

Física 4º ESO

“Cambio de unidades”

Teoría General: Magnitudes y sus unidades

El **Sistema Internacional de Unidades**, abreviado **SI**, es el sistema de unidades que se usa en todos los países del mundo, a excepción de tres que no lo han declarado prioritario o único.

Es el heredero del antiguo Sistema Métrico Decimal y por ello también se conoce como «**sistema métrico**», especialmente por las personas de más edad y en las pocas naciones donde aún no se ha implantado para uso cotidiano.

El **Sistema Internacional de Unidades** consta de siete unidades básicas (**fundamentales**), que expresan magnitudes físicas. A partir de estas se determinan las demás (**derivadas**):

| EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES | | |
|--------------------------------------|-----------|---------|
| Magnitud | Unidad | Símbolo |
| Longitud | Metro | m |
| Masa | Kilogramo | kg |
| Tiempo | Segundo | s |
| Temperatura | Kelvin | K |
| Intensidad de corriente | Amperio | A |
| Intensidad luminosa | Candela | cd |
| Cantidad de sustancia | Mol | mol |

En muchas ocasiones, y dado que carece de sentido expresar el resultado de una medida en la unidad correspondiente del Sistema Internacional, se recurre al empleo de **múltiplos y submúltiplos**.

No tendría mucho sentido expresar la distancia entre la Tierra y la Luna en metros, ni tampoco sería adecuado utilizar esta unidad para medir el grosor de un cabello.

La tabla adjunta contiene los múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional de Unidades. Puesto que hay medidas tan grandes y tan pequeñas, para facilitar los cálculos, las medidas suelen expresarse mediante lo que se conoce como **notación científica** ([pulsa sobre el enlace para repasar este tema](#))

| 10^n | Prefijo | Símbolo | Equivalencia decimal |
|------------|---------|---------|-----------------------------------|
| 10^{24} | yotta | Y | 1 000 000 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{21} | zetta | Z | 1 000 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{18} | exa | E | 1 000 000 000 000 000 000 |
| 10^{15} | peta | P | 1 000 000 000 000 000 |
| 10^{12} | tera | T | 1 000 000 000 000 |
| 10^9 | giga | G | 1 000 000 000 |
| 10^6 | mega | M | 1 000 000 |
| 10^3 | kilo | k | 1 000 |
| 10^2 | hecto | h | 100 |
| 10^1 | deca | da | 10 |
| 10^0 | - | - | 1 |
| 10^{-1} | deci | d | 0,1 |
| 10^{-2} | centi | c | 0,01 |
| 10^{-3} | mili | m | 0,001 |
| 10^{-6} | micro | μ | 0,000 001 |
| 10^{-9} | nano | n | 0,000 000 001 |
| 10^{-12} | pico | p | 0,000 000 000 001 |
| 10^{-15} | femto | f | 0,000 000 000 000 001 |
| 10^{-18} | atto | a | 0,000 000 000 000 000 001 |
| 10^{-21} | zepto | z | 0,000 000 000 000 000 000 001 |
| 10^{-24} | yocto | y | 0,000 000 000 000 000 000 000 001 |

EJEMPLOS

Longitud

La unidad del sistema internacional es el metro (m) con respecto al metro se puede decir:

- ✓ 1 Gigmetro (1 Gm) $\rightarrow 10^9$ metros (10^9 m) (1000000000 m)
- ✓ 1 nanometro (1 nm) $\rightarrow 10^{-9}$ metros (10^{-9} m) (0,000000001 m)

Masa

La unidad del sistema internacional es el kilogramo (kg) no el gramo (g) con respecto al kilogramo se puede decir:

- ✓ 1 gramo (g) $\rightarrow 10^{-3}$ kilogramos (10^{-3} kg)
- ✓ 1 Megagramo (Mg) $\rightarrow 10^3$ kilogramos (10^3 kg) $\rightarrow 10^6$ gramos (10^6 g)
- ✓ 1 microgramo (1 mg) $\rightarrow 10^{-6}$ gramos (10^{-6} g) $\rightarrow 10^{-9}$ kilogramos (10^{-9} kg)

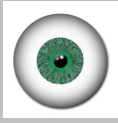
Dado que ya se han trabajado los cambios de unidades en años anteriores en las materias de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza en este tema nos centraremos en los cambios de unidades de 3 magnitudes esenciales a la hora de definir los sistemas materiales que son: **masa, volumen y densidad**. Como en los ejemplos anteriores ya hemos hablado de la primera de ellas nos centraremos en las otras 2 en lo referente al cambio de unidades.

Volumen

La unidad del sistema internacional del volumen es el metro cúbico (m^3) aunque, en numerosas ocasiones, se usan como unidad de capacidad el litro (l) y sus múltiplos y submúltiplos (mililitro (ml), centilitro (cl), etc..).

Es fundamental conocer la relación entre ambos tipos de unidades. Por definición:

$$1 \text{ litro (1 l)} \rightarrow 1 \text{ decímetro cúbico (1 dm}^3\text{)}$$



Ojo: cuando se trabajan con unidades de volumen (al tratarse de longitudes elevadas al cubo) en forma cúbica los índices de los factores de conversión deben multiplicarse por 3. Por esta razón:

→ 1 kilómetro cúbico (km^3) → $(10^3)^3$ metros cúbicos (10^9 m^3)

→ 1 milímetro cúbico (mm^3) → $(10^{-3})^3$ metros cúbicos (10^{-9} m^3)

Conocida esta equivalencia es sencillo citar algunos ejemplos:

- ✓ 1 kilómetro cúbico (km^3) → 10^9 metros cúbicos (10^9 m^3) → 10^{12} decímetros cúbicos (10^{12} dm^3) → 10^{12} litros (10^{12} l)
- ✓ 1 megalitro (MI) → 10^6 litros (10^6 l) → 10^6 decímetros cúbicos (10^6 dm^3) → 10^3 metros cúbicos (10^3 m^3)

Densidad

La **densidad** es una propiedad específica de la materia que se define como la masa por unidad de volumen de cualquier sustancia. Su expresión matemática es:

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

La unidad de la densidad en el **sistema internacional** de unidades es el kg/m^3 aunque en numerosas ocasiones se usa el g/cm^3

Para transformar **unidades de densidad** lo que se hará es **transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado** para obtener la deseada **unidad de densidad**.

→ Como ejemplo si queremos pasar de kg/m^3 a g/cm^3

$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ como conocemos los factores de conversión de kilogramo a gramo ($1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$) y de metro cúbico a centímetro cúbico ($1 \text{ m}^3 = (10^2)^3$ centímetros cúbicos (10^6 cm^3))(1 $\text{m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ → introduciendo $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ y $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3}$ con lo que operando:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{(3-6)} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

→ Si queremos pasar de g/cm^3 a kg/m^3

$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ como conocemos los factores de conversión de kilogramo a gramo ($1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$) y de centímetro cúbico a metro cúbico ($1 \text{ cm}^3 = (10^{-2})^3$ metros cúbicos (10^{-6} m^3))(1 $\text{cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ → introduciendo $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ y $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$ $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3}$ con lo que operando:

$$1 \frac{g}{cm^3} = 10^{(-3+6)} \frac{kg}{m^3} = 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Con en fin de homogeneizar el modo de resolución de los problemas relacionados con los cambios de unidades vamos a seguir los siguientes pasos:

✓ **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

Para futuros cálculos con los factores de conversión usaremos la notación científica.

✓ **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

[El siguiente enlace te puede ayudar a entender este ejemplo con ejercicios interactivos.](#)

✓ **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

En este curso, no usaremos los factores de conversión en forma de fracción (añade complejidad) sino que lo haremos linealmente usando un cambio de variables (más sencillo e intuitivo).

Por ejemplo para pasar de 10 kg a g usando el formato decimal se haría:

➔ $10 \text{ kg} \cdot \text{FACTORCONVERSIÓN} = 10 \text{ kg} \cdot \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$ con lo que simplificando (kg arriba y abajo):

$$10 \text{ kg} = 10 \cdot 10^3 \text{ g} = 10^4 \text{ g}$$

Mientras que en estas correcciones lo haremos:

➔ 10 kg a g → como sabemos que $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ introducimos este resultado (cambio de variable) de modo que donde aparezca **kg** lo sustituiremos por su equivalente 10^3 g

→ 10 kg a g sustituyendo $\text{kg} = 10^3 \text{ g}$ → $10 \text{ kg} = 10 \cdot 10^3 \text{ g} = 10^4 \text{ g}$

1) Realiza los siguientes los cambios de unidades que se indican en la siguiente tabla, relacionados con las magnitudes masa, volumen y densidad, expresando el resultado final en notación científica usando los factores de conversión:

| | | |
|--|---|---|
| a) 1 gramo a kilogramo | b) 1 kg a g | c) 23000 mg a la unidad del SI |
| d) 0,00004 Gg a Kg | e) 4500 mg a kg | f) 100000000 de μg a g |
| g) 230 ng a Kg | h) 220000 cg a g | i) 1 metro cúbico a litro |
| j) 1 dm^3 a litro | k) 1250 Kl a l | l) 0,000000009 Mm^3 a litro |
| m) 7600000000 mm^3 a m^3 | n) 0,02 μm^3 a l | o) 123000 ml a l |
| p) 0,00003 Gm^3 a l | q) 12 Km^3 a la unidad del SI | r) 0,002 Km^3 a litro |
| s) 1 g/cm^3 a kg/m^3 | t) 1 kg/m^3 a g/cm^3 | u) 1200 kg/m^3 a g/cm^3 |
| v) 32000000 ng/mm^3 a kg/m^3 | w) 0,0034 kg/m^3 a g/cm^3 | x) 0,0034 g/l a kg/m^3 |

Corrección

a) 1 gramo a kilogramo

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema

La medida es 1 que ya está en dicha notación

2) PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)

Como se desea pasar de gramo a kilogramo $\rightarrow 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$

3) PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica

1 g a kg \rightarrow sustituyendo $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg} \rightarrow$ $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$

b) 1 kg a g

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema

La medida es 1 que ya está en dicha notación

2) PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)

Como se desea pasar de kilogramo a gramo $\rightarrow 1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

1 kg a g \rightarrow sustituyendo $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g} \rightarrow$ $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$

c) 23000 mg a la unidad del SI

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

23000 mg en notación científica puede ser indicado como $2,3 \cdot 10^4 \text{ mg}$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de mg a la unidad del sistema internacional (recordad que es el kilogramo y no el gramo en el caso de la masa).

Como desde mg hasta gramo hay 3 "saltos" y va de unidad pequeña a unidad grande ($1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$) y desde g hasta kilogramo otros 3 "saltos" ($1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$) \rightarrow desde mg a kg hay 6 "saltos" (índice negativo ya que partimos de una unidad menor) $\rightarrow 1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

23000 mg a kg \rightarrow en notación científica $23000 \text{ mg} = 2,3 \cdot 10^4 \text{ mg} \rightarrow$ aplicando el factor de conversión $1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg} \rightarrow 23000 \text{ mg} = 2,3 \cdot 10^4 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \rightarrow$ operando:

$23000 \text{ mg} = 2,3 \cdot 10^{(4-6)} \text{ kg} \rightarrow$ $23000 \text{ mg} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$

d) 0,00004 Gg a Kg

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

0,00004 Gg en notación científica puede ser indicado como $4 \cdot 10^{-5} \text{ Gg}$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de Gg a kg hay que darse cuenta que desde gigagramos a gramos hay "9 saltos" ($1 \text{ Gg} = 10^9 \text{ g}$) por lo que desde gigagramos a kilogramos hay "6 saltos" ($1 \text{ Gg} = 10^6 \text{ kg}$). Este índice es positivo ya que se parte de una unidad mayor (Gg) para transformarla en otra menor (kg)

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado**

final en notación científica

0,00004 Gg a Kg → en notación científica $0,00004 = 4 \cdot 10^{-5}$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ Gg} = 10^6 \text{ kg}$ → $0,00004 \text{ gigagramos} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 10^6 \text{ kg}$ → operando:

$$0,00004 \text{ gigagramos} = 4 \cdot 10^{(-5+6)} \text{ kg} \rightarrow \boxed{0,00004 \text{ gigagramos} = 4 \cdot 10 \text{ kg}}$$

e) 4500 mg a kg

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

4500 mg en notación científica puede ser indicado como $4,5 \cdot 10^3 \text{ mg}$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de **mg a kg** hay que darse cuenta que desde miligramos a gramos hay "3 saltos" ($1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$) por lo que desde **miligramos a kilogramos** hay "6 saltos" ($1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$). Este índice es **negativo** ya que se parte de una **unidad menor (mg)** para transformarla en otra **mayor (kg)**

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

4500 mg a kg → en notación científica $4500 \text{ mg} = 4,5 \cdot 10^3 \text{ mg}$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$ → $4500 \text{ mg} = 4,5 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ → operando:

$$4500 \text{ mg} = 4,5 \cdot 10^{(3-6)} \text{ kg} \rightarrow \boxed{4500 \text{ mg} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}$$

f) 100000000 de μg a g

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

100000000 μg en notación científica puede ser indicado como $10^8 \mu\text{g}$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de **μg a g** hay que darse cuenta que desde **microgramos a gramos** hay "6 saltos" ($1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{ g}$). Este índice es **negativo** ya que se parte de una **unidad menor (μg)** para transformarla en otra **mayor (g)**

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

100000000 μg a g \rightarrow en notación científica $100000000\mu\text{g}=10^8\mu\text{g}$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1\mu\text{g}=10^{-6}\text{g}$ \rightarrow $100000000\mu\text{g}=10^8\cdot 10^{-6}\text{g}$ \rightarrow operando:

$$100000000\mu\text{g}=10^{(8-6)}\text{g} \rightarrow \boxed{100000000\mu\text{g}=10^2\text{g}}$$

g) 230 ng a Kg

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

230 ng en notación científica puede ser indicado como $2,3\cdot 10^2\text{ ng}$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de **ng a kg** hay que darse cuenta que desde nanogramos a gramos hay "9 saltos" ($1\text{ mg} = 10^{-9}\text{ g}$) por lo que desde **nanogramos a kilogramos** hay "12 saltos" ($1\text{ ng} = 10^{-12}\text{ kg}$). Este índice es **negativo** ya que se parte de una **unidad menor (ng)** para transformarla en otra **mayor (kg)**

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

230 ng a kg \rightarrow en notación científica $230\text{ng}=2,3\cdot 10^2\text{ng}$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1\text{ ng} = 10^{-12}\text{ kg}$ \rightarrow $230\text{ng}=2,3\cdot 10^2\cdot 10^{-12}\text{kg}$ \rightarrow operando:

$$230\text{ng}=2,3\cdot 10^{(2-12)}\text{kg} \rightarrow \boxed{230\text{ng}=2,3\cdot 10^{-10}\text{kg}}$$

h) 220000 cg a g

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

220000 cg en notación científica puede ser indicado como $2,2\cdot 10^5\text{ cg}$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de **cg a g** hay que darse cuenta que desde **centigramos a gramos** hay "2 saltos" ($1\text{ cg} = 10^{-2}\text{ g}$). Este índice es **negativo** ya que se parte de una **unidad menor (cg)** para transformarla en otra **mayor (g)**

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

220000 cg a g → en notación científica $220000\text{cg}=2,2\cdot 10^5\text{cg}$ → aplicando el factor de conversión $1\text{cg}=10^{-2}\text{g}$ → $220000\text{cg}=2,2\cdot 10^5\cdot 10^{-2}\text{g}$ → operando:

$$220000\text{cg}=2,2\cdot 10^{(5-2)}\text{g} \rightarrow \boxed{220000\text{cg}=2,2\cdot 10^3\text{g}}$$

i) 1 metro cúbico a litro

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema

1 metro cúbico ya está en notación científica

2) PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)

Como se desea pasar de m^3 a l hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1\text{ litro (l)}=1\text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de m^3 a dm^3 (l). Como de metro a decímetro hay "1 salto" en nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 → de metro cúbico a decímetro cúbico hay "3.1 = 3 saltos" → $1\text{m}^3=10^3\text{l}=10^3\text{dm}^3$. Este índice es positivo ya que se parte de una unidad mayor (m^3) para transformarla en otra menor (l)

3) PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica

$$\boxed{1\text{m}^3=10^3\text{litros}=10^3\text{dm}^3}$$

j) 1 dm³ a litro

Se trata de la misma unidad expresadas en unidades cúbicas o de capacidad:

$$\boxed{1\text{ litro (l)}=1\text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}}$$

k) 1250 Kl a l

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema

1250 kl en notación científica puede expresarse como $1,25\cdot 10^3\text{kl}$

2) PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)

Como se desea pasar de kl a l → desde kilolitros a litros hay "3 saltos" (aunque se trate de unidades de volumen no deben multiplicarse el índice por 3 ya que no se trata de unidades cúbicas) ($1 \text{ kl} = 10^3 \text{ l}$). Este índice es **positivo** ya que se parte de una **unidad mayor (kl)** para transformarla en otra **menor (l)**

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

1250 kl a l → en notación científica $1250 \text{ kl} = 1,25 \cdot 10^3 \text{ kl}$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ kl} = 10^3 \text{ l}$ → $1250 \text{ kl} = 1,25 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ l}$ → operando:

$$1250 \text{ kl} = 1,25 \cdot 10^{(3+3)} \text{ l} \rightarrow \boxed{1250 \text{ kl} = 1,25 \cdot 10^6 \text{ l}}$$

l) 0,000000009 Mm³ a litro

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

0,000000009 Mm³ en notación científica puede expresarse como $9 \cdot 10^{-9} \text{ Mm}^3$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de Mm³ a l hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ decímetro cúbico (dm}^3)$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de Mm³ a dm³ (l). Como de megametro a metro hay "6 saltos" y de metro a decímetro hay "1 salto" de megametro a decímetro hay "6+1 = 7 saltos". En nuestro caso, al tratarse de **unidades de volumen cúbicas**, hay que **multiplicar** ese número de saltos por 3 → de megametro cúbico a decímetro cúbico hay "3·7 = 21 saltos" → $1 \text{ Mm}^3 = 10^{21} \text{ l} = 10^{21} \text{ dm}^3$. Este índice es **positivo** ya que se parte de una **unidad mayor (Mm³)** para transformarla en otra **menor (l)**

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

0,000000009 Mm³ a litro → en notación científica $0,000000009 \text{ Mm}^3 = 9 \cdot 10^{-9} \text{ Mm}^3$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ Mm}^3 = 10^{21} \text{ l} = 10^{21} \text{ dm}^3$ →

$$0,000000009 \text{ Mm}^3 = 9 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{21} \text{ litro} \rightarrow \text{operando:}$$

$$0,000000009 \text{ Mm}^3 = 9 \cdot 10^{(-9+21)} \text{ litro}$$

$$\boxed{0,000000009 \text{ Mm}^3 = 9 \cdot 10^{12} \text{ litros}}$$

m) 7600000000 mm³ a m³

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

7600000000 mm^3 en notación científica puede expresarse como $7,6 \cdot 10^9 \text{ mm}^3$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de mm^3 a m^3 hay que darse cuenta que de milímetros a metros hay "3 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 → de milímetro cúbico a metro cúbico hay "3.3 = 9 saltos" → $1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$. Este índice es negativo ya que se parte de una unidad menor (mm^3) para transformarla en otra mayor (m^3)

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

7600000000 mm^3 a m^3 → en notación científica $7600000000 \text{ mm}^3 = 7,6 \cdot 10^9 \text{ mm}^3$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$ →

$7600000000 \text{ mm}^3 = 7,6 \cdot 10^9 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$ → operando: $7600000000 \text{ mm}^3 = 7,6 \cdot 10^{(9-9)} \text{ m}^3$

$7600000000 \text{ mm}^3 = 7,6 \cdot 10^0 \text{ m}^3$ como $10^0 = 1$ → $7600000000 \text{ mm}^3 = 7,6 \text{ m}^3$

n) **0,02 μm^3 a l**

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

$0,02 \mu\text{m}^3$ en notación científica puede expresarse como $2 \cdot 10^{-2} \mu\text{m}^3$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de μm^3 a l hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de μm^3 a dm^3 (l). Como de micrómetro a metro hay "6 saltos" y de metro a decímetro hay "1 salto e sentido opuesto" de micrómetro a decímetro hay "6-1 = 5 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 → de micrómetro cúbico a decímetro cúbico hay "3.5 = 15 saltos" → $1 \mu\text{m}^3 = 10^{-15} \text{ l} = 10^{-15} \text{ dm}^3$. Este índice es negativo ya que se parte de una unidad menor (μm^3) para transformarla en otra mayor (dm^3)

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

$0,02 \mu\text{m}^3$ a l \rightarrow en notación científica $0,02 \mu\text{m}^3 = 2 \cdot 10^{-2} \mu\text{m}^3$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1 \mu\text{m}^3 = 10^{-15} \text{l} = 10^{-15} \text{dm}^3$ \rightarrow $0,02 \mu\text{m}^3 = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-15} \text{litros}$ \rightarrow operando:
 $0,02 \mu\text{m}^3 = 2 \cdot 10^{(-2-15)} \text{litros}$ \rightarrow $0,02 \mu\text{m}^3 = 2 \cdot 10^{-17} \text{litros}$

o) 123000 ml a l

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

123000 ml en notación científica puede expresarse como $1,23 \cdot 10^5$ ml

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de ml a l \rightarrow desde mililitros a litros hay "3 saltos" (aunque se trate de unidades de volumen no deben multiplicarse el índice por 3 ya que no se trata de unidades cúbicas) ($1 \text{ ml} = 10^{-3} \text{ l}$). Este índice es negativo ya que se parte de una unidad menor (ml) para transformarla en otra mayor (l)

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

123000 ml \rightarrow en notación científica $123000 \text{ ml} = 1,23 \cdot 10^5 \text{ ml}$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1 \text{ ml} = 10^{-3} \text{ l}$ \rightarrow $123000 \text{ ml} = 1,23 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3} \text{ l}$ \rightarrow operando:

$$123000 \text{ ml} = 1,23 \cdot 10^{(5-3)} \text{ l} \rightarrow 123000 \text{ ml} = 1,23 \cdot 10^2 \text{ l}$$

p) 0,00003 Gm³ a l

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

0,00003 Gm³ en notación científica puede expresarse como $3 \cdot 10^{-5} \text{ Gm}^3$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de Gm³ a l hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de Gm³ a dm³ (l). Como de gigmetro a metro hay "9 saltos" y de metro a decímetro hay "1 salto" de gigmetro a decímetro hay "9+1 = 10 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 \rightarrow de gigmetro cúbico a decímetro cúbico hay "3.10

= 30 saltos" $\rightarrow 1 \text{ Gm}^3 = 10^{30} \text{ l} = 10^{30} \text{ dm}^3$. Este índice es **positivo** ya que se parte de una **unidad mayor** (Gm^3) para transformarla en otra **menor** (l)

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

$0,00003 \text{ Gm}^3$ a l \rightarrow en notación científica $0,00003 \text{ Gm}^3 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ Gm}^3$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1 \text{ Gm}^3 = 10^{30} \text{ l} = 10^{30} \text{ dm}^3$ $\rightarrow 0,00003 \text{ Gm}^3 = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{30} \text{ litros}$ \rightarrow operando: $0,00003 \text{ Gm}^3 = 3 \cdot 10^{(-5+30)} \text{ litros}$

$$0,00003 \text{ Gm}^3 = 3 \cdot 10^{25} \text{ litros}$$

q) 12 Km^3 a la unidad del SI

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

12 Km^3 en notación científica puede expresarse como $1,2 \cdot 10 \text{ Km}^3$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de Km^3 a la unidad del sistema internacional hay que pasar de Km^3 a m^3 Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de Km^3 a m^3 . Como de **kilómetro a metro** hay "3 saltos" y en nuestro caso, al tratarse de **unidades de volumen cúbicas**, hay que **multiplicar** ese número de saltos por 3 \rightarrow de **kilómetro cúbico a metro cúbico** hay "3.3 = 9 saltos" $\rightarrow 1 \text{ km}^3 = 10^9 \text{ m}^3$. Este índice es **positivo** ya que se parte de una **unidad mayor** (km^3) para transformarla en otra **menor** (m^3)

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

12 Km^3 a m^3 \rightarrow en notación científica $12 \text{ Km}^3 = 1,2 \cdot 10 \text{ Km}^3$ \rightarrow aplicando el factor de conversión $1 \text{ km}^3 = 10^9 \text{ m}^3$ $\rightarrow 12 \text{ Km}^3 = 1,2 \cdot 10 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ \rightarrow operando: $12 \text{ Km}^3 = 1,210^{(1+9)} \text{ m}^3$

$$12 \text{ Km}^3 = 1,2 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$$

r) $0,002 \text{ Km}^3$ a litro

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

$0,002 \text{ km}^3$ en notación científica puede expresarse como $2 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

Como se desea pasar de km^3 a l hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de km^3 a dm^3 (l). Como de kilómetro a metro hay "3 saltos" y de metro a decímetro hay "1 salto" de kilómetro a decímetro hay "3+1 = 4 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 → de kilómetro cúbico a decímetro cúbico hay "3.4 = 12 saltos" → $1 \text{ km}^3 = 10^{12} \text{ l} = 10^{12} \text{ dm}^3$. Este índice es positivo ya que se parte de una unidad mayor (km^3) para transformarla en otra menor (l)

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

0,002 km^3 a l → en notación científica $0,002 \text{ km}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ km}^3$ → aplicando el factor de conversión $1 \text{ km}^3 = 10^{12} \text{ l} = 10^{12} \text{ dm}^3$ → $0,002 \text{ km}^3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{12} \text{ litros}$ → operando:
 $0,002 \text{ km}^3 = 2 \cdot 10^{(-3+12)} \text{ litros}$

$$0,002 \text{ km}^3 = 2 \cdot 10^9 \text{ litros}$$

s) **1 g/cm³ a kg/m³**

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

1 g/cm³ ya está en notación científica

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado para obtener la deseada unidad de densidad.

En nuestro caso se desea pasar de g/cm³ a kg/m³ por lo que haremos el cambio de unidades en 3 pasos:

- ✓ **Masa (numerador):** en este caso debemos pasar de gramos (g) a kilogramos (kg). Como sabemos $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$
- ✓ **Volumen (denominador):** en este caso debemos pasar de cm³ a m³. Como se desea pasar de cm³ a m³ hay que darse cuenta que de centímetro a metro hay "2 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese

número de saltos por 3 → de centímetro cúbico a metro cúbico hay "3.2 = 6 saltos" → $1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$. Este índice es **negativo** ya que se parte de una **unidad menor** (cm^3) para transformarla en otra **mayor** (m^3)

- ✓ **Densidad (cociente):** se desea pasar de g/cm^3 a kg/m^3 . Como conocemos los factores de conversión de kilogramo a gramo ($1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$) y de centímetro cúbico a metro cúbico ($1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$$\times \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \text{introduciendo } 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg} \text{ y } 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3 \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} \text{ con lo}$$

$$\text{que operando: } 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^{(-3+6)} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \boxed{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

Nada que hacer en este caso al estar ya realizado.

$$\boxed{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

t) 1 kg/m^3 a g/cm^3

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

1 kg/m^3 ya está en notación científica

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será **transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado** para obtener la deseada **unidad de densidad**.

En nuestro caso se desea pasar de kg/m^3 a g/cm^3 por lo que haremos el cambio de unidades en **3 pasos**:

- ✓ **Masa (numerador):** en este caso debemos pasar de **kilogramos (kg) a gramos (g)**. Como sabemos $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$
- ✓ **Volumen (denominador):** en este caso debemos pasar de m^3 a cm^3 . Como se desea pasar de m^3 a cm^3 hay que darse cuenta que de **metro a centímetro hay "2 saltos"**. En nuestro caso, al tratarse de **unidades de volumen cúbicas**, hay que **multiplicar** ese número de saltos por 3 → de **metro cúbico a centímetro cúbico** hay "3.2 = 6 saltos" → $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$. Este índice es **positivo** ya que se parte de una **unidad mayor** (m^3) para transformarla en otra **menor** (cm^3)

- ✓ **Densidad (cociente):** se desea pasar de kg/m^3 a g/cm^3 . Como conocemos los factores de conversión de gramo a kilogramo ($1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$) y de metro cúbico a centímetro cúbico ($1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$$\times \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{introduciendo } 1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g y } 1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 \quad 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} \text{ con lo que}$$

$$\text{operando: } 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{(3-6)} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \boxed{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

Nada que hacer en este caso al estar ya realizado.

$$\boxed{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

u) 1200 kg/m^3 a g/cm^3

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

- 1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

1200 kg/m^3 en notación científica puede expresarse como $1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

- 2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado para obtener la deseada unidad de densidad.

En nuestro caso se desea pasar de kg/m^3 a g/cm^3 por lo que haremos el cambio de unidades en 3 pasos (ya realizado en el ejercicio anterior) con lo que obtendremos la relación:

$$\boxed{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}$$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

$1200 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ en notación científica $1200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ aplicando el factor de

$$\text{conversión } 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow 1200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3 \rightarrow \text{operando:}$$

$$1200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \cdot 10^{(3-3)} \text{ g/cm}^3 = 1,2 \cdot 10^0 \text{ g/cm}^3$$

$$1200 \text{ kg/m}^3 = 1,2 \text{ g/cm}^3$$

v) 32000000 ng/mm³ a kg/m³

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema

32000000 ng/mm³ en notación científica puede expresarse como $3,2 \cdot 10^7 \text{ ng/mm}^3$

2) PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado para obtener la deseada unidad de densidad.

En nuestro caso se desea pasar de ng/mm³ a kg/m³ por lo que haremos el cambio de unidades en 3 pasos:

- ✓ **Masa (numerador):** en este caso debemos pasar de nanogramos (g) a kilogramos (kg). Como sabemos $1 \text{ ng} = 10^{-9} \text{ g} = 10^{-12} \text{ kg}$
- ✓ **Volumen (denominador):** en este caso debemos pasar de mm³ a m³. Como se desea pasar de mm³ a m³ hay que darse cuenta que de milímetro a metro hay "3 saltos". En nuestro caso, al tratarse de unidades de volumen cúbicas, hay que multiplicar ese número de saltos por 3 → de milímetro cúbico a metro cúbico hay "3.3 = 9 saltos" → $1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$. Este índice es negativo ya que se parte de una unidad menor (mm³) para transformarla en otra mayor (m³)
- ✓ **Densidad (cociente):** se desea pasar de ng/mm³ a kg/m³. Como conocemos los factores de conversión de nanogramo a kilogramo ($1 \text{ ng} = 10^{-12} \text{ kg}$) y de milímetro cúbico a metro cúbico ($1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$$\times \quad 1 \frac{\text{ng}}{\text{mm}^3} \rightarrow \text{introduciendo } 1 \text{ ng} = 10^{-12} \text{ kg} \text{ y } 1 \text{ mm}^3 = 10^{-9} \text{ m}^3 \quad 1 \frac{\text{ng}}{\text{mm}^3} = \frac{10^{-12} \text{ kg}}{10^{-9} \text{ m}^3}$$

$$\text{con lo que operando: } 1 \frac{\text{ng}}{\text{mm}^3} = 10^{(-12+9)} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow 1 \frac{\text{ng}}{\text{mm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3) PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica

32000000 ng/mm³ a kg/m³ → en notación científica $32000000 \text{ ng/mm}^3 = 3,2 \cdot 10^7 \text{ ng/mm}^3 \rightarrow$

aplicando el factor de conversión $1 \frac{\text{ng}}{\text{mm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow$

$32000000 \text{ ng/mm}^3 = 3,2 \cdot 10^7 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3 \rightarrow$ operando:

$$32000000 \text{ ng/mm}^3 = 3,2 \cdot 10^{(7-3)} \text{ kg/m}^3$$

$$32000000 \text{ ng/mm}^3 = 3,2 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$$

w) 0,0034 kg/m³ a g/cm³

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

0,0034 kg/m³ en notación científica puede expresarse como $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y submúltiplos (factores de conversión)**

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado para obtener la deseada unidad de densidad.

En nuestro caso se desea pasar de kg/m³ a g/cm³ por lo que haremos el cambio de unidades en 3 pasos (ya realizado en el apartado y del presente documento) con lo que obtendremos la relación:

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

0,0034 kg/m³ → en notación científica $0,0034 \text{ kg/m}^3 = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ → aplicando el

factor de conversión $1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ → $0,0034 \text{ kg/m}^3 = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ →

operando: $0,0034 \text{ kg/m}^3 = 3,4 \cdot 10^{(-3-3)} \text{ g/cm}^3$

$$0,0034 \text{ kg/m}^3 = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ g/cm}^3$$

x) 0,0034 g/l a kg/m³

En el siguiente ejercicio de cambio de unidades vamos a realizar los pasos necesarios para desarrollar este tipo de problemas.

1) **PASO 1: Transformar en notación científica la medida del problema**

0,0034 g/l en notación científica puede expresarse como $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$

2) **PASO 2: Relacionar las unidades iniciales con las finales usando los múltiplos y**

submúltiplos (factores de conversión)

En este caso se trata de una unidad de densidad. Como la densidad se define como la masa por unidad de volumen $d = \frac{m}{V}$, lo que haremos será **transformar las unidades de masa del numerador y las unidades del volumen del denominador por separado** para obtener la deseada **unidad de densidad**.

En nuestro caso se desea pasar de **g/l** a **kg/m³** por lo que haremos el cambio de unidades en **3 pasos**:

- ✓ **Masa (numerador)**: en este caso debemos pasar de **gramos (g)** a **kilogramos (kg)**. Como sabemos $1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$
- ✓ **Volumen (denominador)**: Como se desea pasar de **l** a **m³** hay que conocer la siguiente equivalencia:

$$1 \text{ litro (l)} = 1 \text{ decímetro cúbico (dm}^3\text{)}$$

Por tanto en nuestro caso tenemos que pasar de **litro (dm³)** a **m³**. Como de **decímetro a metro** hay "1 salto" en nuestro caso, al tratarse de **unidades de volumen cúbicas**, hay que **multiplicar ese número de saltos por 3** → de **decímetro cúbico a metro cúbico** hay "3.1 = 3 saltos" → $1 \text{ dm}^3 (\text{litro}) = 10^{-3} \text{ m}^3$. Este índice es **negativo** ya que se parte de una unidad **menor (litro o dm³)** para transformarla en otra **mayor (m³)**

- ✓ **Densidad (cociente)**: se desea pasar de **g/l** a **kg/m³**. Como conocemos los factores de conversión de kilogramo a gramo ($1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$) y de litro (decímetro cúbico) a metro cúbico ($1 \text{ litro (dm}^3\text{)} = 10^{-3} \text{ m}^3$) lo introduciremos en la ecuación:

$$\times \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} \rightarrow \text{introduciendo } 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg y } 1 \text{ litro (dm}^3\text{)} = 10^{-3} \text{ m}^3 \quad 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-3} \text{ m}^3} \text{ con}$$

$$\text{lo que operando: } 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 10^{(-3+3)} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 10^0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \boxed{1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

- 3) **PASO 3: Introducir el factor de conversión, operar, simplificar y mostrar el resultado final en notación científica**

0,0034 g/l → en notación científica $0,0034 \text{ g/l} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$ → aplicando el factor de

conversión $1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ → $0,0034 \text{ g/l} = 3,4 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \text{ kg/m}^3$ → operando:

$$\boxed{0,0034 \text{ g/l} = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3}$$