

# APRESTAMIENTO

Asignatura:  
**FÍSICA Y MATEMÁTICA APLICADA AL DISEÑO INDUSTRIAL A**

Equipo docente:  
Prof. Titular: Pablo Almada  
Prof. Adjunta: Claudia Gareca  
Prof. Asistentes: Gabriela Arrieta, Soledad Delgado, Fernanda Franciosi,  
Gerardo Gnavi, Natalia Motta Milesi, Laura Turu Michel

**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**FAUD**  
Facultad de Arquitectura,  
Urbanismo y Diseño

## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial del Diseño (WDO) de 2015 entiende al Diseño Industrial como un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, genera éxito empresarial y mejora la calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias. Los diseñadores industriales se centran en el ser humano, valoran el impacto económico, social y ambiental, y co-crean una mejor calidad de vida. El Diseño Industrial es una disciplina proyectual que media entre la idea creativa y la realidad material, traduciendo conceptos abstractos en objetos concretos. Para que esta traducción viable es imprescindible que el diseñador posea un dominio instrumental de nociones centrales de Matemática y Física para poder operar sobre la realidad a partir de la aplicación de conocimientos y métodos propios de las Ciencias Básicas.

La Matemática es la ciencia formal que estudia las propiedades y relaciones entre entidades abstractas, como números, figuras geométricas y símbolos, proporcionando un lenguaje universal para la cuantificación y la deducción lógica. La Física es la ciencia natural que se enfoca en el estudio de la materia, la energía, el espacio y el tiempo, así como las interacciones fundamentales que rigen el comportamiento del universo.

Matemática, Física y Diseño Industrial están íntimamente ligadas. El Diseño Industrial implica un proceso de ideación, formalización, proyectación, construcción y apropiación de objetos. Las Ciencias Básicas se encuentran presentes en cada una de estas fases, ofrecen contenidos específicos a la Carrera conjugando el carácter formativo con el informativo, contribuyen al desarrollo de la imaginación, la creatividad y el juicio crítico, y dan cuenta de una cosmovisión del hombre característico de cada época y espacio.

Los contenidos de Matemática son de carácter instrumental y de aplicación en el resto de las asignaturas de la Carrera. Reconocer y abordar figuras en el plano y cuerpos en el espacio, utilizar sistemas de referencias, estimar, calcular, escalar, proporcionar, transformar y modelizar situaciones para facilitar el estudio de la realidad, a partir del lenguaje matemático, son las principales acciones a desarrollar, de manera secuenciada y espiralada, en la Asignatura. La Física complementa la formalización matemática al introducir las restricciones del mundo real. El conocimiento instrumental de la Física le confiere al diseñador la capacidad de prever fallos, optimizar recursos, garantizar la seguridad del usuario y diseñar productos cuya funcionalidad está intrínsecamente ligada a las leyes de la naturaleza. Nociones de Mecánica (Estática, Dinámica y Cinemática), materia y energía, presiones y ondas son centrales para operar sobre la realidad.

## SOBRE EL MATERIAL DE APRESTAMIENTO

Antes del inicio del cursado de la asignatura, te proponemos la realización de actividades que retoman contenidos de Matemática y Física abordados en el nivel Secundario. Éstos serán necesarios para desarrollar contenidos de las Ciencias Básicas orientados al Diseño Industrial. Se trata de dos guías:

- La primera, denominada **“1. Longitudes, perímetros y superficies”** comprende quince ejercicios simples centrados en el cálculo. Se incluyen las respuestas correctas a continuación de los ejercicios.
- La segunda, denominada **“2. Cuantificación”** comprende diez ejercicios que introducen la necesidad de traducir un fenómeno de la naturaleza a un lenguaje numérico preciso para poder medirlo, compararlo y predecirlo. En esta guía se incluye material teórico de apoyo, ejercicios resueltos y una autoevaluación.

Si bien la realización de este material es “optativo”, estamos convencidos que comenzar el cursado con este repaso es de suma utilidad ya que sienta las bases sobre las cuales construir otros conocimientos. En la cursada se generarán espacios para volver sobre las guías y dar respuestas a las dudas.

**Los ejercicios deben realizarse a mano, con lápiz o lapicera, en hojas cuadriculadas, preferentemente tamaño A4, con calculadora científica. Es importante reconocer en cada ejercicio los datos y las incógnitas, y plantear de manera clara y ordenada el procedimiento de resolución. Disponer de las respuestas correctas en las guías ayuda a la autoevaluación y la gestión del propio aprendizaje.**

**Tienes hasta el jueves 19 de marzo para realizar los ejercicios. Éxitos!!!**

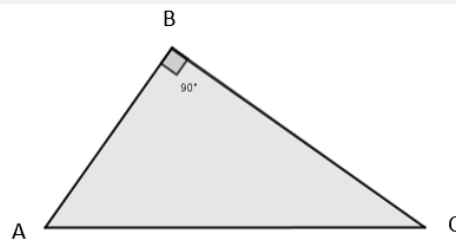
## 1. LONGITUDES, PERÍMETROS Y SUPERFICIES

### Ejercicio 1

¿Cuál es el valor de la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos miden, respectivamente, 6 cm y 8 cm? Graficar a escala 1:1.

### Ejercicio 2

Calcular la medida del lado AB del siguiente triángulo:  
Datos: AC = 52 cm; BC = 44 cm



### Ejercicio 3

Un cuadrado tiene un perímetro de 96 cm. Calcular:

- La medida del lado.
- La superficie.
- La medida de la diagonal.

### Ejercicio 4

La diagonal de un cuadrado es de 10 cm. Calcular:

- La medida del lado.
- El perímetro.
- La superficie.

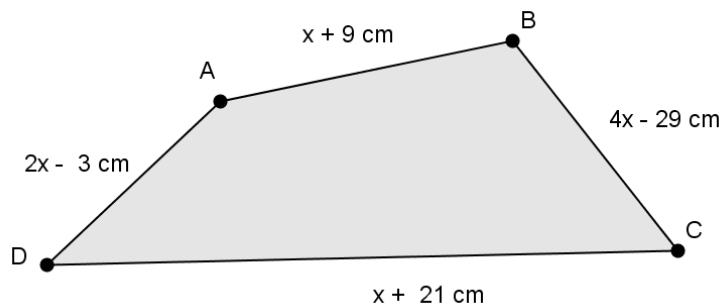
### Ejercicio 5

El perímetro de un rectángulo es de 44 cm. Uno de sus lados es de 8,3 cm.

- ¿Cuánto mide el otro lado?
- ¿Cuál es la superficie?
- Calcular el valor de su diagonal.

### Ejercicio 6

El perímetro del cuadrilátero de la figura es igual a 1,18 m. Calcular "x" y las medidas de los lados.



### Ejercicio 7

¿Qué superficie tiene un rombo cuyas diagonales miden, respectivamente, 5 cm y 8 cm? Graficar a escala 1:1.

### Ejercicio 8

Un rectángulo tiene una superficie de 450 cm<sup>2</sup>. Uno de sus lados es el doble del otro.

- ¿Cuánto mide cada lado?
- ¿Cuál es el perímetro?

### Ejercicio 9

¿Cuál es el perímetro y la superficie de un círculo de 5 cm de radio?

**Ejercicio 10**

El perímetro de una circunferencia es de 226,1946711 cm.

- ¿Cuál es su diámetro?
- ¿Cuál es su superficie?

**Ejercicio 11**

La superficie de un círculo tiene un valor de 176,7145868 m<sup>2</sup>. Calcular el valor del radio y del perímetro del círculo.

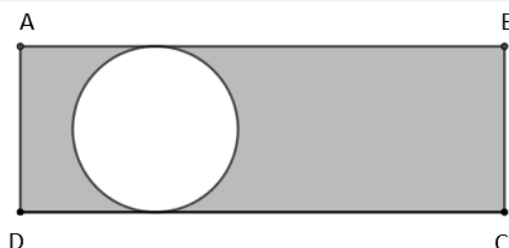
**Ejercicio 12**

Calcula el perímetro de un terreno rectangular si su superficie es de 226,92 m<sup>2</sup> y el ancho mide 12,4 m.

**Ejercicio 13**

¿Cuánto mide la superficie sombreada?

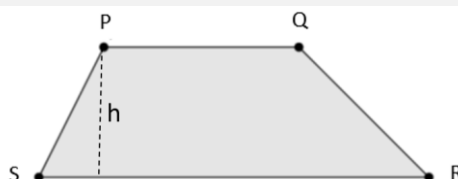
Datos: ABCD rectángulo; AB = 12,6 cm; BC = 4,3 cm

**Ejercicio 14**

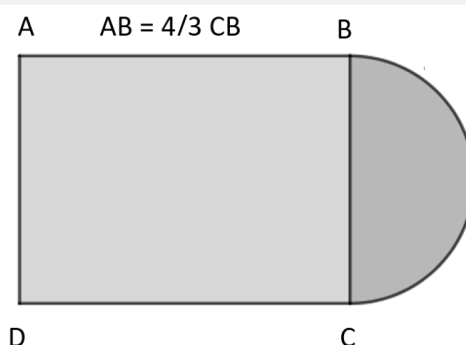
La siguiente figura es un trapecio de bases RS y PQ y altura h = 0,28 cm.

Datos: PQ = 0,92 cm; RS = 1,17 cm

¿Cuánto vale la superficie?

**Ejercicio 15**

Con los datos de la figura, calcular la superficie del rectángulo y el perímetro de toda la figura. La superficie del medio círculo es 9,047786842 cm<sup>2</sup>.

**Respuestas ejercicio****Ejercicio 1**

10 cm

**Ejercicio 2**

AB = 27,71281292 cm

**Ejercicio 3**

- a) 24 cm
- b)  $576 \text{ cm}^2$
- c) 33,9411255 cm

**Ejercicio 4**

- a) 7,071067812 cm
- b) 28,28427125 cm
- c)  $50 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 5**

- a) 13,7 cm
- b)  $113,71 \text{ cm}^2$
- c) 16,01811475 cm

**Ejercicio 6**

$x = 15 \text{ cm}$ ;  $AB = 24 \text{ cm}$ ;  $BC = 31 \text{ cm}$ ;  $CD = 36 \text{ cm}$ ;  $AD = 27 \text{ cm}$

**Ejercicio 7**

$20 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 8**

- a) 15 cm y 30 cm
- b) 90 cm

**Ejercicio 9**

Perímetro: 31,41592654 cm; superficie:  $78,53981634 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 10**

Diámetro: 72 cm; superficie:  $4071,504079 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 11**

Radio: 7,5 m; perímetro: 47,1238898 m.

**Ejercicio 12**

61,4 m

**Ejercicio 13**

$39,65798796 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 14**

$0,2926 \text{ cm}^2$

**Ejercicio 15**

Superficie:  $30,72 \text{ cm}^2$ ; perímetro: 25,13982237 cm

## 2. CUANTIFICACIÓN

### I. MARCO TEÓRICO

1. Cantidades físicas: patrones y unidades
  - 1.1. Unidades fundamentales y derivadas
2. Propiedades extensivas e intensivas
  - 2.1. Propiedades extensivas
  - 2.2. Propiedades intensivas
3. Notación científica
  - 3.1. Forma general
  - 3.2. Aplicaciones en Física
    - 3.3.1. Cómo convertir un número de notación estándar a notación científica
    - 3.3.2. Cómo convertir un número de notación científica a notación estándar
4. Múltiplos y submúltiplos
  - 4.1. Paso de unidades
    - 4.1.1. Unidades de longitud
    - 4.1.2. Unidades de superficie
    - 4.1.3. Unidades de volumen
    - 4.1.4. Unidades de masa
    - 4.1.5. Unidades de capacidad
  - 4.2. Relación entre el volumen y la capacidad
5. Magnitudes escalares y vectoriales
  - 5.1. Magnitudes escalares
  - 5.2. Magnitudes vectoriales
  - 5.3. Diferencia clave
  - 5.4. Representación
  - 5.5. Ejemplos
6. Densidad
  - 6.1. Ejemplos típicos de densidad
  - 6.2. Significado de la densidad
7. Ejercicios resueltos

### II. EJERCICIOS

### III. AUTOEVALUACIÓN

#### I. MARCO TEÓRICO

##### 1. Cantidades físicas: patrones y unidades

En el estudio de la Física, es fundamental poder describir cuantitativamente los fenómenos naturales. Para eso, se utilizan **cantidades físicas**, que son propiedades medibles de los cuerpos o sistemas, como la masa, el tiempo, la temperatura o la velocidad. Cada cantidad física debe expresarse mediante un **valor numérico** y una **unidad de medida** que indique la escala o el patrón con el que se la compara. Ejemplo: una pared mide 3,5 m de largo: el **número** es 3,5 y la **unidad de medida** es el metro ("m"), es decir:

número  $\longleftrightarrow$  3,5 m  $\longrightarrow$  unidad de medida

La misma pared podría, por ejemplo, tener una masa de 671,5 kg, o una temperatura de 28°C, etc.

Las **unidades** son convenciones adoptadas para cuantificar las cantidades físicas y tienen un desarrollo histórico. A la humanidad le llevó varios siglos ponerse de acuerdo acerca de qué es un metro, un kilogramo

o un segundo y estas unidades se han ido afinando en la medida de que la tecnología avanzó y las mediciones comenzaron a ser más precisas. Para garantizar que las mediciones sean comprensibles y comparables en todo el mundo, se utiliza el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**. Este sistema define un conjunto de **unidades fundamentales**, elegidas por ser independientes entre sí, a partir de las cuales se pueden construir las demás unidades.

### 1.1. Unidades fundamentales y derivadas

Las **magnitudes fundamentales** del **SI** son siete: metro (longitud), kilogramo (masa), segundo (tiempo), amperio (corriente eléctrica), grado kelvin (temperatura), candela (intensidad luminosa) y mol (cantidad de sustancia). Veamos el siguiente cuadro:

| Magnitud fundamental        | Unidad (SI)  | Símbolo |
|-----------------------------|--------------|---------|
| Longitud (l)                | metro        | m       |
| Masa (m)                    | kilogramo    | kg      |
| Tiempo (t)                  | segundo      | s       |
| Temperatura (T)             | grado kelvin | K       |
| Intensidad de corriente (i) | amperio      | A       |
| Intensidad luminosa (j)     | candela      | cd      |
| Cantidad de sustancia (n)   | mol          | mol     |

Las tres primeras (longitud: **metro**; masa: **kilogramo** y tiempo: **segundo**) definen el llamado **SISTEMA mks** y al ser unidades fundamentales, se delimitan arbitrariamente y del modo más preciso posible. Sólo para ejemplificar, veremos algunas de estas definiciones.

El **metro** es la longitud del trayecto recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de  $1/299\,792\,458$  segundos. Esta definición fija la velocidad de la luz en el vacío en exactamente  $299\,792\,458$  m/s, y usa esta constante universal como base. Vale aclarar que entre los años 1889 y 1960, el metro estuvo definido como la distancia entre dos marcas trazadas sobre una barra de aleación de platino (90%) e iridio (10%), conservada a una temperatura de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , bajo condiciones controladas en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), en Sèvres, Francia.

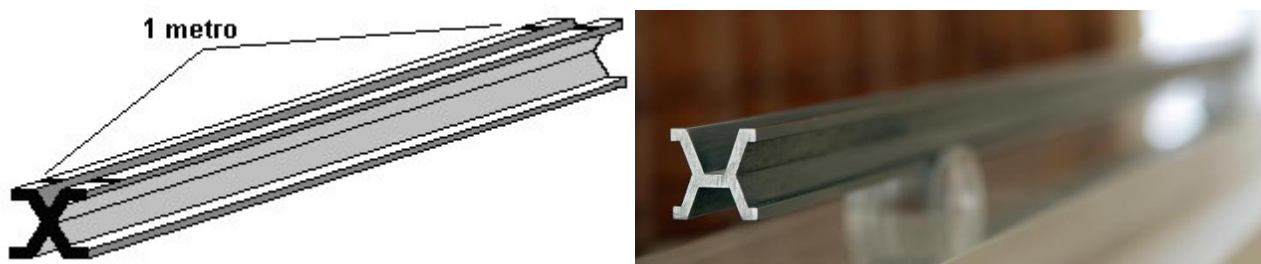


Imagen extraída de: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/la-historia-del-metro-patron>

El **segundo** es la duración de  $9\,192\,631\,770$  periodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133, en reposo y a temperatura cero grado kelvin.

A partir de estas unidades fundamentales, se definen las **unidades derivadas**, que resultan de combinaciones algebraicas de las fundamentales. Por ejemplo, la unidad de velocidad es el metro sobre segundo (m/s), y la del área es el metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ).

| Magnitud derivada         | Unidad (SI)                  | Símbolo          |
|---------------------------|------------------------------|------------------|
| Área o superficie (A ó S) | metro cuadrado               | m <sup>2</sup>   |
| Volumen (V)               | metro cúbico                 | m <sup>3</sup>   |
| Velocidad (v)             | metro/segundo                | m/s              |
| Aceleración (a)           | metro/segundo <sup>2</sup>   | m/s <sup>2</sup> |
| Fuerza (F)                | kg.m/s <sup>2</sup> = Newton | N                |
| Presión (p)               | N/m <sup>2</sup> = Pascal    | Pa               |
| Trabajo (T o W)           | N.m = Joule                  | J                |
| Potencia (P)              | N.m/s = Watt                 | W                |

Comprender la diferencia entre unidades fundamentales y derivadas, y el rol que cumplen los patrones, es esencial para cualquier trabajo científico o técnico que involucre mediciones.

## 2. Propiedades extensivas e intensivas

Cuando se estudian los materiales o sistemas físicos, es importante distinguir entre dos tipos de propiedades: **extensivas** e **intensivas**. Esta clasificación se basa en **cómo varían las propiedades cuando cambia la cantidad de materia**.

### 2.1. Propiedades extensivas

Son las propiedades que **dependen de la cantidad de materia** presente en el sistema. Es decir, **cambian si cambia el tamaño o la masa del cuerpo**. Ejemplos: **masa, volumen, longitud, energía, carga eléctrica**.

Ejemplo práctico: si se corta un bloque de hierro a la mitad, su **masa** y su **volumen** también se reducen a la mitad.

### 2.2. Propiedades intensivas

Son las propiedades que **no dependen de la cantidad de materia**, sino que **permanecen constantes** mientras la sustancia sea la misma, sin importar cuánta haya. Ejemplos: **densidad, temperatura, presión, punto de fusión, índice de refracción, color**.

Ejemplo práctico: Si se divide un lingote de oro para hacer anillos, **el color, la dureza, el brillo, el punto de fusión** (temperatura a la que hierve), **la densidad**, de cada anillo, seguirán siendo los mismos independientemente de su forma o tamaño.

## 3. Notación científica

La **notación científica** es una forma de expresar números muy grandes o muy pequeños de manera **compacta y precisa**, utilizando potencias de base 10. Se utiliza ampliamente en Física, Matemática, Química e Ingeniería, donde los valores pueden variar desde dimensiones subatómicas hasta distancias astronómicas.

### 3.1. Forma general

Todo número en notación científica se escribe de la forma:  **$a \times 10^n$**

Donde:

- a es un número decimal **mayor o igual que 1 y menor que 10** (el coeficiente o mantisa),
- $10^n$  indica una **potencia de diez**, y
- n es un **entero**, positivo o negativo, que se llama **exponente**.



Se basa en el hecho de que las potencias positivas de 10 tienen un “uno” y tantos ceros como indica el exponente, por ejemplo:

$$10^4 = 10\,000$$

$$10^3 = 1\,000$$

$$10^9 = 1\,000\,000\,000$$

Entonces, un número como 53000 se puede descomponer en  $5,3 \times 10000$  y su notación científica será  $5,3 \times 10^4$  (recordar que el coeficiente o mantisa debe ser mayor o igual que uno, y menor que 10, entonces no es válido  $53 \times 10^3$ , ni  $0,53 \times 10^5$  aunque matemáticamente son el mismo número). Veamos otros ejemplos:

$$6940 = 6,94 \times 10^3$$

$$1832453 = 1,832453 \times 10^6$$

Y las potencias negativas de 10 se pueden expresar como un decimal que tiene tantas cifras decimales como el exponente, finalizando en “uno”.

$$10^{-1} = \left(\frac{1}{10}\right)^1 = 0,1 \qquad 10^{-2} = \left(\frac{1}{10}\right)^2 = \left(\frac{1}{100}\right) = 0,01 \qquad 10^{-3} = \left(\frac{1}{10}\right)^3 = \left(\frac{1}{1000}\right) = 0,001, \text{ etc.}$$

Por lo tanto, un número positivo muy pequeño, menor que uno, se puede expresar en notación científica de la siguiente manera:

$$0,00006 = 6 \times 0,00001 = 6 \times 10^{-5}$$

$$0,0459 = 4,59 \times 10^{-2}$$

$$0,8325 = 8,325 \times 10^{-1}$$

La **notación científica simplifica cálculos** con números muy grandes o pequeños, **facilita la lectura** y escritura de datos científicos, permite expresar con claridad el **orden de magnitud** de una cantidad y **disminuye** la posibilidad de **errores**, ya que en la notación tradicional es muy fácil olvidar un cero o escribir alguno de más.

### 3.2. Aplicaciones en Física

Velocidad de la luz:  $300\,000\,000 \text{ m/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Masa del electrón:  $0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,911 \text{ kg} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

Distancia Tierra-Sol:  $149\,600\,000\,000 \text{ m} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$

#### 3.3.1. Cómo convertir un número de notación estándar a notación científica

1. Ubicá la coma decimal (si el número es entero, está al final).
2. Corré la coma hasta que te quede un número mayor o igual que uno, pero menor que 10.
3. Escribí ese número multiplicado por 10 elevado al número de lugares que desplazaste la coma decimal.
4. El exponente es positivo si el número original es mayor que 10, y negativo si es menor que 1.

Ejemplos:

$$58\,000 = 5,8 \times 10^4$$

$$0,0000034 = 3,4 \times 10^{-6}$$

#### 3.3.2. Cómo convertir un número de notación científica a notación estándar

1. Ubicá la coma decimal.
2. Fijate cuál es el exponente de 10.
3. Corré la coma hacia la derecha (o agregá ceros) si el exponente es un número positivo.
4. Corré la coma hacia la izquierda (o agregá ceros) si el exponente es un número negativo.

Ejemplos:

$$6,02 \times 10^5 = 602000$$

$$1,83 \times 10^{-7} = 0,000\,000\,183$$

#### 4. Múltiplos y submúltiplos

Las **cantidades físicas** pueden abarcar rangos muy amplios: desde dimensiones atómicas hasta distancias astronómicas. Para facilitar su expresión y lectura, se utilizan **prefijos del Sistema Internacional SI** que representan **múltiplos** y **submúltiplos** decimales de las unidades. Los más utilizados son:

| para los múltiplos    | para los submúltiplos       |
|-----------------------|-----------------------------|
| miria = diez mil (ma) | deci = décima parte (d)     |
| kilo = mil (k)        | centi = centésima parte (c) |
| deca = diez (da)      | mili = milésima parte (m)   |

Además, existen otros prefijos para escribir valores muy grandes o pequeños, como vemos en la tabla:

| Prefijo | Símbolo | Factor     | Ejemplo                                                     |
|---------|---------|------------|-------------------------------------------------------------|
| peta    | P       | $10^{15}$  | 1 petajoule (PJ) = $10^{15}$ Joules                         |
| tera    | T       | $10^{12}$  | 1 terabyte (Tb) = $10^{12}$ bytes                           |
| giga    | G       | $10^9$     | 7 gigámetros (Gm) = $7 \times 10^9$ metros                  |
| mega    | M       | $10^6$     | 1 megasegundo (Ms) = $10^6$ segundos                        |
| kilo    | k       | $10^3$     | 5 kiloNewton (kN) = 5000 Newton                             |
| unidad  | -       | $10^0 = 1$ | 1 metro (1 m), 5 litros (5 l)                               |
| mili    | m       | $10^{-3}$  | 2 miligramos (mg) = $2 \times 10^{-3}$ gramos               |
| micro   | $\mu$   | $10^{-6}$  | 8 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) = $8 \times 10^{-6}$ metros |
| nano    | n       | $10^{-9}$  | 3 nanolitros (nl) = $3 \times 10^{-9}$ litros               |
| pico    | p       | $10^{-12}$ | 6 picogramos (pg) = $6 \times 10^{-12}$ gramos              |
| femto   | f       | $10^{-15}$ | 1 femtoamperio (fA) = $1 \times 10^{-15}$ amp.              |

##### 4.1. Paso de unidades

En la vida diaria, utilizamos permanentemente magnitudes físicas tanto para medir, para expresar resultados o simplemente para referirnos a hechos cotidianos. Por lo general, y de un modo intuitivo, tendemos a expresar una cantidad a partir de un número y una unidad de medida, de tal manera que nos resulte de fácil comprensión. Por ejemplo, si tenemos que encontrarnos con una persona, lo más probable es que digamos: “nos vemos dentro de 2 horas”, y no “dentro de 120 minutos”, mucho menos “en 7200 segundos”, a pesar de que todas las expresiones son equivalentes. De la misma manera, solemos expresar por ejemplo nuestra altura en metros y centímetros ( $1,62 \text{ m} = 1 \text{ metro con } 62 \text{ centímetros}$ ), aunque igualmente correcto sería decir 1620 mm o 0,00162 km.

En Física, resulta de vital importancia conocer y dominar el paso de una unidad a otra. El sistema decimal de numeración hace que los pasajes de unidades sean muy simples para algunas magnitudes (como la longitud), mientras que, para otras magnitudes, como el tiempo, los pasajes requieren más cálculos y el dominio de la regla de tres simple directa.

##### 4.1.1. Unidades de longitud

En el Sistema Internacional de Unidades (SI), el metro (m) es la unidad fundamental de longitud. A partir del metro se derivan otras unidades que permiten trabajar con longitudes más grandes o más pequeñas, usando prefijos decimales que indican múltiplos o submúltiplos del metro.

| MÚLTIPLOS |            |           | UNIDAD       | SUBMÚLTIPLOS |            |           |
|-----------|------------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|
| kilómetro | hectómetro | decámetro | <b>metro</b> | decímetro    | centímetro | milímetro |
| km        | hm         | dam       | m            | dm           | cm         | mm        |
| 1000 m    | 100 m      | 10 m      | 1 m          | 0,1 m        | 0,01 m     | 0,001 m   |

Las conversiones se hacen multiplicando o dividiendo por potencias de 10.

$$2,35 \text{ km} = 2350 \text{ m} = 2350000 \text{ mm}$$

$$9,6 \text{ dm} = 0,096 \text{ dam} = 96 \text{ cm}$$

$$0,0785 \text{ hm} = 7,85 \text{ m} = 0,00785 \text{ km}$$

#### 4.1.2. Unidades de superficie

La unidad es el metro cuadrado ( $\text{m}^2$ ) y las conversiones se hacen multiplicando o dividiendo por 100.

| MÚLTIPLOS             |                     |                    | UNIDAD                | SUBMÚLTIPLOS       |                      |                        |
|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| kilómetro cuadrado    | hectómetro cuadrado | decámetro cuadrado | <b>metro cuadrado</b> | decímetro cuadrado | centímetro cuadrado  | milímetro cuadrado     |
| $\text{Km}^2$         | $\text{hm}^2$       | $\text{dam}^2$     | $\text{m}^2$          | $\text{dm}^2$      | $\text{cm}^2$        | $\text{mm}^2$          |
| $1000000 \text{ m}^2$ | $10000 \text{ m}^2$ | $100 \text{ m}^2$  | $1 \text{ m}^2$       | $0,01 \text{ m}^2$ | $0,0001 \text{ m}^2$ | $0,000001 \text{ m}^2$ |

$$2,35 \text{ km}^2 = 2350000 \text{ m}^2 = 2350000000000 \text{ mm}^2 = 2,35 \times 10^{12} \text{ mm}^2$$

$$9,6 \text{ dm}^2 = 0,00096 \text{ dam}^2 = 960 \text{ cm}^2$$

$$0,0785 \text{ hm}^2 = 785 \text{ m}^2 = 0,000785 \text{ km}^2 = 7,85 \times 10^{-4} \text{ km}^2$$

#### 4.1.3. Unidades de volumen

La unidad es el metro cúbico ( $\text{m}^3$ ) y las conversiones se hacen multiplicando o dividiendo por 1000.

| MÚLTIPLOS                   |                             |                             | UNIDAD              | SUBMÚLTIPLOS                   |                                |                                |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| kilómetro cúbico            | hectómetro cúbico           | decámetro cúbico            | <b>metro cúbico</b> | decímetro cúbico               | centímetro cúbico              | milímetro cúbico               |
| $\text{Km}^3$               | $\text{hm}^3$               | $\text{dam}^3$              | $\text{m}^3$        | $\text{dm}^3$                  | $\text{cm}^3$                  | $\text{mm}^3$                  |
| $1 \times 10^9 \text{ m}^3$ | $1 \times 10^6 \text{ m}^3$ | $1 \times 10^3 \text{ m}^3$ | $1 \text{ m}^3$     | $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ | $1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ | $1 \times 10^{-9} \text{ m}^3$ |

$$2,35 \text{ km}^3 = 2350000000 \text{ m}^3 = 2350000000000000 \text{ mm}^3 = 2,35 \times 10^{15} \text{ mm}^3$$

$$9,6 \text{ dm}^3 = 0,0000096 \text{ dam}^3 = 9,6 \times 10^{-6} \text{ dam}^3 = 9600 \text{ cm}^3$$

$$0,0785 \text{ hm}^3 = 78500 \text{ m}^3 = 0,0000785 \text{ km}^3 = 7,85 \times 10^{-5} \text{ km}^3$$

#### 4.1.4. Unidades de masa

En el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad fundamental de masa es el kilogramo (kg), a pesar de que en muchos contextos cotidianos se habla del “gramo” (g). El SI considera al kilogramo como la unidad base, aunque los múltiplos y submúltiplos se forman a partir del gramo. Estas unidades permiten expresar masas desde valores muy pequeños (como los de una tableta de medicamento) hasta grandes cantidades (como el peso de un vehículo o una carga industrial).

| Nombre     | Símbolo | Equivalencia en kg | Equivalencia en gramos | Relación decimal |
|------------|---------|--------------------|------------------------|------------------|
| tonelada   | t       | 1 000 kg           | 1 000 000 g            | $10^6 \text{ g}$ |
| quintal    | q       | 100 kg             | 100 000 g              | $10^5 \text{ g}$ |
| miriagramo | mag     | 10 kg              | 10 000 g               | $10^4 \text{ g}$ |
| kilogramo  | kg      | 1 kg               | 1 000 g                | $10^3 \text{ g}$ |
| hectogramo | hg      | 0,1 kg             | 100 g                  | $10^2 \text{ g}$ |

|            |     |             |         |             |
|------------|-----|-------------|---------|-------------|
| decagramo  | dag | 0,01 kg     | 10 g    | $10^1$ g    |
| gramo      | g   | 0,001 kg    | 1 g     | $10^0$ g    |
| decigramo  | dg  | 0,0001 kg   | 0,1 g   | $10^{-1}$ g |
| centigramo | cg  | 0,00001 kg  | 0,01 g  | $10^{-2}$ g |
| miligramo  | mg  | 0,000001 kg | 0,001 g | $10^{-3}$ g |

**Nota:** aunque el **kilogramo** es la unidad base del SI, los prefijos se aplican normalmente al **gramo (g)** en usos prácticos.

#### 4.1.5. Unidades de capacidad

La unidad es el litro (l), y se utilizan los mismos prefijos que vimos para la longitud y la masa.

| MÚLTIPLOS |            |            | UNIDAD       | SUBMÚLTIPLOS |            |           |
|-----------|------------|------------|--------------|--------------|------------|-----------|
| kilolitro | hectolitro | hectolitro | <b>litro</b> | decilitro    | centilitro | mililitro |
| kl        | hl         | dal        | l            | dl           | cl         | ml        |
| 1000 l    | 100 l      | 10 l       | 1 l          | 0,1 l        | 0,01 l     | 0,001 l   |

**Nota:** para litro se puede utilizar tanto la minúscula “l” como la mayúscula “L”.

#### 4.2. Relación entre el volumen y la capacidad

El **volumen** y la **capacidad** miden cuánto espacio ocupa o puede contener un cuerpo, pero se expresan con **unidades diferentes**:

- El **volumen** se mide en **metros cúbicos ( $m^3$ )** y sus múltiplos o submúltiplos:  $dm^3$ ,  $cm^3$ ,  $mm^3$ ,  $dam^3$ , etc.
- La **capacidad** se mide en **litros (l)** y sus múltiplos o submúltiplos: ml, cl, kl, etc.

Ambas magnitudes están **directamente relacionadas**. Las equivalencias más importantes son:

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml} = 0,001 \text{ l}$$

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ l}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1 \text{ kl} = 1000 \text{ l}$$

### 5. Magnitudes escalares y vectoriales

En Física y en el Diseño Industrial, usamos diferentes tipos de magnitudes para describir la realidad.

#### 5.1. Magnitudes escalares

Son aquellas que **quedan completamente definidas con un número y una unidad de medida**. No necesitan dirección ni sentido. Ejemplos: **masa, tiempo, temperatura, energía, densidad, volumen, longitud**.

En Diseño Industrial, por ejemplo:

- Al decir que un objeto tiene **2,5 kg de masa**, no hace falta indicar hacia dónde “va” esa masa, la masa no apunta en ninguna dirección.
- Cuando medimos la **temperatura de un horno (850 °C)**, solamente con el valor y la unidad es suficiente para describir la magnitud.

#### 5.2. Magnitudes vectoriales

Son aquellas que, además de un número y su unidad (es decir: su **módulo**), **requieren punto de aplicación, dirección y sentido** para quedar definidas. Ejemplos: **fuerza, velocidad, aceleración, desplazamiento, peso**.

En Diseño Industrial, por ejemplo:

- Si empujamos una pieza con **40 N hacia el este**, no basta decir “40 N”: necesitamos saber **dónde y cómo se aplica**.
- Una **velocidad de 5 m/s** no tiene sentido sin decir **hacia qué dirección se mueve** el objeto.

#### 5.3. Diferencia clave

**Magnitud escalar:** responde a la pregunta “¿cuánto?”

**Magnitud vectorial:** responde a “¿cuánto, ¿dónde, en qué dirección y sentido?”

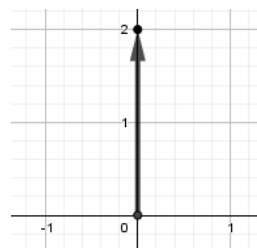
## 5.4. Representación

Los escalares se representan con símbolos simples: m, kg, m<sup>2</sup>, °C.

Los vectores se representan gráficamente con flechas: la **longitud** de la flecha indica el módulo, y la **orientación** indica la dirección y sentido. Para representar una fuerza, debemos además utilizar una escala de representación adecuada. Ejemplos:

**Velocidad:**  $v = 20$  m/s, hacia el norte.

Escala:  $1\text{ cm} \equiv 10\text{ m/s}$



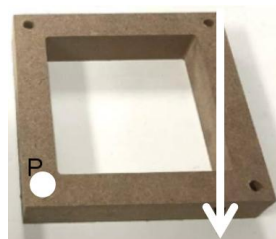
**Fuerza:**  $F = 50$  N, hacia la derecha.

Escala:  $1\text{ cm} \equiv 10\text{ N}$



**Fuerza:**  $F = 40$  N, aplicada en la esquina superior derecha de una pieza que gira alrededor de “P”, hacia abajo. Escala:  $1\text{ cm} \equiv 10\text{ N}$

En este caso vemos la importancia de definir el punto de aplicación, ya que la rotación sería diferente si la fuerza se aplicara en otro punto.



## 5.5. Ejemplos

Cuando calculamos **cuánto material** necesitamos (masa, volumen, densidad), trabajamos con **escalares**, mientras que cuando analizamos **cargas, esfuerzos o desplazamientos** de un objeto, usamos **vectores**, porque la dirección cambia todo el comportamiento estructural.

## 6. Densidad

La **densidad** es una magnitud física que relaciona la **masa** de un cuerpo con el **volumen** que ocupa. Es una propiedad característica de cada sustancia, lo que significa que una misma sustancia siempre tiene la misma densidad bajo condiciones normales, sin importar la cantidad, por lo tanto, es una propiedad **intensiva**.

### Fórmula de la densidad

$$\delta = \frac{m}{V}$$

Donde:

$\delta$  (letra griega: delta): densidad

**m:** masa

**V:** volumen

### Unidades de densidad

En el **Sistema Internacional (SI)**:

- Masa se mide en **kilogramos (kg)**
- Volumen en **metros cúbicos (m<sup>3</sup>)**

Entonces la unidad de densidad en el SI es:  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Aunque son válidas también  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ;  $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ ;  $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ , etc.

### 6.1. Ejemplos típicos de densidad

| Sustancia      | Densidad                                         |
|----------------|--------------------------------------------------|
| Agua (a 4°C)   | 1 g/cm <sup>3</sup>                              |
| Aire (a 20°C)  | 1,2 kg/m <sup>3</sup>                            |
| Hierro         | 7,8 g/cm <sup>3</sup> = 7800 kg/m <sup>3</sup>   |
| Mercurio       | 13,6 g/cm <sup>3</sup> = 13600 kg/m <sup>3</sup> |
| Madera de pino | 0,5 g/cm <sup>3</sup> = 500 kg/m <sup>3</sup>    |

## 6.2. Significado de la densidad

Para poder pensar en lo que se entiende por densidad, tomaremos un ejemplo cotidiano: en este caso (líquido anticorrosivo) vemos en la etiqueta la información: 1 l; 1,12 kg. Sabiendo que 1 litro equivale a 1000 cm<sup>3</sup> y que 1,12 kg son 1120 g; calculamos según la fórmula:  $\delta = \frac{m}{V}$ , siendo m = 1120 g y V = 1000 cm<sup>3</sup>:

$$\delta = \frac{1120 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 1,12 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Es decir que cada cm<sup>3</sup> de ese material tiene una masa de 1,12 g.



Una forma experimental de calcular la densidad es midiendo la masa con una balanza y calculando el volumen de forma geométrica si el cuerpo es regular, o de forma indirecta a través de una probeta graduada en ml (recordar que 1 ml = 1 cm<sup>3</sup>) que se llena de agua hasta cierto nivel, luego se agrega el cuerpo a medir con lo que la diferencia de nivel equivale al volumen del cuerpo sumergido. Analizamos la siguiente situación:



Tenemos tres cilindros de igual volumen, uno de madera (52 g), y otros de diferentes aleaciones de bronce (420 g y 441 g, respectivamente). La masa de los cuerpos fue grabada con una cuña, debido a que son un material de laboratorio.



A la izquierda, la probeta se llenó con 112 cm<sup>3</sup> de agua.



A la derecha, con el cilindro sumergido, el nivel llegó a los 166 cm<sup>3</sup>.

La diferencia 166 cm<sup>3</sup> - 112 cm<sup>3</sup> = 54 cm<sup>3</sup> representa el volumen del cuerpo.

- Densidad de la madera =  $\frac{52 \text{ g}}{54 \text{ cm}^3} = 0,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

- Densidad del bronce (aleación 1) =  $\frac{420 \text{ g}}{54 \text{ cm}^3} = 7,77 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- Densidad del bronce (aleación 2) =  $\frac{441 \text{ g}}{54 \text{ cm}^3} = 8,167 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

## 7. Ejercicios resueltos

- Una pieza con forma de prisma de base rectangular, cuya base mide 60 cm de ancho y 1,20 m de largo, tiene una altura de 4 mm y está hecho con el material del ejercicio anterior (aleación 1). Calcular su masa en g, y en notación científica.

Calculamos el volumen, previo expresar todas las medidas en cm:

$$V = 60 \text{ cm} \times 120 \text{ cm} \times 0,4 \text{ cm} = 2880 \text{ cm}^3$$

Luego la masa, con la fórmula  $m = \delta \times V$

$$m = 7,77 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 2880 \text{ cm}^3 \text{ (se simplifican los cm}^3\text{)}$$

$$m = 22377,6 \text{ g} = 2,23776 \times 10^4 \text{ g}$$

- ¿Qué volumen ocupa una tabla de madera de  $7,5 \times 10^3 \text{ hg}$ , sabiendo que su densidad es  $0,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ? Expresar en  $\text{dm}^3$ .

El volumen se calcula con la fórmula  $V = \frac{m}{\delta}$ , siendo la masa  $m = 7500 \text{ hg} = 750000 \text{ g}$

$$V = \frac{750000 \text{ g}}{0,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 1250000 \text{ cm}^3 = 1250 \text{ dm}^3$$

- Considerando los datos aportados por las etiquetas, decidir cuál material es más denso, y cuál flota en el agua: ¿la espuma de afeitar o el insecticida?



Densidad de la espuma de afeitar =

$$\frac{312 \text{ g}}{322 \text{ cm}^3} = 0,9689 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$



Densidad del insecticida =

$$\frac{313 \text{ g}}{360 \text{ cm}^3} = 0,8694 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Posee mayor densidad la espuma de afeitar y ambas sustancias flotan en el agua, debido a que sus densidades son menores a  $1 \text{ g/cm}^3$ .

## II. EJERCICIOS

### Ejercicio 1

Una pieza cilíndrica de aluminio mide 25 cm de largo y 3 cm de diámetro.

- Calcular su volumen en  $\text{cm}^3$  y  $\text{m}^3$ .
- Sabiendo que la densidad del aluminio es  $2,70 \text{ g/cm}^3$ , hallar su masa en g y kg.

### Ejercicio 2

Un envase plástico tiene una masa de  $1,35 \times 10^{-2} \text{ kg}$  y su volumen es de  $1,50 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ .

- Determinar la densidad en  $\text{kg/m}^3$ .
- Convertir la densidad a  $\text{g/cm}^3$ .
- ¿El material podría ser polietileno (densidad aprox.  $0,95 \text{ g/cm}^3$ )?

### Ejercicio 3

Se diseñan esferas de vidrio macizo con un radio de 3,5 cm. La densidad del vidrio es de  $2,5 \text{ g/cm}^3$ .

Calcular, en kg, la masa de 6000 esferas. Dato: volumen de la esfera =  $\frac{4}{3} \pi \cdot r^3$

### Ejercicio 4

Un diseñador necesita saber cuánta masa de arcilla (densidad:  $2,30 \text{ g/cm}^3$ ) se necesita para hacer 20 cubos de 8 cm de arista. Expresar en dag.

### Ejercicio 5

Un diseñador industrial genera un envase cilíndrico para contener perfume, cuya base tiene 2,1 cm de radio y su altura es de 8 cm. En una semana, la fábrica generó 5 litros de ese perfume. ¿Cuántos envases se alcanzan a llenar, y qué cantidad en ml de perfume sobra?

### Ejercicio 6

Expresar en notación científica, cuántos segundos transcurren en un año de 365 días.

### Ejercicio 7

Una pieza de base cuadrada y altura uniforme, que forma la base de un velador, tiene una densidad de  $5 \text{ g/cm}^3$  y una masa de 1200 g. ¿Qué altura tiene la pieza, si sabemos que la base mide 8 cm de lado?

### Ejercicio 8

Un cilindro de 6 cm de diámetro y 13,4 cm de altura está hecho de una aleación cuya densidad es  $\delta = 7,2 \text{ g/cm}^3$ . Calcular:

- Su volumen. Expresar en  $\text{cm}^3$  y en notación científica.
- Su masa. Expresar en g.

### Ejercicio 9

Un diseñador debe generar un dispositivo que se hunda en glicerina ( $\delta = 1,26 \text{ g/cm}^3$ ). Para eso dispone de los siguientes datos:

- Un material "A" tal que un cuerpo de  $2000 \text{ cm}^3$  tiene una masa de 2,4 kg.
- Un material "B" tal que un cubo de 3 cm de arista tiene una masa de 36 g.

¿Cuál material utilizará, y por qué?

### Ejercicio 10

Una pieza hueca de acero tiene un volumen externo de  $8,00 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  y un volumen interno de  $2,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ . La densidad del acero es de  $7,80 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

- Calcular el volumen de material. Expresar en  $\text{m}^3$  y  $\text{cm}^3$ .
- Hallar, en kg, la masa de la pieza.



## Respuestas ejercicios

### **Ejercicio 1**

- a)  $176,7145868 \text{ cm}^3 = 1,767145868 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  ( $0,0001767145868 \text{ m}^3$ )  
b)  $477,1293843 \text{ g} = 0,4771293843 \text{ kg}$

### **Ejercicio 2**

- a)  $\delta: 900 \text{ kg/m}^3$   
b)  $\delta: 0,9 \text{ g/cm}^3$   
c) Sí.

### **Ejercicio 3**

2693,9157 kg

### **Ejercicio 4**

2355,2 dag

### **Ejercicio 5**

Alcanza para llenar 45 envases, y sobran 12,407504 ml.

### **Ejercicio 6**

$3,1536 \times 10^7 \text{ s}$

### **Ejercicio 7**

h: 3,75 cm

### **Ejercicio 8**

$3,788760740 \times 10^2 \text{ cm}^3$   
2727,907733 g

### **Ejercicio 9**

Utilizará el material "B" que tiene una densidad de  $1,3 \text{ g/cm}^3$ . Para que el dispositivo se hunda su densidad debe ser superior a la del fluido en el que se sumerge. La densidad del material "B" ( $1,3 \text{ g/cm}^3$ ) supera la densidad de la glicerina ( $1,26 \text{ g/cm}^3$ ), cumpliendo con el requisito del diseño.

### **Ejercicio 10**

- a)  $5,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,00055 \text{ m}^3 = 550 \text{ cm}^3$   
b) 4,29 kg

### III. AUTOEVALUACIÓN

- 1) Una cantidad física, es:
  - a) Una característica que sólo puede expresarse de manera cualitativa.
  - b) Una cantidad medible de un cuerpo o de un sistema.
  - c) Un valor numérico que no necesita de una unidad para ser comprendido.
  - d) Una propiedad que depende únicamente de la percepción del observador.
- 2) El sistema MKS significa:
  - a) metro, kilogramo, segundo
  - b) milímetro, kelvin, segundo
  - c) metro, kilowatt, segundo
  - d) masa, kilogramo, segundo
- 3) Las propiedades intensivas de la materia son:
  - a) Las que se modifican únicamente al cambiar de estado sólido a líquido.
  - b) Las que no dependen de la cantidad de materia.
  - c) Las que aumentan proporcionalmente con la masa del cuerpo.
  - d) Las que sólo se pueden medir en el laboratorio mediante instrumentos complejos.
- 4) La notación científica se utiliza para:
  - a) Expresar únicamente números enteros.
  - b) Facilitar el cálculo de raíces cuadradas.
  - c) Representar números muy grandes o muy pequeños de manera sencilla.
  - d) Redondear los números con mayor precisión.
- 5)  $2,35 \times 10^3$  hg, equivale a:
  - a) 235000 g
  - b) 2350 kg
  - c) 2,35 mg
  - d) 23500 cg
- 6) En el siguiente listado: masa, velocidad, tiempo, temperatura, fuerza, hay:
  - a) 4 magnitudes vectoriales y 1 magnitud escalar
  - b) 2 magnitudes vectoriales y 3 magnitudes escalares
  - c) 3 magnitudes vectoriales y 2 magnitudes escalares
  - d) 5 magnitudes escalares
- 7) La densidad de un elemento es:
  - a) La relación entre el área de apoyo y su peso.
  - b) El producto de su masa por su volumen.
  - c) La relación entre su masa y su altura.
  - d) La relación entre su masa y su volumen.
- 8) Un cuerpo de cierto material tiene una densidad de  $2,4 \text{ g/cm}^3$ . Si tomamos un cuerpo que sea tres veces más grande que el anterior, y del mismo material, su densidad será:
  - a) La misma que la del primer cuerpo.
  - b) El triple que la del primer cuerpo.
  - c) La tercera parte que la del primer cuerpo.
  - d) No puede saberse con los datos proporcionados.
- 9) Las características de las magnitudes vectoriales son:
  - a) Masa, longitud, módulo y dirección.

- b) Dirección, sentido, valor y módulo.
  - c) Punto de aplicación, dirección, sentido y velocidad.
  - d) Dirección, sentido, punto de aplicación y módulo.
- 10) El Newton (N), es:
- a) Una unidad fundamental.
  - b) Una unidad derivada.
  - c) Una magnitud fundamental.
  - d) Una magnitud derivada.

#### **Respuestas autoevaluación**

- 1) b) Una cantidad medible de un cuerpo o de un sistema.
- 2) a) metro, kilogramo, segundo
- 3) b) Las que no dependen de la cantidad de materia.
- 4) c) Representar números muy grandes o muy pequeños de manera sencilla.
- 5) a) 235 000 g
- 6) b) 2 magnitudes vectoriales y 3 magnitudes escalares.
- 7) d) La relación entre su masa y su volumen.
- 8) a) La misma que la del primer cuerpo.
- 9) d) Dirección, sentido, punto de aplicación y módulo.
- 10) b) Una unidad derivada