# Capítulo 2

# Redondeo, Cifras Significativas y Orden de Magnitud

## 2.1. Redondeo

Generalmente un valor obtenido de un experimento corresponde a un número que se puede redondear a ciertas cifras, prescindiendo de uno o más de sus últimos dígitos.

Cuando el primero de sus dígitos que se desea suprimir es menor que 5, el último dígito que se mantiene no se modifica; cuando el primer dígito a suprimir es mayor o igual a 5, se aumenta en una unidad la última cifra conservada, (ver ejemplos en tabla 2.1 ),

Note que *el redondeo no debe hacerse en forma sucesiva*, sino con respecto a la cifra original.

Si en el ejercicio c, Ud. realiza un redondeo sucesivo, el resultado sería:

$$0,644510 \Rightarrow 0,64451 \Rightarrow 0,6445 \Rightarrow 0,645 \Rightarrow 0,65 \Rightarrow 0,7.$$

Note que el número *0,7* difiere más de *0,644510* que el número *0,6*.

Cuadro 2.1: Ejemplo de redondeo de un número.

| | Número | 5 cifras | 4 cifras | 3 cifras | 2 cifras | 1 cifra |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 3,14159N | 3,1416N | 3,142N | 3,14N | 3,1N | 3 N |
| b | $9{,}8070\text{x}10^{-3}$ | $9{,}8070\text{x}10^{-3}$ | $9{,}807\text{x}10^{-3}$ | $9{,}81\text{x}10^{-3}$ | $9{,}8\text{x}10^{-3}$ | $1\text{x}10^{-2}$ |
| c | 0,644510 | 0,64451 | 0,6445 | 0,645 | 0,64 | 0,6 |
| d | 327508 | 32751x10 | $3275\text{x}10^{2}$ | $328\text{x}10^{3}$ | $33\text{x}10^{4}$ | $3\text{x}10^{5}$ |

## 2.2. Cifras significativas

Las cifras significativas del valor de una magnitud, son todos aquellos dígitos, contados *desde* la izquierda a partir del primer dígito diferente de cero, sin tener en cuenta la posición de la coma decimal, *hasta* el primer dígito afectado de error. El dígito dudoso, es decir aquel afectado por el error, está señalado en negrita en los ejemplos que siguen.

**Por ejemplo**:

1. 1,23**1**m ; 12**3**,1cm ; 123**1**mm tienen todos 4 cifras significativas.
2. 21,0**3** g y 200,**3** cm tienen **4** cifras significativas.
3. 2,0**0** cm y 74**0** m tienen 3 cifras significativas.
4. 0,4**8** s y 0,00**5**2 g tienen 2 cifras significativas.
5. $32\mathbf{3}\text{x}10^{-3}$ Kg y $3{,}0\mathbf{0}\text{x}10^{8}\frac{m}{s}$ tienen 3 cifras significativas.

Es oportuno observar en el ejemplo 4, que los valores de las magnitudes han sido obtenidos con dos cifras significativas y no con tres (3) y cinco (5) respectivamente, ya que los ceros a izquierda no se deben contar como cifras significativas.

### 2.2.1. Operaciones con cifras significativas

**Suma y resta**

En la suma y resta de magnitudes con diferentes números de cifras significativas, se redondea el resultado hasta que posea el mismo número de cifras decimales que la magnitud que menos decimales tenga.

**Por ejemplo**: suma y diferencia de masas en gramos.

| | | |
|---|---|---|
| 1) 25, 340 | 2) 58, 0 | 3) 1, 6523 |
| 5, 465 | 0, 038 | −0, 015 |
| 0, 322 | 1, 0001 | 1, 6373 |
| 31, 127 | 59, 0381 | |

En los ejemplos 2 y 3 se *observa* que los resultados son más precisos que uno de los términos (*58,0 g* y *0,015 g* respectivamente). Por lo tanto, es necesario redondear el resultado al número de decimales de la magnitud menos precisa. Así pués, las soluciones serán:

1) 31,127 g

2) 59,0 g.

3) 1,637 g.

**Multiplicación y división**

En la multiplicación y división de magnitudes con diferentes números de cifras significativas, se redondea el resultado hasta que posea el mismo número de cifras significativas que el factor que menos cifras significativas tenga.

1. $7,485m \times 8,61m = 64,4m^2$

2. $7485m \times 8,61m = 644 \times 10^2 m^2$

3. $\frac{0,1342}{1,54} = 0,0871.$

*Observación:*

Es conveniente señalar que cuando se conoce el error absoluto (o el error probable) de una magnitud, es este error el que determina el número de cifras significativas que tendrá la magnitud.

## 2.3. Orden de magnitud

El orden de magnitud de una cantidad es **la potencia de diez** más cercana a dicha cifra.

**Por ejemplo:**

1. La masa de la tierra es $5,983 \times 10^{24} Kg$. Su orden de magnitud en el sistema SI es $10^{25} Kg$ y en el sistema CGS es $10^{28} g$.

2. El orden de magnitud de $0,0035$ es $10^{-3}$.

3. El orden de magnitud de $800 \times 10^{-3} cm$ es $10^0 cm$.

*Observación:* Si la cantidad física es dimensional, su orden de magnitud también es dimensional y depende del sistema de unidades considerado, ver los ejemplos 1 y 3. El exponente de la potencia de 10 puede ser positivo, negativo o cero.

Tomemos el ejemplo 1 para aclarar cómo se puede obtener el orden de magnitud:

Respondamos la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las potencias de 10 consecutivas, inmediatamente menor y mayor que la cantidad física considerada?

$$10^{24} Kg < 5,983 \times 10^{24} Kg < 10^{25} Kg$$

¿Cuáles son las diferencias respectivas?:

$$\begin{aligned} 5,983 \times 10^{24} Kg - 10^{24} Kg &= 4,983 \times 10^{24} Kg \\ 10^{25} Kg - 5,983 \times 10^{24} Kg &= 4,017 \times 10^{24} Kg \end{aligned}$$

La menor diferencia que es $(4,017 \times 10^{24} Kg)$ implica mayor proximidad, luego $10^{25} Kg$ es la potencia que se aproxima más a $5,983 \times 10^{24} Kg$.

## 2.4. Ejercicios

a) Determinar el número de cifras significativas y el orden de magnitud de las siguientes magnitudes físicas.

- Radio de la tierra = $6,371 \times 10^{6} m$.
- Volumen de la tierra =$1,087 \times 10^{21} m^3$
- Acceleración de gravedad=$9,80665 \frac{m}{s^2}$

b) Exprese el resultado de los siguientes problemas en órdenes de magnitud:

- La edad del universo se cree que es $3 \times 10^{10}$ *años*, dé el resultado en segundos.
- La velocidad de la luz en el vacío en $\frac{m}{s}$, en $\frac{m}{h}$ y en $\frac{Km}{dias}$.
- La densidad del hierro en $\frac{Kg}{m^3}$ y en $\frac{g}{cm^3}$.

c) Un estudiante determinó que el radio de una esfera era $R = 10,00mm$.

- ¿Cuánto mide su área?.

- ¿Cuánto mide su volumen?.
- Indique el orden de magnitud para las tres magnitudes físicas anteriores.

d) Exprese cada uno de los siguientes números con cuatro, tres, dos y una cifra significativa:

| | | |
|---|---|---|
| 0,4536 | 98,372 | 70045,6 |
| 163571 | 3,13100 | 26,39 |
| 0,45330 | 0,00332998 | 20150,0 |

e)Calcule el valor de L con las cifras significativas correspondientes:

$$L = \frac{k^2}{a} + a.$$

Donde $k = 14,3cm$ y $a = 853mm$.