado es inexacto. ¿Cuan inexacto es? Es decir, ¿cuántas cifras significativas tiene el resultado?

Lo resolveremos con un ejemplo: Sea quiere calcular la densidad de un cuerpo, (se denomina densidad a la masa de un cuerpo por unidad de volumen, [m/V]).

Se midió la masa y el volumen del cuerpo y se encontró que son  $5,80 \pm 0,01$  g y  $2,6 \pm 0,1$  mL respectivamente. De modo que el cálculo será:

Como máximo: (5,81/2,5) y como mínimo: (5,79/2,7)  
Cuyos resultados son: 2,32 como máximo y 2,14 como mínimo en g/mL  
Comparando estos valores se deduce que el valor es 2,2 +/- 0,1 [g/mL]

Podríamos extraer una generalización de este procedimiento: la densidad calculada tiene 2 cifras igual que el menor número de cifras de la medición original.

*Ejercicio N°9:* Predice el número de cifras significativas de los resultados de las siguientes operaciones:

- a.  $(6,10 \times 10^3) \times (2,08 \times 10^{-4})$
- b.  $5,92 \times 3,0$
- c.  $8,2 / 3,194$

### **Caso de factores de conversión**

Cuando se convierte una magnitud a otro sistema de unidades el factor de conversión (elemento neutro de la multiplicación) que se lo considera un número exacto nunca cambia el número de cifras significativas de la respuesta.

Ejemplo: Se pesa un cuerpo cuyo valor es 0,106 g. Expresa este resultado en libras y onzas.

Datos: 1 lb = 453,6 g. 1lb = 16 oz

$$0,106 \text{ g} \times (1 \text{ lb} / 453,6 \text{ g}) = 2,34 \times 10^{-4} \text{ lb}$$

$$2,34 \times 10^{-4} \text{ lb} \times 16 (\text{oz} / \text{lb}) = 3,74 \times 10^{-3} \text{ oz}$$

La medida original tiene 3 cifras significativas al igual que las dos conversiones.

**Conclusión:** Si se efectúan dos o más mediciones y se combinan multiplicando o dividiendo para obtener un resultado final, la precisión de este resultado será determinada por la medición menos precisa.

### **Suma y Resta**

Cuando se suman o restan números inexactos, se aplica el principio general de que el resultado no puede tener una precisión absoluta mayor que la del número menos preciso empleado en el cálculo.

Ejemplo: Suponga que se añade 1,32 g de cloruro de sodio y 0,006 g de cloruro de potasio a 28 g de agua. ¿Cómo expresaría la masa de la solución resultante?

Cloruro de sodio: 1,32 +/- 0,01 g

Cloruro de potasio: 0,006 +/- 0,001 g

Agua: 28 +/- 1 g

Resultado: 29 +/- 1 g

### **Ejercitación:**

*Ejercicio N°10:*

- 1.  $146 \text{ g} + 4,12 \text{ g} =$
- 2.  $12641 - 1,4 =$
- 3.  $1,42 + 11,196 - 3,8 =$
- 4.  $(26,92 - 1,07) (4,33 + 5,0) =$

Cabe destacar en este último ejercicio que se prefiere escribir el n° en notación exponencial de manera de respetar la cantidad de cifras significativas.

**Regla del redondeo:**

1. Si el primer dígito eliminado es menor que 5, dejar el dígito anterior sin cambio  
ej.  $3,123 \Rightarrow 3,12$
2. Si el primer dígito eliminado es mayor que 5, aumentar el anterior dígito en 1  
ej.  $3,127 \Rightarrow 3,13$
3. Si el primer dígito eliminado es 5, redondear para hacer el dígito anterior un número par: ej.  $4,125 \Rightarrow 4,12$  o  $4,135 \Rightarrow 4,14$

El efecto neto es que la mitad de las veces aumenta y la otra mitad permanece constante.

Redondear a 3 cifras las siguientes cantidades:

- a. 6,167                      c. 0,002245  
b. 2,132                      d. 3135

Redondear el número 4,3154652 a las siguientes cifras significativas.

- a. (siete)                  b. (seis)                  c. (cinco)                  d. (cuatro)  
e. (tres)                  f. (dos)                  g. (una)

**Logaritmos y Antilogaritmos:**

En la mantisa del logaritmo no puede haber más cifras significativas que en el propio número.

$$\log 3,000 = 0,4771 \quad \log 3,00 = 0,477 \quad \log 3,0 = 0,48 \quad \log 3 = 0,5$$

Salvo que la característica sea cero habrá más dígitos en el logaritmo que en el propio número.

$$\log 3,000 \times 10^5 = 5,4771$$

$$\log 3,00 \times 10^3 = 3,477$$

$$\log 3,0 \times 10^2 = 2,48$$

$$\log 3 \times 10^{-4} = 0,5 \quad 4 = 3,5$$

*Ejercicio N°11:* Determina el número de cifras significativas que correspondan al antilogaritmo:

- a.  $\text{antilog } 0,3010 = 2,000$   
b.  $\text{antilog } 0,301 = 2,00$   
c.  $\text{antilog } 0,30 = 2,0$   
d.  $\text{antilog } 0,3 = 2$

**Bibliografía**

Masterton –Slowinski. Matemática para químicos. Ed Interamericana.

**Guía de Estudio: CIFRAS SIGNIFICATIVAS, NOTACIÓN EXPONENCIAL Y CONVERSIÓN DE UNIDADES**

**Ejercicio Nº 1**

Expresa los siguientes números como un número exponencial con un dígito a la izquierda de la coma decimal en el coeficiente:

- a) 1.000; b) 16.220; c) mil millones; d) 0,000001; e) 0,189; f) 0,00000007845; g) 3.093.000; h) 5.567; i) 0,00835; j) 156000 hasta tres cifras significativas; k) 156000 hasta cuatro cifras significativas.

**Ejercicio Nº 2**

Indica cuantas cifras significativas hay en cada uno de los siguientes números: a) 4,96 b) 162,9 c) 100,01 d) 100,00 e) 0,123 f) 0,003 g) 0,030 h)  $1,67 \times 10^{16}$  i)  $4,11 \times 10^{-23}$  j)  $4,0 \times 10^2$  k) 404.

**Ejercicio Nº 3**

Un vaso que pesa 45,3261 g se llena con cada una de las siguientes sustancias, sucesivamente (nada se remueve). Calcula el peso total después de cada adición: a) 0,0031 g de sal, b) 1,197 g de agua, c) 27,45 g de azúcar, d) 38 g de leche, e) 88 g de jalea.

**Ejercicio Nº 4**

Efectúa las siguientes operaciones aritméticas indicadas, suponiendo que cada número es el resultado de una medida experimental:

- a)  $146 + 4,12$ ; b)  $12641 - 1,4$ ; c)  $1,42 + 11,196 - 3,8$ ; d)  $146,3 - 145,9$ ; e)  $(26,92 - 1,07) \cdot (4,33 + 5,0)$ ; f)  $(1,090 + 436) / 2,0$ ; g)  $(4,7 \times 10^6) \cdot (1,4 \times 10^9)$ ; h)  $(4,7 \times 10^7) - (3,1 \times 10^5)$ ; i)  $(6,88 \times 10^{-8}) + (3,36 \times 10^{-10})$ ; j)  $(1,91 \times 10^{-4} / 2,02 \times 10^9)$ ; k)  $(3,146 \times 10^5) \cdot (2,04 \times 10^{-3}) / (1,1 \times 10^{-9})$ .

**Ejercicio Nº 5**

De cada uno de los siguientes pares, señala el número mayor:

- a)  $3 \times 10^3$  ;  $3 \times 10^{-3}$ ; b)  $3 \times 10^3$ ; 10.000; c) 0,0001 ;  $2 \times 10^{-4}$ ; d)  $9,6 \times 10^{-3}$  ;  $1,5 \times 10^{-2}$  e)  $21 \times 10^3$  ;  $2,1 \times 10^4$

**Ejercicio Nº 6**

Suponiendo que todos los siguientes números son inexactos, realiza las operaciones indicadas, expresando las respuestas con el número correcto de cifras significativas:

- a)  $(2,49 \times 10^{-3}) \cdot (3,81)$ ; b)  $6,4023 \times 19$ ; c)  $0,00481 \times 212$ ; d)  $(3,18 \times 10^{-3})^2$ ; e)  $7,17 / 6,2$ ; f)  $8,73 / 5,198$ ; g)  $6,48 \times 1,92 / 5,2$ ; h)  $(8,10 \times 10^7) \cdot (4,43 \times 10^{-4}) / (6,191 \times 10^2)$

**Ejercicio Nº 7**

Efectúa las adiciones y sustracciones indicadas:

- a).  $3,02 \times 10^4 + 1,69 \times 10^4$  ; b).  $4,18 \times 10^{-2} - 1,29 \times 10^{-2}$   
c).  $6,10 \times 10^4 + 1,0 \times 10^3$  ; d).  $5,9 \times 10^{-5} + 1,86 \times 10^{-4}$   
e).  $8,17 \times 10^5 - 1,20 \times 10^4$  ; f).  $6,49 \times 10^{-10} + 1,23 \times 10^{-11}$ .

**UNIDADES**

**Prefijos empleados en el sistema SI**

Prefijo	peta	tera	giga	mega	kilo	deci	centi	mili	micro	nano	pico	femto
Abreviatura	P	T	G	M	k	d	c	m	$\mu$	n	p	f
Significado	$10^{15}$	$10^{12}$	$10^9$	$10^6$	$10^3$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$	$10^{-15}$

**Ejercicio Nº 8**

La unidad angstrom se usa mucho en cristalografía y en espectroscopia. Si (1 Å) es  $10^{-8}$  cm, (a) ¿a cuántos nanómetros (nm) es equivalente?; (b) ¿A Cuántos picómetros (pm)?



**Ejercicio Nº 9**

Los rayos visibles más largos en el extremo rojo del espectro visible, tienen longitudes de onda de  $7,8 \times 10^{-7}$  metros. Expresa esta longitud en: Km, micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), nanómetros (nm), y angstrom(A).

**Ejercicio Nº 10**

Expresa la masa de 58 libras (lb) de Silicio en: kg, g, mg,  $\mu\text{g}$ .

*Dato:* 1 kg = 2,2005 libras.

**Ejercicio Nº 11**

Un astronauta permaneció en el espacio durante 17 días, 14 horas y 18 minutos. Transforma este tiempo de segundos.

**Ejercicio Nº 12**

a) Convierte el volumen molar (22,4 litros) en: ml,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ; b) Determina en litros y mililitros la capacidad de una caja de 0,5 m de largo 0,12 m de ancho y 60 mm de profundidad.

**Ejercicio Nº 13**

a) Cuantos  $\text{mm}^2$  y  $\text{cm}^2$  tiene un  $\text{m}^2$ ?

b) Encuentra la densidad del alcohol etílico si 63,3 g ocupan un volumen de  $80,0 \text{ cm}^3$ . Expresala en  $\text{Kg/cm}^3$  y en g/L.