LA MEDIDA: MAGNITUDES Y UNIDADES

APARTADO 1.- EL MÉTODO CIENTÍFICO

1.1. Cuando se colocan en dos fuegos de igual potencia dos cazos idénticos, uno con el doble de agua que el otro, ¿qué variable determina que, transcurrido cierto tiempo, la temperatura del agua contenida en ambos cazos sea diferente?

La masa, ya que las demás magnitudes que intervienen en el proceso (potencia de los fuegos, naturaleza de la sustancia, material del que está hecho el cazo y tiempo) son iguales en ambas experiencias.

1.2. ¿Qué diferencia hay entre una ley y una hipótesis? ¿Y entre una ley y una teoría científica?

DIFERENCIA LEY - HIPÓTESIS: Una hipótesis es una suposición basada en la observación y que todavía hay que demostrar. Una ley es una conclusión obtenida de una hipótesis y que ya está demostrada.

DIFERENCIA LEY - TEORÍA: Una ley es una conclusión que explica un conjunto de hechos o fenómenos mientras que una teoría abarca a un conjunto de leyes deducidas con anterioridad que están relacionadas entre sí y nos permite explicar el comportamiento de la naturaleza en un conjunto de fenómenos conectados.

1.3. Cuando dejamos suelta una piedra en el aire, siempre cae hacia el suelo, siguiendo una trayectoria vertical. ¿Es una casualidad? ¿Cómo podrías demostrar que no lo es?

No se trata de una casualidad, sino que es una consecuencia de la fuerza de atracción gravitatoria que ejercen los cuerpos entre sí. Para demostrarlo, dejaremos caer desde distintas alturas cuerpos de distinta masa, tamaño y forma, midiendo el desplazamiento horizontal que sufren durante la caída. Veremos que en todos los casos el desplazamiento es nulo, lo que invalida la hipótesis de que se deba a una casualidad.

APARTADO 2.- PROPIEDADES DE LOS CUERPOS. MAGNITUDES Y UNIDADES.

1.4. Escribe nombres de al menos seis magnitudes indicando si se trata de magnitudes vectoriales o escalares y nombra algunas unidades de dichas magnitudes.

Son muchas las magnitudes que existen; baste recordar que una magnitud es toda aquella propiedad que se puede medir.

Entre las magnitudes escalares, las más usuales para nosotros son: La longitud (cuyas unidades más frecuentes son el metro o sus derivados); la masa (kilogramo, tonelada, gramo...); la temperatura (grado centígrado, grado Fahrenheit...); el tiempo (segundo, minuto, hora...); la potencia (el vatio, el kilovatio, el caballo de vapor...); la energía (el julio, la caloría, el kilovatio-hora...); la presión (el pascal, el bar, el milibar, el milímetro de mercurio, la atmósfera...).

Entre las magnitudes vectoriales tenemos: la velocidad (cuando hablamos de velocidad instantánea) (unidades más frecuentes: kilómetro/hora, metro/segundo...); la aceleración (el metro/segundo cuadrado); la fuerza (el newton, el kilopondio).

1.5. Indica cuál es la sensibilidad, la cota máxima y la cota mínima de un termómetro utilizado para la medida de la temperatura medioambiental y las de un termómetro clínico. Explícalo.

Cuando se pretende medir la temperatura medioambiental nos podemos encontrar lugares en que es posible que se alcancen temperaturas cercanas a los 55°C y otros en los que podemos llegar a -40°C. Luego el rango necesario para los termómetros destinados a este fin debe estar entre ambas

temperaturas; es decir, cota máxima del orden de los 50°C y cota mínima sobre los 40°C bajo cero. En este tipo de cálculo nos es suficiente, en general, con que la aproximación de la medida sea de 1°C, por lo que esa será la sensibilidad que necesitemos en dicho aparato de medida: 1°C.

En cuanto a un termómetro clínico, teniendo en cuenta que su utilización es para la medida de la temperatura corporal humana, el rango necesario será normalmente entre 35 y 42°C: cota mínima 35°C y cota máxima 42°C. En este caso sí que es importante alcanzar una mayor precisión en la medida, del orden de 0,1°C, por lo que la sensibilidad debe de ser de, al menos, 0,1°C.

1.6. Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué diferencia hay entre la precisión y la exactitud de un instrumento de medida?
- ¿Puede un aparato ser muy preciso y poco exacto? Pon un ejemplo.
- Puede ser un aparato de medida ser muy exacto y poco preciso? Razónalo.

a) Exactitud: un aparato de medida es tanto más exacto cuando los valores medidos con él son tanto más cercanos al valor que se considera correcto de la magnitud medida.

Precisión: un aparato es preciso cuando repetidas medidas de la misma magnitud arrojan el mismo valor o valores muy próximos.

- Sí, ya que puede estar muy bien construido y por lo tanto ser muy preciso en la repetición de las mediciones, pero estar mal calibrado y, por tanto, ser poco exacto al realizar esas mediciones.
- No, ya que si es poco preciso no tenemos certeza de qué medida de la que estamos realizando es la más exacta.

1.7. Escribe el valor del $\text{sen } 34^\circ$ y del $\text{cos } 58^\circ$ redondeado a las milésimas (tres cifras significativas).

Buscamos con la calculadora ambos valores. Sabemos que tenemos que escribir tres decimales y que el redondeo me exige observa la primera cifra que no vamos a escribir (la cuarta cifra): Si esta es igual o mayor que 5 aumentaremos en una unidad la tercera cifra, si es menor que 5 dejaremos la tercera cifra como estaba.

$$\text{sen}34^\circ = 0,5591929 \Rightarrow \text{sen}34^\circ = 0,559$$

$$\text{cos}58^\circ = 0,5299193 \Rightarrow \text{cos}58^\circ = 0,530$$

APARTADO 3.- SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

1.8. ¿Por qué crees que es importante el Sistema Internacional de Unidades?

El Sistema Internacional de Unidades ha permitido que prácticamente todo el mundo exprese sus medidas en las mismas unidades (las del S.I. o sus múltiplos o divisores), lo que facilita enormemente la transmisión de datos y la coordinación entre científicos.

1.9. ¿Cuántas magnitudes fundamentales existen? Cita las unidades del S.I. de ellas.

En total son siete las magnitudes fundamentales:

Longitud: unidad el metro (m)

Masa: unidad el kilogramo (kg)

Tiempo: unidad el segundo (s)

Temperatura termodinámica: unidad el Kelvin (K)

Intensidad luminosa: unidad la candela (cd)

Intensidad de la corriente eléctrica: unidad el amperio (A)

Cantidad de materia: unidad el mol (mol)

APARTADO 4.- MEDIDA Y ERROR

1.10. Una persona ha pesado varias veces un mismo anillo de oro utilizando diferentes balanzas obteniendo los siguientes resultados en gramos: 6,52; 6,56; 6,53; 6,62; 6,58 y 6,56. ¿Qué valor tendría que tomar como verdadero? ¿Cómo lo has calculado? ¿Cuál sería el error absoluto de la primera medida? ¿Y el error relativo de la misma?

Para considerar un valor como verdadero tenemos que calcular el valor medio, que se halla realizando la media aritmética de los valores obtenidos: mediante la calculadora:

$$\text{Masa} = \frac{6,52\text{g}+6,56\text{g}+6,53\text{g}+6,62\text{g}+6,58\text{g}+6,56\text{g}}{6} = 6,56166\text{g}$$

Como la balanza utilizada por la persona, si nos fijamos en los datos obtenidos, sólo puede apreciar centésimas de gramo, este resultado tendría más precisión que los valores experimentales. A partir de la segunda cifra decimal todas las cifras están afectadas de error. El resultado correcto, obtenido por redondeo, sería 6,56 gramos. A la última de las cifras significativas (el segundo decimal) no le hemos sumado ningún número, ya que el tercer decimal es inferior a 5.

Por tanto: RESULTADO = 6,56 GRAMOS

Para calcular el error absoluto de la primera medida utilizamos la fórmula

$$E_a = m' - m_v \quad m'(\text{valor de la medida}) = 6,52 \text{ gramos.}$$
$$m_v (\text{valor medio}) = 6,56 \text{ gramos}$$

$$E_a = 6,52\text{g} - 6,56\text{g} = -0,04\text{g}$$

Como el error absoluto se da en valor absoluto (sin tener en cuenta el signo negativo) el error absoluto es: $E_a = 0,04\text{g}$

Para calcular el error relativo utilizamos la fórmula:

$$E_r = \frac{E_a}{m_v} = \frac{0,04\text{g}}{6,56\text{g}} = 0,0061$$

Si lo queremos dar en tanto por ciento, multiplicaremos por 100:

$$E_r (\text{en } \%) = 0,0061 \cdot 100 = 0,61\%$$

1.11. Un alumno mide la longitud de una mesa de 120,0 cm y obtiene un valor de 119,4 cm; otro alumno mide la altura del aula de 4,00 m y obtiene un valor de 4,04 m. ¿Qué medida tiene más calidad?

La calidad de una medida se determina calculando el error relativo que se comete. Cuanto más pequeño es el error relativo, mayor es la calidad de la medida efectuada. En este caso:

1ª medida:

$$E_a = |119,4 - 120,0| = 0,6\text{cm} \rightarrow E_r = \frac{E_a}{m_v} = \frac{0,6}{120,0} = 0,005 \rightarrow E_r(\%) = 0,5\%$$

2ª medida:

$$E_a = 4,04 - 4,00 = 0,04\text{m} \rightarrow E_r = \frac{E_a}{m_v} = \frac{0,04}{4,00} = 0,01 \rightarrow E_r(\%) = 1\%$$

Como el error relativo de la primera medida es menor, esa será la medida de mayor calidad.

APARTADO 5.- NOTACIÓN CIENTÍFICA.

1.12. Escribe en notación científica los siguientes números. Indica en cada caso cual es su orden de magnitud.

- a) $12830000000 = 1,283 \cdot 10^{10}$
- b) $254300000 = 2,543 \cdot 10^8$
- c) $0,0000003465 = 3,465 \cdot 10^{-7}$
- d) $1542,37 = 1,54237 \cdot 10^3$
- e) $0,0045 = 4,5 \cdot 10^{-3}$
- f) $153000 = 1,53 \cdot 10^5$
- g) $0,00767 = 7,67 \cdot 10^{-3}$

APARTADO 6.- LONGITUD, SUPERFICIE, VOLUMEN Y CAPACIDAD.

1.13. Realiza los siguientes cambios de unidades:

a) 5 litros a mililitros

EQUIVALENCIA: **1 litro = 10^3 mL**

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir L a mL, el factor lo hacemos escribiendo la expresión mL en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^3 \text{ mL}}{1 \text{ L}}$

RESOLUCIÓN: $5 \text{ L} = 5 \cancel{\text{L}} \cdot \frac{10^3 \text{ mL}}{1 \cancel{\text{L}}} = 5 \cdot 10^3 \text{ mL}$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: **5 litros = $5 \cdot 10^3 \text{ mL}$**

RESOLUCIÓN: **$5 \cdot 10^3 \text{ mL}$**

SOLUCIÓN: **5 litros = $5 \cdot 10^3 \text{ mL}$**

b) $2,3 \cdot 10^3 \text{ m}$ a cm

EQUIVALENCIA: **1 m = 10^2 cm**

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir m a cm, el factor lo hacemos escribiendo la expresión cm en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$

RESOLUCIÓN: $2,3 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,3 \cdot 10^3 \cancel{\text{m}} \cdot \frac{10^2 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{m}}} = 2,3 \cdot 10^5 \text{ cm}$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: **$2,3 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,3 \cdot 10^3 \cdot 10^2 \text{ cm}$**

RESOLUCIÓN: **$2,3 \cdot 10^5 \text{ cm}$**

SOLUCIÓN: **$2,3 \cdot 10^3 \text{ m} = 2,3 \cdot 10^5 \text{ cm}$**

c) $1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ a mm

EQUIVALENCIA: **1 metro = 10^3 mm**

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir m a mm, el factor lo hacemos escribiendo la expresión mm en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^3 \text{ mm}}{1 \text{ m}}$

RESOLUCIÓN: $1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 1,76 \cdot 10^{-4} \cancel{\text{m}} \cdot \frac{10^3 \text{ mm}}{1 \cancel{\text{m}}} = 1,76 \cdot 10^{-1} \text{ mm} = 0,176 \text{ mm}$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: **$1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 1,76 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 \text{ mm}$**

RESOLUCIÓN: **$1,76 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$**

SOLUCIÓN: **$1,76 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 1,76 \cdot 10^{-1} \text{ mm} = 0,176 \text{ mm}$**

d) $3,887 \cdot 10^{-6} \text{ km}$ a cm

EQUIVALENCIA: $1 \text{ km} = 10^5 \text{ cm}$

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir km a cm, el factor lo hacemos escribiendo la expresión cm en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^5 \text{ cm}}{1 \text{ km}}$

RESOLUCIÓN: $3,887 \cdot 10^{-6} \text{ km} = 3,887 \cdot 10^{-6} \cancel{\text{ km}} \cdot \frac{10^5 \text{ cm}}{1 \cancel{\text{ km}}} = 3,887 \cdot 10^{-1} \text{ cm} = 0,3887 \text{ cm}$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: $3,887 \cdot 10^{-6} \text{ km} = 3,887 \cdot 10^{-6} \cdot 10^5 \text{ cm}$

RESOLUCIÓN: $3,887 \cdot 10^{-1} \text{ cm}$

SOLUCIÓN: $3,887 \cdot 10^{-6} \text{ km} = 3,887 \cdot 10^{-1} \text{ cm} = 0,3887 \text{ cm}$

e) $9,65 \cdot 10^7 \text{ mm}$ a m

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

EQUIVALENCIA: $1 \text{ m} = 10^3 \text{ mm}$

Como queremos convertir mm a m, el factor lo hacemos escribiendo la expresión m en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ m}}{10^3 \text{ mm}}$

RESOLUCIÓN: $9,65 \cdot 10^7 \text{ mm} = 9,65 \cdot 10^7 \cancel{\text{ mm}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{10^3 \cancel{\text{ mm}}} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ m}$

POR SUSTITUCIÓN:

EQUIVALENCIA: $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$

SUSTITUCIÓN: $9,65 \cdot 10^7 \text{ mm} = 9,65 \cdot 10^7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

RESOLUCIÓN: $9,65 \cdot 10^4 \text{ m}$

SOLUCIÓN: $9,65 \cdot 10^7 \text{ mm} = 9,65 \cdot 10^4 \text{ m}$

f) $3,665 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ a cm^2

EQUIVALENCIA: $1 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ cm}^2$

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir m^2 a cm^2 , el factor lo hacemos escribiendo la expresión cm^2 en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^4 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2}$

RESOLUCIÓN: $3,665 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,665 \cdot 10^{-4} \cancel{\text{ m}^2} \cdot \frac{10^4 \text{ cm}^2}{1 \cancel{\text{ m}^2}} = 3,665 \text{ cm}^2$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: $3,665 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,665 \cdot 10^{-4} \cdot 10^4 \text{ cm}^2$

RESOLUCIÓN: $3,665 \text{ cm}^2$

SOLUCIÓN: $3,665 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 3,665 \text{ cm}^2$

g) $7,01 \text{ mm}^2$ a m^2

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

EQUIVALENCIA: $1 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ mm}^2$

Como queremos convertir mm^2 a m^2 , el factor lo hacemos escribiendo la expresión m^2 en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ m}^2}{10^6 \text{ mm}^2}$

RESOLUCIÓN: $7,01 \text{ mm}^2 = 7,01 \cancel{\text{ mm}^2} \cdot \frac{1 \text{ m}^2}{10^6 \cancel{\text{ mm}^2}} = 7,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

POR SUSTITUCIÓN:

EQUIVALENCIA: $1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$

SUSTITUCIÓN: $7,01 \text{ mm}^2 = 7,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

RESOLUCIÓN: $7,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

SOLUCIÓN: $7,01 \text{ mm}^2 = 7,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$

h) $3 \cdot 10^5$ cc a litros

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

EQUIVALENCIA: **1L = 10^3 cc**

Como queremos convertir cc a L, el factor lo hacemos escribiendo la expresión L en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1L}{10^3cc}$

$$\text{RESOLUCIÓN: } 3 \cdot 10^5 \text{cc} = 3 \cdot 10^5 \cancel{\text{cc}} \cdot \frac{1L}{10^3 \cancel{\text{cc}}} = 3 \cdot 10^2 L$$

POR SUSTITUCIÓN:

EQUIVALENCIA: **1cc = 10^{-3} litros**

SUSTITUCIÓN: **$3 \cdot 10^5$ cc = $3 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}$ L**

RESOLUCIÓN: **$3 \cdot 10^2$ L**

$$\text{SOLUCIÓN: } 3 \cdot 10^5 \text{cc} = 3 \cdot 10^2 L$$

i) $4,045 \cdot 10^3$ dm³ a ml

EQUIVALENCIA: **1 dm³ = 10^3 mL**

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir dm³ a mL, el factor lo hacemos escribiendo la expresión mL en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^3 \text{mL}}{1 \text{dm}^3}$

$$\text{RESOLUCIÓN: } 4,045 \cdot 10^3 \text{dm}^3 = 4,045 \cdot 10^3 \cancel{\text{dm}^3} \cdot \frac{10^3 \text{mL}}{1 \cancel{\text{dm}^3}} = 4,045 \cdot 10^6 \text{mL}$$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: **$4,045 \cdot 10^3$ dm³ = $4,045 \cdot 10^3 \cdot 10^3$ mL**

RESOLUCIÓN: **$4,045 \cdot 10^6$ mL**

$$\text{SOLUCIÓN: } 4,045 \cdot 10^3 \text{dm}^3 = 4,045 \cdot 10^6 \text{mL}$$

j) 45 dm³ a cc

EQUIVALENCIA: **1 dm³ = 10^3 cc**

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

Como queremos convertir dm³ a cc, el factor lo hacemos escribiendo la expresión cc en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{10^3 \text{cc}}{1 \text{dm}^3}$

$$\text{RESOLUCIÓN: } 45 \text{dm}^3 = 45 \cancel{\text{dm}^3} \cdot \frac{10^3 \text{cc}}{1 \cancel{\text{dm}^3}} = 45 \cdot 10^3 \text{cc} = 4,5 \cdot 10^4 \text{cc}$$

POR SUSTITUCIÓN:

SUSTITUCIÓN: **45 dm³ = $45 \cdot 10^3$ cc**

RESOLUCIÓN: **$4,5 \cdot 10^4$ cc**

$$\text{SOLUCIÓN: } 45 \text{dm}^3 = 4,5 \cdot 10^4 \text{cc}$$

k) $3,776 \cdot 10^{-5}$ mL a litros

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

EQUIVALENCIA: **1L = 10^3 mL**

Como queremos convertir mL a L, el factor lo hacemos escribiendo la expresión L en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1L}{10^3 \text{mL}}$

$$\text{RESOLUCIÓN: } 3,776 \cdot 10^{-5} \text{mL} = 3,776 \cdot 10^{-5} \cancel{\text{mL}} \cdot \frac{1L}{10^3 \cancel{\text{mL}}} = 3,776 \cdot 10^{-8} L$$

POR SUSTITUCIÓN:

EQUIVALENCIA: **1ml = 10^{-3} litros**

SUSTITUCIÓN: **$3,776 \cdot 10^{-5}$ mL = $3,776 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-3}$ L**

RESOLUCIÓN: **$3,776 \cdot 10^{-8}$ L**

$$\text{SOLUCIÓN: } 3,776 \cdot 10^{-5} \text{mL} = 3,776 \cdot 10^{-8} L$$

l) 0,24 cc a dm^3

POR FACTORES DE CONVERSIÓN:

EQUIVALENCIA: $1\text{dm}^3 = 10^3\text{cc}$

Como queremos convertir cc a dm^3 , el factor lo hacemos escribiendo la expresión dm^3 en el numerador:

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1\text{dm}^3}{10^3\text{cc}}$

RESOLUCIÓN: $0,24\text{cc} = 0,24\cancel{\text{cc}} \cdot \frac{1\text{dm}^3}{10^3\cancel{\text{cc}}} = 0,24 \cdot 10^{-3}\text{dm}^3 = 2,4 \cdot 10^{-4}\text{dm}^3$

POR SUSTITUCIÓN:

EQUIVALENCIA: $1\text{cc} = 10^{-3}\text{dm}^3$

SUSTITUCIÓN: $0,24\text{cc} = 0,24 \cdot 10^{-3}\text{dm}^3$

RESOLUCIÓN: $2,4 \cdot 10^{-4}\text{dm}^3$

SOLUCIÓN: $0,24\text{cc} = 2,4 \cdot 10^{-4}\text{dm}^3$

APARTADO 7.- MASA Y DENSIDAD.

1.14. Realiza los siguientes cambios de unidades:

- a) 15 kg pasarlos a g
- EQUIVALENCIA: $1\text{kg} = 10^3\text{g}$
SUSTITUCIÓN: $15\text{ kg} = 15 \cdot 10^3\text{g}$
RESOLUCIÓN: $1,5 \cdot 10^4\text{ g}$
SOLUCIÓN: $15\text{ kg} = 1,5 \cdot 10^4\text{ g}$
- b) 125 gramos a kilogramos
- EQUIVALENCIA: $1\text{g} = 10^{-3}\text{kg}$
SUSTITUCIÓN: $125\text{ gramos} = 125 \cdot 10^{-3}\text{kg}$
RESOLUCIÓN: $1,25 \cdot 10^{-1}\text{ kg}$
SOLUCIÓN: $125\text{ gramos} = 1,25 \cdot 10^{-1}\text{ kg} = 0,125\text{kg}$
- c) $4 \cdot 10^{-5}$ kilogramos a gramos
- EQUIVALENCIA: $1\text{kg} = 10^3\text{g}$
SUSTITUCIÓN: $4 \cdot 10^{-5}\text{ kilogramos} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^3\text{g}$
RESOLUCIÓN: $4 \cdot 10^{-2}\text{ g}$
SOLUCIÓN: $4 \cdot 10^{-5}\text{ kilogramos} = 4 \cdot 10^{-2}\text{ g}$
- d) $7,5 \cdot 10^4$ gramos a kilogramos
- EQUIVALENCIA: $1\text{g} = 10^{-3}\text{kg}$
SUSTITUCIÓN: $7,5 \cdot 10^4\text{ gramos} = 7,5 \cdot 10^4 \cdot 10^{-3}\text{kg}$
RESOLUCIÓN: $7,5 \cdot 10^1\text{ kg}$
SOLUCIÓN: $7,5 \cdot 10^4\text{ gramos} = 75\text{ kg}$
- e) 350 kilogramos a gramos
- EQUIVALENCIA: $1\text{kg} = 10^3\text{g}$
SUSTITUCIÓN: $350\text{ kilogramos} = 350 \cdot 10^3\text{g}$
RESOLUCIÓN: $3,50 \cdot 10^5\text{ g}$
SOLUCIÓN: $350\text{ kilogramos} = 3,50 \cdot 10^5\text{ g}$

1.15. ¿Cuál es la densidad de un objeto cuya masa son 2 kg y ocupa un volumen de 1,5 litros?

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} = \frac{2\text{kg}}{1,5\text{L}} = 1,33 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

1.16. La densidad de un metal a 20°C es 3,47g/cc. a) ¿Cómo hemos podido calcular dicha densidad en el laboratorio?; b) ¿Cuál sería el volumen de 2,5kg de dicha sustancia?; c) ¿Y la masa de 11,5 litros?; d) ¿Por qué crees que se ha dado la temperatura? e) ¿Qué pasaría si se eleva dicha temperatura? ¿Y si se disminuye? Razona tus respuestas.

a) La masa la mediremos en la balanza y el volumen lo medimos con una probeta; para ello echamos una cantidad suficiente de agua en la probeta anotando el volumen de esta cantidad, a continuación introducimos la muestra de sustancia a medir en el agua. El volumen de esta muestra vendrá representado por el ascenso de volumen que se registra en la probeta. A continuación utilizamos la fórmula densidad igual a masa dividida por el volumen.

b) Como ya hemos visto $1\text{g/cc} = 1\text{Kg/dm}^3$

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \Rightarrow \text{volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} = \frac{2,5\text{kg}}{3,47 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}} = 0,72\text{dm}^3$$

c)

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \Rightarrow \text{masa} = \text{densidad} \times \text{volumen}$$

$$\text{masa} = 3,47 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 11,5\text{ dm}^3 = 39,91\text{kg}$$

d) Cuando determinamos la densidad de una sustancia tenemos que tener en cuenta que la temperatura influye sobre el volumen de las mismas. Por ello cuando se da la densidad de una sustancia se indica a la temperatura a la que ha sido calculada.

e) Cuando aumentamos la temperatura de una sustancia, ésta se dilata, lo que implica una disminución de la densidad (el volumen y la densidad son inversamente proporcionales). Lo contrario ocurre cuando disminuye la temperatura.

APARTADO 8.- TIEMPO

1.17. Haz una tabla con las unidades de medida del tiempo y la relación que hay entre ellas.

MÚLTIPLOS	UNIDAD EN EL S.I.	DIVISORES
Día = 24 horas = 1440 minutos = 86400 s	SEGUNDO	Décimas de segundo = 0,1s = 10 ⁻¹ s
Hora = 60minutos = 3600 s		Centésimas de s = 0,01s = 10 ⁻² s
Minuto = 60s		Milésimas de s = 0,001s = 10 ⁻³ s

APARTADO 9.- CAMBIOS DE UNIDADES MEDIANTE FACTORES DE CONVERSIÓN

1.18. Realiza los siguientes cambios de unidades:

a) $3,2 \cdot 10^3 \text{ mg/dm}^3$ a g/cm^3	e) 48 g/L a g/cm^3	i) $2,7756 \cdot 10^{10} \text{ g/mL}$ a kg/m^3
b) $3,44 \cdot 10^{-3} \text{ g/cc}$ a kg/L	f) $2,47 \cdot 10^{-3} \text{ kg/L}$ a g/cc	j) $6,89 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$ a g/cm^3
c) $5,67 \cdot 10^{-4} \text{ cL}$ a dm^3	g) $3,66 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^3$ a g/mL	k) 23 cL a dm^3
d) 89,13 g/cc a mg/dm^3	h) $5,28 \cdot 10^6 \text{ mg/dm}^3$ a g/cm^3	l) $3,77 \cdot 10^3 \text{ g/mL}$ a kg/m^3

a) $3,2 \cdot 10^3 \text{ mg/dm}^3$ a g/cm^3

EQUIVALENCIA 1ª: $10^3 \text{ mg} = 1 \text{ g}$

EQUIVALENCIA 2ª: $1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: Como queremos convertir mg (que está en el numerador de la expresión) a g, el factor lo construiremos escribiendo la expresión mg en el denominador:

$$\frac{1\text{g}}{10^3\text{mg}}$$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: Como queremos convertir dm³ (que está en el denominador de la expresión) a cm³, el factor lo hacemos escribiendo la expresión dm³ en el numerador:

$$\frac{1\text{dm}^3}{10^3\text{cm}^3}$$

RESOLUCIÓN:

$$3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1\text{g}}{10^3\text{mg}} \cdot \frac{1\text{dm}^3}{10^3\text{cm}^3} = 3,2 \cdot 10^3 \frac{\cancel{\text{mg}}}{\cancel{\text{dm}^3}} \cdot \frac{1\text{g}}{10^3\cancel{\text{mg}}} \cdot \frac{1\cancel{\text{dm}^3}}{10^3\text{cm}^3} =$$

$$= 3,2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 3,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

SOLUCIÓN: $3,2 \cdot 10^3 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 3,2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

b) $3,44 \cdot 10^{-3} \text{ g/cc}$ a kg/L

EQUIVALENCIA 1ª: $10^3 \text{ g} = 1\text{kg}$

EQUIVALENCIA 2ª: $10^3 \text{ cc} = 1\text{L}$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: Como queremos convertir g (que está en el numerador de la expresión) a kg, el factor lo construiremos escribiendo la expresión g en el denominador:

$$\frac{1\text{kg}}{10^3\text{g}}$$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: Como queremos convertir cc (que está en el denominador de la expresión) a L, el factor lo hacemos escribiendo la expresión cc en el numerador:

$$\frac{10^3\text{cc}}{1\text{L}}$$

RESOLUCIÓN:

$$3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}} = 3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}} \cdot \frac{1\text{kg}}{10^3\text{g}} \cdot \frac{10^3\text{cc}}{1\text{L}} = 3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\cancel{\text{g}}}{\cancel{\text{cc}}} \cdot \frac{1\text{kg}}{10^3\cancel{\text{g}}} \cdot \frac{10^3\cancel{\text{cc}}}{1\text{L}} = 3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

SOLUCIÓN: $3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}} = 3,44 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{L}}$

c) $5,67 \cdot 10^{-4} \text{ cL a dm}^3$

EQUIVALENCIA: $10^2 \text{ cL} = 1 \text{ dm}^3$

FACTOR DE CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ dm}^3}{10^2 \text{ cL}}$

RESOLUCIÓN:

$$5,67 \cdot 10^{-4} \text{ cL} = 5,67 \cdot 10^{-4} \text{ cL} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^2 \text{ cL}} = 5,67 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^2} = 5,67 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 5,67 \cdot 10^{-6} \text{ dm}^3$$

SOLUCIÓN: $5,67 \times 10^{-4} \text{ cL} = 5,67 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$

d) $89,13 \text{ g/cc a mg/dm}^3$

EQUIVALENCIA 1ª: $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$

EQUIVALENCIA 2ª: $10^3 \text{ cc} = 1 \text{ dm}^3$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: $\frac{10^3 \text{ cc}}{1 \text{ dm}^3}$

RESOLUCIÓN:

$$89,13 \frac{\text{g}}{\text{cc}} = 89,13 \frac{\text{g}}{\text{cc}} \cdot \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} \cdot \frac{10^3 \text{ cc}}{1 \text{ dm}^3} = 89,13 \cdot \frac{10^3 \text{ mg}}{1} \cdot \frac{10^3}{1 \text{ dm}^3} =$$
$$= 89,13 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 89,13 \cdot 10^6 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 8,913 \cdot 10^7 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3}$$

SOLUCIÓN: $89,13 \text{ g/cc} = 8,913 \times 10^7 \text{ mg/dm}^3$

e) 48 g/L a g/cm^3

EQUIVALENCIA: $1 \text{ litro} = 10^3 \text{ cm}^3$

FACTOR DE CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3}$

$$\text{RESOLUCIÓN: } 48 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 48 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} = 48 \cdot \frac{1}{10^3 \text{ cm}^3} = 48 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 4,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

SOLUCIÓN: $48 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 4,8 \cdot 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

f) $2,47 \cdot 10^{-3} \text{ kg/L a g/cc}$

EQUIVALENCIA 1ª: $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$

EQUIVALENCIA 2ª: $1 \text{ litro} = 10^3 \text{ cc}$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: $\frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cc}}$

RESOLUCIÓN:

$$2,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 2,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cc}} = 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1} \cdot \frac{1}{10^3 \text{ cc}} = 2,47 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$
$$= 2,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}}$$

SOLUCIÓN: $2,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{L}} = 2,47 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cc}}$

g) $3,66 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^3 \text{ a g/mL}$

EQUIVALENCIA 1ª: $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$

EQUIVALENCIA 2ª: $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: En este caso el cambio es directo pues $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

RESOLUCIÓN:

$$3,66 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 3,66 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{mL}} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 3,66 \cdot 10^4 \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ mL}} = 3,66 \cdot 10^4 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 3,66 \cdot 10^7 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

SOLUCIÓN: $3,66 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} = 3,66 \cdot 10^7 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

h) $5,28 \cdot 10^6 \text{ mg/dm}^3$ a g/cm^3

EQUIVALENCIA 1ª: $10^3 \text{ mg} = 1 \text{ g}$

EQUIVALENCIA 2ª: $1 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ cm}^3$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: $\frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3}$

RESOLUCIÓN:

$$5,28 \cdot 10^6 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 5,28 \cdot 10^6 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} = 5,28 \cdot 10^6 \frac{\cancel{\text{mg}}}{\cancel{\text{dm}^3}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^3 \cancel{\text{mg}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{dm}^3}}{10^3 \cancel{\text{cm}^3}} =$$
$$= 5,28 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 5,28 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

SOLUCIÓN: $5,28 \cdot 10^6 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3} = 5,28 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

i) $2,7756 \cdot 10^{10} \text{ g/mL}$ a kg/m^3

EQUIVALENCIA 1ª: $10^3 \text{ g} = 1 \text{ kg}$

EQUIVALENCIA 2ª: $10^6 \text{ mL} = 1 \text{ m}^3$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: $\frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3}$

RESOLUCIÓN:

$$2,7756 \cdot 10^{10} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 2,7756 \cdot 10^{10} \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} = 2,7756 \cdot 10^{10} \frac{\cancel{\text{g}}}{\cancel{\text{mL}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \cancel{\text{g}}} \cdot \frac{10^6 \cancel{\text{mL}}}{1 \text{ m}^3} =$$
$$= 2,7756 \cdot 10^{10} \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2,7756 \cdot 10^{13} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

SOLUCIÓN: $2,7756 \cdot 10^{10} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 2,7756 \cdot 10^{13} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

j) $6,89 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$ a g/cm^3

EQUIVALENCIA: $1 \text{ litro} = 10^3 \text{ cm}^3$

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3}$

RESOLUCIÓN:

$$6,89 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} = 6,89 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} = 6,89 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\cancel{\text{L}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{L}}}{10^3 \text{ cm}^3} = 6,89 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 6,89 \cdot 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

SOLUCIÓN: $6,89 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} = 6,89 \cdot 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

k) 23 cL a dm^3

EQUIVALENCIA: $10^2 \text{ centilitros} = 1 \text{ dm}^3$

FACTOR CONVERSIÓN: $\frac{1 \text{ dm}^3}{10^2 \text{ cL}}$

RESOLUCIÓN: $23 \text{ cL} = 23 \text{ cL} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^2 \text{ cL}} = 23 \cancel{\text{cL}} \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^2 \cancel{\text{cL}}} = 23 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 = 2,3 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 0,23 \text{ dm}^3$

SOLUCIÓN: $23 \text{ cL} = 2,3 \cdot 10^{-1} \text{ dm}^3 = 0,23 \text{ dm}^3$

l) $3,77 \cdot 10^3 \text{ g/mL}$ a kg/m^3

EQUIVALENCIA 1ª: $10^3 \text{ g} = 1 \text{ kg}$

EQUIVALENCIA 2ª: $10^6 \text{ mL} = 1 \text{ m}^3$

FACTOR CONVERSIÓN 1º: $\frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}$

FACTOR CONVERSIÓN 2º: $\frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3}$

RESOLUCIÓN: $3,77 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 3,77 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} = 3,77 \cdot 10^3 \frac{\cancel{\text{g}}}{\cancel{\text{mL}}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \cancel{\text{g}}} \cdot \frac{10^6 \cancel{\text{mL}}}{1 \text{ m}^3} =$
$$= 3,77 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 3,77 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

SOLUCIÓN: $3,77 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 3,77 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

1.19. Expresa las medidas que se indican en la correspondiente unidad del sistema internacional: 43 km/h; 62min; 26g/cm³

$$43 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 43 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 11,94 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$62\text{min} = 62\text{min} \cdot \frac{60\text{s}}{1\text{min}} = 3720 \text{ s}$$

$$26 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 26 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \cdot \frac{10^6\text{cm}^3}{1\text{m}^3} = 26000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

1.20. Expresa las medidas que se indican en la correspondiente unidad del sistema internacional: 67 km/h; 2horas y 31min; 11 mg/cm³

$$67 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 67 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} \cdot \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 18,61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2 \text{ h y } 31 \text{ min} = 2\text{h} + 31 \text{ min} \Rightarrow 2 \text{ h} = 2 \text{ h} \cdot \frac{3600\text{s}}{1\text{h}} = 7200 \text{ s}$$

$$31\text{min} = 31\text{min} \cdot \frac{60\text{s}}{1\text{min}} = 1860 \text{ s}$$

$$2\text{h} + 31 \text{ min} = 7200 \text{ s} + 1860 \text{ s} = 9060 \text{ s}$$

$$11 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3} = 11 \frac{\text{mg}}{\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}} \cdot \frac{10^6\text{cm}^3}{1\text{m}^3} = 11 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$