

Magnitudes atómico-moleculares

■ 1. Guía de Estudio

- ¿Cuál es la unidad de cantidad de sustancia (n)? ¿Cómo se define?
- ¿Qué son el número de Avogadro y la constante de Avogadro (N_A)?
- Definir la masa molar (M) y el volumen molar (V_m) de una sustancia.

SUGERENCIA:

Antes de resolver ejercicios de la sección 2., responder primero los ítems de la Guía de Estudio relacionados con cada uno.

■ 2. Ejercicios

5.1 El calcio es un metal abundante en la corteza terrestre. Calcular:

- a) la masa de un átomo de calcio, expresada en gramos;
- b) la masa de mil átomos, expresada en gramos. ¿Sería posible pesar este número de átomos en una balanza cuya incertidumbre es de 0,1 mg?;
- c) la masa de un número de Avogadro de átomos, expresada en gramos con 4 cifras significativas.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

5.2 Calcular la masa (m) y el número de átomos (N) presentes en 2,00 mol de átomos de aluminio.

5.3 Calcular la cantidad y el número de átomos que hay en 100 g de helio.

5.4 La masa de 1,50 mol de átomos de un elemento es de 48,1 g. Identificar al elemento con su símbolo químico.

5.5 El número de átomos en 22,0 g de un metal puro es $2,41 \times 10^{23}$.

- a) Identificar al metal con su símbolo químico.
- b) Calcular la masa de 6,50 mol de dicho metal.

5.6 El cinc es un metal de gran importancia para el organismo ya que participa en casi todos los niveles del metabolismo intermedio. Una persona adulta debería ingerir 15,0 mg diarios de este oligoelemento. Calcular a qué cantidad de cinc equivale dicha masa.

5.7 Una dosis de 400 mg de talio puede ser letal para una persona adulta. Calcular para dicha masa:

- a) el número de átomos de talio;
- b) la cantidad de átomos de talio, expresada en moles y en milimoles.

5.8 Completar el cuadro siguiente.

Símbolo del elem.	m_a / u	M / g mol ⁻¹	m / g	n / mol	N	ρ / g cm ⁻³	V / cm ³
He			5,000			$1,785 \times 10^{-4}$	
Hg				2,50		13,6	
			591	3,00		19,3	
			81,0		$1,81 \times 10^{24}$	2,70	
Cu					$2,41 \times 10^{24}$		28,4

- 5.9 El acero inoxidable "16Cr-2Ni" es una aleación que, además de hierro, contiene en masa 0,200% de carbono, 16,0% de cromo y 2,00% de níquel. Se utiliza para la construcción de álabes de turbinas, ejes de bombas, utensilios de cocina, cuchillería, etc. Para una muestra de dicho material cuya masa es de 350 g, calcular:
- la masa de carbono;
 - la cantidad y el número de átomos de cromo;
 - la cantidad de níquel, expresada en milimoles.
- 5.10 Calcular la masa molar de las sustancias siguientes con 4 cifras significativas:
- ácido nitroso;
 - óxido de hierro(III);
 - sulfito de calcio;
 - hidrogenosulfuro de aluminio.
- 5.11 Calcular la masa de una molécula de urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) expresada en a) unidades de masa atómica; b) gramos.
- 5.12 La *dolomita* es un carbonato doble de fórmula $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Calcular:
- la masa molar;
 - el número de unidades fórmula presentes en 250 g de dolomita;
 - la cantidad de unidades fórmula en la masa del ítem anterior.
- 5.13 El nitrato de amonio (NH_4NO_3) se utiliza como fertilizante. Calcular:
- la masa de nitrógeno en 1,00 kg de este fertilizante;
 - el %m/m de nitrógeno en dicho compuesto;
 - el número de átomos de hidrógeno en 300 g del fertilizante;
 - la cantidad de átomos de oxígeno presente en la misma masa del ítem anterior.
- 5.14 La ingesta de calcio recomendada para niños con edades entre 1 y 3 años es de 500 mg diarios. Calcular la masa de CaCO_3 que cubre este requerimiento, expresada en gramos.
- 5.15 El salbutamol ($\text{C}_{13}\text{H}_{21}\text{NO}_3$) es un fármaco de efecto rápido utilizado para el alivio del broncoespasmo. Calcular:
- la masa de 150 moléculas de salbutamol, expresada en gramos;
 - la cantidad de salbutamol presente en 2,00 mg del mismo, expresada en moles y en milimoles.
- 5.16 En 32,0 g de una sustancia gaseosa cuya fórmula es XO_3 hay $7,22 \times 10^{23}$ átomos de oxígeno.
- Calcular la masa molar de la sustancia.
 - Calcular la masa molecular, expresada en unidades de masa atómica.
 - Identificar al elemento X con su símbolo químico.
- 5.17 Se dispone de 120 g de nitrato de hierro(III). Para dicha masa, calcular:
- la cantidad de sustancia presente;
 - la masa de oxígeno;
 - el número de iones hierro(III);
 - la cantidad de iones nitrato.
- 5.18 Indicar si las afirmaciones siguientes son correctas (C) o incorrectas (I).
- "En 3 moles de ácido sulfúrico hay 6 moles de átomos de hidrógeno, 32 gramos de azufre y 12 moles de átomos de oxígeno."
 - "Seis moléculas de hidrógeno (H_2) tienen una masa de 12 gramos."
 - "Si un óxido de níquel tiene 78,6 %m/m de níquel, la fórmula empírica del óxido será NiO ."

5.19 Calcular los volúmenes molares de las sustancias siguientes:

- a) hidrógeno, $\text{H}_2(\text{g})$, $\rho = 0,0902 \text{ g/dm}^3$ (0°C y 1 atm).
- b) acetona, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})$, $\rho = 0,788 \text{ g/cm}^3$ (25°C y 1 atm);
- c) platino, $\text{Pt}(\text{s})$, $\rho = 21,5 \text{ g/cm}^3$ (0°C y 1 atm).

5.20 La densidad del ozono (O_3) a $1,00 \text{ atm}$ y $25,0^\circ\text{C}$ es $1,96 \text{ g/dm}^3$. Para dichas condiciones de presión y temperatura, calcular:

- a) el volumen molar del ozono;
- b) la cantidad de átomos de oxígeno en $2,25 \text{ dm}^3$ de ozono.

$$\rho(p, T) = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_m}$$

5.21 El volumen molar del hexano (C_6H_{14}) a 20°C es $126 \text{ cm}^3/\text{mol}$. Para dicha temperatura, calcular:

- a) la densidad del hexano;
- b) el número de moléculas de hexano presentes en $10,0 \text{ cm}^3$ de dicha sustancia;
- c) la cantidad de átomos de carbono presentes en $10,0 \text{ cm}^3$ de hexano.

5.22 Sabiendo que a 20°C , $0,275$ moles de una sustancia desconocida cuya densidad es $0,924 \text{ g/cm}^3$ ocupan un volumen de $45,9 \text{ cm}^3$, calcular:

- a) la masa molar de la sustancia;
- b) el número de moléculas presentes en 120 cm^3 ;
- c) la masa, expresada en gramos, de una molécula de dicha sustancia.

5.23 A 25°C y 1 atm un volumen de $45,0 \text{ cm}^3$ de benceno, $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$, contiene $1,82 \times 10^{24}$ átomos de hidrógeno. Calcular para el benceno en dichas condiciones:

- a) su densidad; b) su volumen molar; c) la cantidad de benceno que contiene $0,600 \text{ mol}$ de átomos totales, expresada en milimoles.

5.24 Para cada afirmación siguiente, indicar si es correcta (C) o incorrecta (I).

"Cantidades iguales de los compuestos $\text{SO}_2(\text{g})$ y $\text{SO}_3(\text{g})$ tienen:..."

- a) "...distinta cantidad de átomos de oxígeno".
- b) "...igual número de átomos de azufre".
- c) "...igual número de átomos totales".

5.25 Para cada afirmación siguiente, indicar si es correcta (C) o incorrecta (I).

"Cantidades iguales de los compuestos $\text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{l})$ y $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$ tienen:..."

- a) "...distinto porcentaje en masa de oxígeno".
- b) "...igual masa".
- c) "...igual número de átomos de hidrógeno".

5.26 Sabiendo que en un volumen de $0,0528 \text{ dm}^3$ a 20°C hay $3,08 \times 10^{23}$ moléculas de una sustancia de fórmula $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$, calcular:

- a) el volumen molar de la sustancia a 20°C ;
- b) la cantidad de dicha sustancia que contiene en total $1,50 \text{ mol}$ de átomos;
- c) la masa de 5 moléculas de la sustancia, expresada en gramos.

Magnitudes atómico-moleculares

5.1: a) $6,656 \times 10^{-23}$ g; b) $6,656 \times 10^{-20}$ g; no es posible; c) 40,08 g.

5.2: 54,0 g; $1,20 \times 10^{24}$.

5.3: $n(\text{He}) = 25,0$ mol; $N(\text{He}) = 1,50 \times 10^{25}$.

5.4: S.

5.5: a) Mn; b) 357 g.

5.6: $n(\text{Zn}) = 2,29 \times 10^{-4}$ mol.

5.7: a) $N(\text{Tl}) = 1,18 \times 10^{21}$; b) $n(\text{Tl}) = 0,00196$ mol = 1,96 mmol.

5.8:

Símbolo del elem.	m_a / u	M / g mol ⁻¹	m / g	n / mol	N	ρ / g cm ⁻³	V / cm ³
He	4,003	4,003	5,00	1,25	$7,52 \times 10^{23}$	$1,785 \times 10^{-4}$	$2,80 \times 10^4$
Hg	201	201	502	2,50	$1,51 \times 10^{24}$	13,6	36,9
Au	197	197	591	3,00	$1,81 \times 10^{24}$	19,3	30,6
Al	27,0	27,0	81,0	3,00	$1,81 \times 10^{24}$	2,70	30,0
Cu	63,6	63,6	254	4,00	$2,41 \times 10^{24}$	8,94	28,4

5.9: a) $m(\text{C}) = 0,700$ g; b) $n(\text{Cr}) = 1,08$ mol, $N(\text{Cr}) = 6,48 \times 10^{23}$; c) $n(\text{Ni}) = 119$ mmol.

5.10: a) 47,02 g/mol; b) 159,7 g/mol; c) 120,2 g/mol; d) 126,2 g/mol.

5.11: a) 60,1 u; b) $9,98 \times 10^{-23}$ g.

5.12: a) 184 g/mol; b) $8,16 \times 10^{23}$; c) 1,36 mol.

5.13: a) $m(\text{N}) = 350$ g; b) 35,0 %m/m; c) $N(\text{H}) = 9,03 \times 10^{24}$; d) $n(\text{O}) = 11,2$ mol.

5.14: $m(\text{CaCO}_3) = 1,25$ g.

5.15: a) $5,96 \times 10^{-20}$ g; b) $8,36 \times 10^{-6}$ mol = $8,36 \times 10^{-3}$ mmol.

5.16: a) 80,0 g/mol; b) 80,0 u; c) S.

5.17: a) 0,496 mol; b) 71,4 g; c) $2,99 \times 10^{23}$; d) 1,49 mol.

5.18: a) I; b) I; c) C.

5.19: a) 22,4 dm³; b) 73,7 cm³; c) 9,07 cm³.

5.20: a) $V_m(\text{O}_3) = 24,5$ dm³/mol; b) $n(\text{O}) = 0,276$ mol.

5.21: a) $\rho(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 0,684$ g/cm³; b) $N(\text{C}_6\text{H}_{14}) = 4,78 \times 10^{22}$; c) $n(\text{C}) = 0,476$ mol.

5.22: a) $M = 154$ g/mol; b) $N = 4,33 \times 10^{23}$; c) $m = 2,56 \times 10^{-22}$ g.

5.23: a) $\rho = 0,874$ g/cm³; b) $V_m = 89,2$ cm³/mol; c) $n = 50,0$ mmol.

5.24: a) C; b) C; c) I.

5.25: a) I; b) C; c) C.

5.26: a) $V_m = 103$ cm³/mol; b) $n = 0,0938$ mol; c) $m = 6,07 \times 10^{-22}$ g.