

# QUÍMICA

Examen Final - Diciembre 2022 - Tema 3

Enunciado original

<b>QUÍMICA - CÁTEDRA BRUNO-DI RISIO- CICLO BÁSICO COMÚN - EXAMEN FINAL - DICIEMBRE 2022 TEMA 3</b>		
APELLIDO:	Nombres:	
DNI	COMISIÓN	CALIFICACIÓN
Fecha:	Firma del alumno:	

Resolver en borrador y escribir las respuestas en los casilleros en blanco. Entregar solo esta hoja.

correctas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nota	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8 ó 9	10

La aprobación de este examen requiere un mínimo de 5 (CINCO) problemas respondidos completamente y correctamente. Con 9 respuestas correctas, corresponde nota 9 u 8, dependiendo de que la pregunta 2 haya sido contestada correctamente o no.

**Datos:**  $R = 0,0821 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ;  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ;  $1 \text{ u} = 1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $pK_w(25^\circ \text{C}) = 14,00$ ;  $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$   
**M (g/mol):** Ca: 40,1 - C: 12,0 - O: 16,0 - Cl: 35,5 - H: 1,0 - N: 14,0

1) La siguiente reacción ocurre en un recipiente con tapa móvil:  $4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{ NO}(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$ . Si el sistema en equilibrio es comprimido a temperatura constante, indicar la/s respuesta/s correcta/s: i) disminuye la cantidad de  $\text{NH}_3$ , ii) aumenta la cantidad de  $\text{NH}_3$ , iii) no habrá cambio en la cantidad de  $\text{NH}_3$ , iv) disminuye la cantidad de  $\text{NO}$ .

ii), iv) ✓

2) Dados los compuestos siguientes: 1.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ; 2.  $\text{CCl}_4$ ; 3.  $\text{HClO}_4$ ; 4.  $\text{NaOH}$ . ¿Cuál/es de ellos forma/n una red cristalina a temperatura ambiente? Justificar al dorso.

1 y 4 Justificar al dorso ✓

3) Para la reacción  $2 \text{ A} + \text{ B} \rightarrow \text{ C}$  catalizada con Pt, se midió la velocidad inicial a distintas concentraciones según la tabla siguiente:

$[\text{A}]_{0,0}$ en M	$[\text{B}]_{0,0}$ en M	Velocidad inicial en $\text{M s}^{-1}$
0,250	0,150	$3,25 \times 10^{-4}$
0,250	0,300	$6,50 \times 10^{-4}$
0,500	0,150	$1,30 \times 10^{-3}$
0,500	0,450	$3,90 \times 10^{-3}$

Indique cuál/es de las siguientes afirmaciones es/son correctas

a) El orden en B es 0 ✗  
 b) el orden total es 4 ✗  
 c)  $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]^2$  ✗  
 d)  $v(\text{B}) = 2 v(\text{A})$  ✓  
 e)  $v(\text{A}) = 2 v(\text{C})$  ✓  
 f) el catalizador se consume al comienzo de la reacción. ✗

e) ✓

4) Se tiene una solución acuosa de  $\text{HClO}_2$  ( $K_a = 5,10 \times 10^{-4}$ ) y una solución acuosa de  $\text{HBr}$  (ácido fuerte). Sabiendo que ambas soluciones ácidas tienen igual pH, indica la/s opción/es correcta/s: i)  $[\text{HClO}_2] = [\text{HBr}]$ , ii)  $[\text{HClO}_2] > [\text{HBr}]$ , iii)  $[\text{HClO}_2] < [\text{HBr}]$ , iv) en la solución de  $\text{HBr}$ ,  $[\text{Br}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ , y en la solución de  $\text{HClO}_2$ ,  $[\text{HClO}_2] = [\text{H}_3\text{O}^+]$ .

ii, iv) ✓

5) El  $\text{CaCO}_3$  se descompone según la reacción  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ . Sabiendo que el rendimiento de la reacción es 85,0%, calcular la masa de  $\text{CaCO}_3$  (pureza 90,0%) necesaria para obtener 25,0 L de  $\text{CO}_2$  (g) a  $25,0^\circ \text{C}$  y 3,00 atm de presión.

~~402~~ 402 ✓

6) La composición de una aleación de bronce es: 83,1% de Cobre, 5,70% de estaño, 5,35% de cinc y el resto de plomo (Y/m/m). Calcular la densidad de la aleación expresada en  $\text{kg/dm}^3$ , sabiendo que un objeto de esta aleación cuyo volumen es  $2,00 \text{ dm}^3$  contiene una masa de plomo de 1041 g.

8,90  $\text{kg/dm}^3$  ✓

7) Calcular el volumen de un cierto alcohol (densidad  $\rho = 0,785 \text{ g/mL}$ ) para que cuando se disuelvan  $0,0300 \text{ mol}$  de  $\text{I}_2$  ( $M = 253,8 \text{ g/mol}$ ) la concentración de alcohol en la mezcla sea 83,0% m/m.

64,9 mL ✓

8) Un volumen de  $1,00 \text{ cm}^3$  de cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ) tiene una masa de 1,49 g. Calcular:  
 a) El volumen, expresado en  $\text{dm}^3$ , que ocupa  $1,00 \text{ mol}$  de sustancia.  
 b) La cantidad de átomos de cloro que hay en  $1,00 \text{ dm}^3$  de cloroformo.

20,08  $\text{dm}^3$   
 21,848 mol 37,45 ✓

9) Se dispone de un recipiente rígido de  $10,0 \text{ dm}^3$ , que contiene  $10,2 \text{ g}$  de  $\text{N}_2$  (g) y  $5,20 \text{ g}$  de  $\text{O}_2$  (g) a una temperatura de  $150 \text{ K}$ . Se extrae del sistema todo el  $\text{O}_2$  (g) manteniendo constante la temperatura. Calcular la presión final del sistema expresada en atm.

0,448 atm ✓

10) Dadas las siguientes afirmaciones referidas a los elementos químicos Ca, Mg y S, indique cuál/es es/son correcta/s:  
 A) El Ca es el que posee mayor carácter metálico.  
 B) Todos pertenecen al mismo periodo.  
 C) El radio atómico del Mg es mejor que el radio atómico del S.  
 D) Los tres elementos listados sólo forman cationes cuando participan de uniones iónicas.  
 E) El Ca y el Mg forman aniones divalentes.

B ✓

JUSTIFICACIÓN del problema 2 al dorso

## Ejercicio 1 — Equilibrio químico bajo compresión

La siguiente reacción ocurre en solución acuosa:  $\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$ . Si el sistema en equilibrio es comprimido a temperatura constante, indicar la/s respuesta/s correcta/s: i) disminuye la concentración de  $\text{NH}_3$ ; ii) aumenta la cantidad de  $\text{NH}_3$ ; iii) no habrá cambio en la cantidad de  $\text{NH}_3$ ; iv) disminuye la cantidad de  $\text{NH}_3$

Idea clave: Analizar el efecto de la compresión sobre un equilibrio en solución acuosa aplicando el principio de Le Chatelier y considerando que la compresión afecta el volumen pero no necesariamente desplaza equilibrios en fase líquida.

### PASO 1 — Identificar las especies en equilibrio

Reacción	$\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$
Especies en solución	$\text{NH}_3(\text{ac})$ , $\text{NH}_4^+(\text{ac})$ , $\text{OH}^-(\text{ac})$ están disueltos en agua
Solvente	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ es el solvente (líquido puro), su concentración es constante

### PASO 2 — Analizar moles de especies en solución

Reactivos	1 mol de $\text{NH}_3(\text{ac})$ ( $\text{H}_2\text{O}$ no se cuenta por ser solvente)
Productos	1 mol de $\text{NH}_4^+(\text{ac})$ + 1 mol de $\text{OH}^-(\text{ac})$ = 2 moles
Comparación	$\Delta n = 2 - 1 = +1$ (aumentan los moles de especies disueltas)

### PASO 3 — Aplicar efecto de compresión

Compresión	Al comprimir el sistema a T constante, disminuye el volumen
Principio Le Chatelier	El sistema se desplaza hacia donde hay menor cantidad de moles en solución
Dirección	<b>El equilibrio se desplaza hacia los REACTIVOS (-izquierda)</b>
Razón	Hay 1 mol en reactivos vs 2 moles en productos (en solución)

### PASO 4 — Efecto sobre $\text{NH}_3$

Desplazamiento	Al desplazarse hacia reactivos → se forma más $\text{NH}_3$
Cantidad de $\text{NH}_3$	<b>AUMENTA la cantidad (moles) de <math>\text{NH}_3</math></b>
Volumen	El volumen DISMINUYE por la compresión
Concentración	$[\text{NH}_3] = n/V$ → n aumenta pero V disminuye
Análisis	El efecto neto sobre $[\text{NH}_3]$ depende de la magnitud relativa de ambos cambios

PASO 5 — Evaluar cada opción

Opción i	"Disminuye la concentración de $\text{NH}_3$ " → No necesariamente, depende de magnitudes
Opción ii	<b>"Aumenta la cantidad de <math>\text{NH}_3</math>" → ✓ CORRECTA (aumentan los moles)</b>
Opción iii	"No habrá cambio en la cantidad de $\text{NH}_3$ " → FALSA
Opción iv	"Disminuye la cantidad de $\text{NH}_3$ " → FALSA

**Respuesta correcta: ii) aumenta la cantidad de  $\text{NH}_3$**

## Ejercicio 2 — Tasación de compuestos químicos

TASAR los compuestos siguientes: 1.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2.  $\text{CO}_2$  3.  $\text{HClO}_4$  4.  $\text{NaOH}$ . ¿Cuál/es se altera  $\text{NH}_3$  con una red cristalina a temperatura ambiente? Justificar.

Idea clave: Tasar significa nombrar los compuestos según nomenclatura IUPAC y determinar cuál reacciona con  $\text{NH}_3$  en estado sólido (red cristalina).

### PASO 1 — Tasar (nombrar) cada compuesto

1. $\text{Na}_2\text{SO}_3$	Sulfito de sodio (sal ternaria, anión $\text{SO}_3^{2-}$ )
2. $\text{CO}_2$	Dióxido de carbono (óxido ácido no metálico)
3. $\text{HClO}_4$	Ácido perclórico (oxoácido del cloro con estado de oxidación +7)
4. $\text{NaOH}$	Hidróxido de sodio (base fuerte, hidróxido metálico)

### PASO 2 — Análisis de estado físico a temperatura ambiente

$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Sólido cristalino (red iónica)
$\text{CO}_2$	Gas (no tiene red cristalina a T ambiente)
$\text{HClO}_4$	Líquido (solución acuosa comercial, no red cristalina)
$\text{NaOH}$	Sólido cristalino (red iónica)

### PASO 3 — Reactividad con $\text{NH}_3$ (amoníaco)

Concepto	$\text{NH}_3$ es una base débil que reacciona con ácidos y compuestos ácidos
$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NH}_3$	NO reacciona (sal neutra, no ácida)
$\text{CO}_2 + \text{NH}_3$	NO tiene red cristalina a T ambiente (es gas)
$\text{HClO}_4 + \text{NH}_3$	NO tiene red cristalina a T ambiente (es líquido)
$\text{NaOH} + \text{NH}_3$	NO reacciona directamente (ambas son bases)

### PASO 4 — Interpretación y respuesta

Criterio	El ejercicio pregunta cuál compuesto CON red cristalina reacciona con $\text{NH}_3$
Análisis crítico	De los compuestos con red cristalina ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ y $\text{NaOH}$ ), ninguno reacciona significativamente con $\text{NH}_3$ a T ambiente
Posible interpretación	Si el enunciado está mal transcrito y pregunta por compuestos que SÍ reaccionan con $\text{NH}_3$ , sería $\text{HClO}_4$ (ácido-base: $\text{HClO}_4 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{ClO}_4^-$ )
Respuesta literal	<b>NINGUNO de los compuestos con red cristalina a T ambiente reacciona con <math>\text{NH}_3</math></b>

#### PASO 5 – Justificación

$\text{Na}_2\text{SO}_3$	Red cristalina iónica, sal neutra que no reacciona con $\text{NH}_3$ (ambos básicos)
$\text{NaOH}$	Red cristalina iónica, base fuerte que NO reacciona con $\text{NH}_3$ (otra base)
Conclusión	Los únicos compuestos con red cristalina a T ambiente son $\text{Na}_2\text{SO}_3$ y $\text{NaOH}$ , y ninguno reacciona con $\text{NH}_3$ porque no son ácidos

**Nomenclatura: 1) Sulfito de sodio, 2) Dióxido de carbono, 3) Ácido perclórico, 4) Hidróxido de sodio. NINGUNO con red cristalina reacciona con  $\text{NH}_3$ .**

## Ejercicio 3 — Determinación del orden de reacción y ley de velocidad

Para la reacción  $2A + B \rightarrow C$  catalizada con Pt, se mide la velocidad inicial a distintas concentraciones. Datos experimentales: Experimento 1:  $[A]_0=0,250 \text{ M}$ ,  $[B]_0=0,150 \text{ M}$ ,  $v=3,75 \times 10^2 \text{ M/s}$ ; Experimento 2:  $[A]_0=0,250 \text{ M}$ ,  $[B]_0=0,300 \text{ M}$ ,  $v=6,50 \times 10^2 \text{ M/s}$ ; Experimento 3:  $[A]_0=0,500 \text{ M}$ ,  $[B]_0=0,150 \text{ M}$ ,  $v=1,30 \times 10^3 \text{ M/s}$ ; Experimento 4:  $[A]_0=0,500 \text{ M}$ ,  $[B]_0=0,450 \text{ M}$ ,  $v=3,90 \times 10^3 \text{ M/s}$ . Determinar la ley de velocidad correcta.

Idea clave: Comparar experimentos donde varía una sola concentración para determinar el orden de reacción respecto a cada reactivo mediante cocientes de velocidades.

### PASO 1 — Organización de datos experimentales

Experimento 1	$[A]_0 = 0,250 \text{ M}$ ; $[B]_0 = 0,150 \text{ M}$ ; $v_1 = 3,75 \times 10^2 \text{ M/s}$
Experimento 2	$[A]_0 = 0,250 \text{ M}$ ; $[B]_0 = 0,300 \text{ M}$ ; $v_2 = 6,50 \times 10^2 \text{ M/s}$
Experimento 3	$[A]_0 = 0,500 \text{ M}$ ; $[B]_0 = 0,150 \text{ M}$ ; $v_3 = 1,30 \times 10^3 \text{ M/s}$
Experimento 4	$[A]_0 = 0,500 \text{ M}$ ; $[B]_0 = 0,450 \text{ M}$ ; $v_4 = 3,90 \times 10^3 \text{ M/s}$
Ley general	$v = k[A]^\alpha[B]^\beta$ (donde $\alpha$ y $\beta$ son los órdenes parciales a determinar)

### PASO 2 — Determinación del orden respecto a B

Comparación	Comparamos experimentos 1 y 2 (donde [A] es constante y [B] varía)
Cociente	$v_2/v_1 = (k[A]^\alpha[B]_2)/(k[A]^\alpha[B]_1) = ([B]_2/[B]_1)$
Sustitución	$(6,50 \times 10^2)/(3,75 \times 10^2) = (0,300/0,150)$
Simplificación	$1,733... = (2)$
Resolución	Probando valores: $2^1 = 2 \neq 1,733$ ; Revisando: $6,50/3,75 \approx 1,733$
Verificación	Como 1,733 está entre $2^0=1$ y $2^1=2$ , revisamos cálculo. Ratio exacto: $650/375 = 26/15 \approx 1,733$
Conclusión	Este ratio no da un orden entero simple. Probemos $\beta = 1$ : da ratio 2, pero tenemos 1,733

### PASO 3 — Determinación del orden respecto a A

Comparación	Comparamos experimentos 1 y 3 (donde [B] es constante y [A] varía)
Cociente	$v_3/v_1 = ([A]_3/[A]_1)^\alpha$
Sustitución	$(1,30 \times 10^3)/(3,75 \times 10^2) = (0,500/0,250)^\alpha$
Simplificación	$3,467 = (2)^\alpha$
Resolución	$\log(3,467) = \alpha \cdot \log(2) \rightarrow \alpha = \log(3,467)/\log(2) \approx 1,79 \approx 2$
Verificación	$2^2 = 4$ , cercano a 3,467. Probemos $\alpha = 2$

PASO 4 — Verificación con orden A=2, determinación de  $\beta$

Hipótesis	Si $\alpha = 2$ , entonces $v = k[A]^2[B]$
Exp 1 y 2	$v_2/v_1 = ([B]_2/[B]_1) \rightarrow 650/375 = (2) \rightarrow 1,733 = 2 \rightarrow \beta \approx 0,793$
Exp 1 y 3	$v_3/v_1 = ([A]_3/[A]_1)^2 = 4 \rightarrow 1300/375 = 3,467 \approx 4 \checkmark$ (pequeño error experimental)
Exp 3 y 4	$v_4/v_3 = ([B]_4/[B]_3) \rightarrow 3900/1300 = (0,450/0,150) \rightarrow 3 = 3 \rightarrow \beta = 1 \checkmark$
Verificación final	Con $\alpha=2$ y $\beta=1$ : $v_4/v_3 = 3^1 = 3 \checkmark$ ; $v_3/v_1 = 2^2 = 4$ (observado: 3,467) $\checkmark$
Ley de velocidad	$v = k[A]^2[B]^1 = k[A]^2[B]$

PASO 5 — Análisis de las afirmaciones

a) $v=k[A][B]^3$	FALSO. La ley correcta es $v=k[A]^2[B]$
b) orden total = 4	FALSO. Orden total = $\alpha + \beta = 2 + 1 = 3$
c) $v=k[A][B]^3$	FALSO. Repetición de (a), incorrecta
d) $>k[A]>2v[B]$	FALSO/CONFUSO. Esta expresión no tiene sentido claro (error de transcripción)
e) catalizador	FALSO. El catalizador no se consume, solo acelera la reacción
Conclusión	<b>NINGUNA afirmación es correcta. La ley correcta es <math>v=k[A]^2[B]</math> con orden total 3</b>

**Ley de velocidad:  $v = k[A]^2[B]$ ; Orden respecto a A: 2; Orden respecto a B: 1; Orden total: 3; Ninguna afirmación dada es correcta**

## Ejercicio 4 — Comparación de soluciones ácidas con igual pH

Se tiene una solución acuosa de  $\text{HClO}_2$  ( $K_a = 5,10 \times 10^{-3}$ ) y una solución acuosa de  $\text{HBr}$  (ácido fuerte). Sabiendo que las soluciones ácidas tienen igual pH, indicar las opciones correctas: i)  $[\text{HClO}_2] > [\text{HBr}]$ ; ii)  $[\text{HClO}_2] < [\text{HBr}]$ ; iii)  $[\text{HClO}_2] = [\text{HBr}]$ ; iv) en la solución de  $\text{HBr}$ ,  $[\text{Br}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$ ; v) en la solución de  $\text{HClO}_2$ ,  $[\text{HClO}_2] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$

Idea clave: Comparar el grado de disociación de un ácido débil ( $\text{HClO}_2$ ) con un ácido fuerte ( $\text{HBr}$ ) que tienen el mismo pH, usando que el ácido fuerte se disocia completamente mientras el débil solo parcialmente.

### PASO 1 — Análisis del $\text{HBr}$ (ácido fuerte)

Disociación	$\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Br}^-$ (completa al 100%)
Concentraciones	Si $C_0(\text{HBr})$ es la concentración inicial: $[\text{H}_3\text{O}^+] \approx C_0(\text{HBr})$ y $[\text{Br}^-] \approx C_0(\text{HBr})$
Conclusión	$[\text{Br}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$ ✓ (opción iv es CORRECTA)

### PASO 2 — Análisis del $\text{HClO}_2$ (ácido débil)

Disociación	$\text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{ClO}_2^-$ (equilibrio parcial)
Constante $K_a$	$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}_2^-]/[\text{HClO}_2] = 5,10 \times 10^{-3}$
Grado de disociación	$K_a = 5,10 \times 10^{-3}$ es relativamente grande para un ácido débil, pero $< 1$
Comportamiento	Solo una fracción del $\text{HClO}_2$ se disocia. $[\text{HClO}_2]_{\text{equilibrio}} > [\text{H}_3\text{O}^+]$
Conclusión	$[\text{HClO}_2]$ NO es aproximadamente igual a $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (opción v es INCORRECTA)

### PASO 3 — Comparación de concentraciones iniciales

pH iguales	Ambas soluciones tienen el mismo pH $\rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HBr}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{HClO}_2}$
Para $\text{HBr}$	$[\text{H}_3\text{O}^+] = C_0(\text{HBr}) \rightarrow C_0(\text{HBr}) = [\text{H}_3\text{O}^+]$
Para $\text{HClO}_2$	Si $C_0(\text{HClO}_2)$ es la concentración inicial y $\alpha$ el grado de disociación: $[\text{H}_3\text{O}^+] = \alpha \times C_0(\text{HClO}_2)$ , donde $\alpha < 1$ (disociación parcial)
Igualando	$C_0(\text{HBr}) = \alpha \times C_0(\text{HClO}_2)$
Como $\alpha < 1$	$C_0(\text{HClO}_2) = C_0(\text{HBr})/\alpha \rightarrow C_0(\text{HClO}_2) > C_0(\text{HBr})$
Conclusión	$[\text{HClO}_2] > [\text{HBr}]$ ✓ (opción i es CORRECTA)

#### PASO 4 – Verificación cuantitativa

Ejemplo numérico	Si $\text{pH} = 2$ , entonces $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ M} = 0,01 \text{ M}$
Para HBr	$C_0(\text{HBr}) = 0,01 \text{ M}$
Para $\text{HClO}_2$	$K_a = x^2 / (C_0 - x) \approx x^2 / C_0$ si $x \ll C_0$ Pero con $K_a$ grande, usamos: $5,10 \times 10^{-3} = (0,01)^2 / (C_0 - 0,01)$
Despejando	$5,10 \times 10^{-3} (C_0 - 0,01) = 10^{-4}$ $5,10 \times 10^{-3} \times C_0 - 5,10 \times 10^{-5} = 10^{-4}$ $C_0(\text{HClO}_2) = 1,51 \times 10^{-4} / 5,10 \times 10^{-3} \approx 0,030 \text{ M}$
Comparación	<b><math>0,030 \text{ M} &gt; 0,01 \text{ M} \rightarrow</math> Confirma que <math>[\text{HClO}_2] &gt; [\text{HBr}]</math></b>

#### PASO 5 – Resumen de opciones

i) $[\text{HClO}_2] > [\text{HBr}]$	<b>CORRECTA ✓</b>
ii) $[\text{HClO}_2] < [\text{HBr}]$	INCORRECTA
iii) $[\text{HClO}_2] = [\text{HBr}]$	INCORRECTA
iv) En HBr: $[\text{Br}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$	<b>CORRECTA ✓</b>
v) En $\text{HClO}_2$ : $[\text{HClO}_2] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$	INCORRECTA

**Las opciones correctas son: i)  $[\text{HClO}_2] > [\text{HBr}]$  y iv) en la solución de HBr,  $[\text{Br}^-] \approx [\text{H}_3\text{O}^+]$**

## Ejercicio 5 — Descomposición térmica del carbonato de calcio

El  $\text{CaCO}_3$  se descompone según:  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ . Si la reacción tiene rendimiento 85,0%, calcular la masa de  $\text{CaCO}_3$  (pureza 90,0%) necesaria para obtener 25,0 L de  $\text{CO}_2(\text{g})$  a 25,0°C y 3,50 atm

Idea clave: Usar ecuación de gases ideales para calcular moles de  $\text{CO}_2$  producido, luego aplicar estequiometría considerando rendimiento de reacción y pureza del reactivo.

### PASO 1 — Calcular moles de $\text{CO}_2$ producido usando $PV = nRT$

Datos	$V = 25,0 \text{ L}; T = 25,0^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K}; P = 3,50 \text{ atm}; R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$
Ecuación	$PV = nRT \rightarrow n = PV/(RT)$
Sustitución	$n(\text{CO}_2) = (3,50 \text{ atm} \times 25,0 \text{ L}) / (0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \times 298,15 \text{ K})$
Cálculo	$n(\text{CO}_2) = 87,5 / 24,448 = 3,579 \text{ mol CO}_2$

### PASO 2 — Calcular moles teóricos de $\text{CaCO}_3$ según estequiometría

Reacción	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
Relación molar	1 mol $\text{CaCO}_3$ produce 1 mol $\text{CO}_2$ (relación 1:1)
Moles teóricos	$n(\text{CaCO}_3) \text{ teórico} = 3,579 \text{ mol}$

### PASO 3 — Ajustar por rendimiento de reacción (85,0%)

Concepto	Si el rendimiento es 85%, necesitamos más reactivo del teórico
Fórmula	$n(\text{CaCO}_3) \text{ real} = n(\text{CaCO}_3) \text{ teórico} / (\text{rendimiento})$
Cálculo	$n(\text{CaCO}_3) \text{ real} = 3,579 \text{ mol} / 0,850 = 4,211 \text{ mol}$

### PASO 4 — Calcular masa pura de $\text{CaCO}_3$

Masa molar	$M(\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 3(16) = 100 \text{ g/mol}$
Masa pura	$m(\text{pura}) = n \times M = 4,211 \text{ mol} \times 100 \text{ g/mol}$
Resultado	$m(\text{pura}) = 421,1 \text{ g de CaCO}_3 \text{ puro}$

### PASO 5 — Ajustar por pureza de la muestra (90,0%)

Concepto	Si la pureza es 90%, la muestra contiene 90% de $\text{CaCO}_3$ puro
Fórmula	$m(\text{muestra}) = m(\text{pura}) / (\text{pureza})$
Cálculo	$m(\text{muestra}) = 421,1 \text{ g} / 0,900 = 467,9 \text{ g}$
Resultado final	$m(\text{CaCO}_3 \text{ muestra}) = 468 \text{ g (3 cifras significativas)}$

**Se necesitan 468 g de  $\text{CaCO}_3$  al 90,0% de pureza**

## Ejercicio 6 — Densidad de aleación de bronce

Una aleación de bronce contiene: 83,1% de Cobre, 5,70% de estaño, 5,3% de cinc y el resto de plomo. Calcular la densidad de la aleación expresada en  $\text{kg/dm}^3$ , sabiendo que un lingote tiene un volumen de 4100 mL.

Idea clave: Calcular el porcentaje de plomo, luego usar las densidades de cada componente para hallar la densidad de la mezcla mediante promedio ponderado.

### PASO 1 — Calcular el porcentaje de plomo

Total porcentajes	Cobre + Estaño + Cinc + Plomo = 100%
Plomo	$100\% - 83,1\% - 5,70\% - 5,3\% = 100\% - 94,1\% = 5,9\%$

### PASO 2 — Densidades de cada componente

Densidades	Valores estándar en $\text{g/cm}^3$ :
$\rho(\text{Cobre})$	8,96 $\text{g/cm}^3$
$\rho(\text{Estaño})$	7,31 $\text{g/cm}^3$
$\rho(\text{Cinc})$	7,14 $\text{g/cm}^3$
$\rho(\text{Plomo})$	11,34 $\text{g/cm}^3$

### PASO 3 — Densidad de la aleación (promedio ponderado)

Fórmula	$\rho_{\text{aleación}} = \sum(\text{porcentaje}_i \times \rho_i)$
Cálculo	$\rho = 0,831 \times 8,96 + 0,057 \times 7,31 + 0,053 \times 7,14 + 0,059 \times 11,34$
Desarrollo	$\rho = 7,446 + 0,417 + 0,378 + 0,669$
Resultado	$\rho = 8,91 \text{ g/cm}^3$

### PASO 4 — Conversión de unidades: $\text{g/cm}^3$ a $\text{kg/dm}^3$

Equivalencias	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ ; $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$
Conversión	$8,91 \text{ g/cm}^3 \times (1 \text{ kg}/1000 \text{ g}) \times (1000 \text{ cm}^3/1 \text{ dm}^3)$
Simplificación	$8,91 \text{ g/cm}^3 \times (1000/1000) = 8,91 \text{ kg/dm}^3$
Conclusión	$1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3$ (relación 1:1)

### PASO 5 — Resultado final

Densidad	$\rho_{\text{aleación}} = 8,91 \text{ kg/dm}^3$
Nota	El volumen de 4100 mL no es necesario para calcular la densidad de la aleación, solo su composición porcentual

$$\rho_{\text{aleación}} = 8,91 \text{ kg/dm}^3$$

## Ejercicio 7 — Volumen de alcohol para concentración masa/masa

Calcular el volumen de un cierto alcohol (densidad  $\rho = 0,786 \text{ g/mL}$ ) para que cuando se disuelvan  $0,0500 \text{ mol}$  de  $[M^+]$ , la concentración de alcohol en la mezcla sea  $83,0\%$  (m/m)

Idea clave: Usar la definición de concentración  $\%(m/m) = (\text{masa alcohol} / \text{masa total}) \times 100$ , considerando que la masa total incluye el alcohol y el soluto disuelto.

### PASO 1 — Planteo de la concentración $\%(m/m)$

Definición	$\%(m/m) = (\text{masa alcohol} / \text{masa total}) \times 100$
Datos	$\%(m/m) = 83,0\%$ ; $\rho_{\text{alcohol}} = 0,786 \text{ g/mL}$ ; $n_{\text{solute}} = 0,0500 \text{ mol}$
Variables	$m_{\text{alcohol}}$ = masa de alcohol (incógnita) ; $m_{\text{solute}}$ = masa del soluto $M^+$
Masa total	$m_{\text{total}} = m_{\text{alcohol}} + m_{\text{solute}}$

### PASO 2 — Expresar la ecuación de concentración

Sustitución	$83,0 = (m_{\text{alcohol}} / (m_{\text{alcohol}} + m_{\text{solute}})) \times 100$
Simplificación	$0,830 = m_{\text{alcohol}} / (m_{\text{alcohol}} + m_{\text{solute}})$
Despeje	$0,830(m_{\text{alcohol}} + m_{\text{solute}}) = m_{\text{alcohol}}$
Desarrollo	$0,830 m_{\text{alcohol}} + 0,830 m_{\text{solute}} = m_{\text{alcohol}}$
Reagrupando	$0,830 m_{\text{solute}} = m_{\text{alcohol}} - 0,830 m_{\text{alcohol}}$
Resultado	<b><math>0,830 m_{\text{solute}} = 0,170 m_{\text{alcohol}}</math></b>

### PASO 3 — Calcular masa de alcohol necesaria

De paso anterior	$m_{\text{alcohol}} = (0,830 / 0,170) \times m_{\text{solute}}$
Simplificación	$m_{\text{alcohol}} = 4,882 \times m_{\text{solute}}$
Nota importante	Necesitamos conocer la masa molar de $M^+$ para calcular $m_{\text{solute}}$
Asumiendo $M = \text{Na}^+$	$MM(\text{Na}^+) \approx 23 \text{ g/mol}$ (ejemplo típico en CBC)
Masa soluto	$m_{\text{solute}} = 0,0500 \text{ mol} \times 23 \text{ g/mol} = 1,15 \text{ g}$
Masa alcohol	<b><math>m_{\text{alcohol}} = 4,882 \times 1,15 \text{ g} = 5,614 \text{ g}</math></b>

### PASO 4 — Calcular volumen de alcohol

Fórmula densidad	$\rho = m / V \rightarrow V = m / \rho$
Datos	$m_{\text{alcohol}} = 5,614 \text{ g}$ ; $\rho = 0,786 \text{ g/mL}$
Cálculo	$V = 5,614 \text{ g} / 0,786 \text{ g/mL}$
Resultado	<b><math>V = 7,14 \text{ mL}</math></b>

#### PASO 5 – Verificación

**Masa total**  $m_{\text{total}} = 5,614 \text{ g} + 1,15 \text{ g} = 6,764 \text{ g}$

**Verificación %**  $\%(m/m) = (5,614 / 6,764) \times 100 = 83,0\% \checkmark$

**Nota general** Si  $M^+$  fuera otro ion, el resultado sería:  $V = (0,0500 \times MM \times 4,882) / 0,786 \text{ mL}$

**$V_{\text{alcohol}} = 7,14 \text{ mL}$  (asumiendo  $M^+ = Na^+$  con  $MM = 23 \text{ g/mol}$ )**

## Ejercicio 8 — Cálculos molares con cloroformo

Un volumen de 1,00 cm<sup>3</sup> de cloroformo (CHCl<sub>3</sub>) tiene una masa de 1,49 g. Calcular: a) El volumen en dm<sup>3</sup> que ocupan 1,00 mol de esa sustancia; b) El número de átomos de cloro en 1,00 dm<sup>3</sup> de cloroformo

Idea clave: Usar la densidad para calcular el volumen molar y luego determinar la cantidad de átomos usando el número de Avogadro.

### PASO 1 — Calcular la densidad del cloroformo

Dato	$V = 1,00 \text{ cm}^3$ ; $m = 1,49 \text{ g}$
Densidad	$\rho = m/V = 1,49 \text{ g} / 1,00 \text{ cm}^3 = 1,49 \text{ g/cm}^3$
Conversión	$\rho = 1,49 \text{ g/cm}^3 = 1490 \text{ g/dm}^3$

### PASO 2 — Calcular la masa molar del CHCl<sub>3</sub>

Masas atómicas	$C = 12,0 \text{ g/mol}$ ; $H = 1,0 \text{ g/mol}$ ; $Cl = 35,5 \text{ g/mol}$
Masa molar	$M(\text{CHCl}_3) = 12,0 + 1,0 + 3 \times 35,5$ $M(\text{CHCl}_3) = 12,0 + 1,0 + 106,5 = 119,5 \text{ g/mol}$

### PASO 3 — Calcular el volumen de 1,00 mol (parte a)

Masa de 1 mol	$m = 119,5 \text{ g}$
Volumen	$V = m/\rho = 119,5 \text{ g} / 1,49 \text{ g/cm}^3$ $V = 80,2 \text{ cm}^3$
Conversión	$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$
Resultado a)	$V = 80,2 \text{ cm}^3 \times (1 \text{ dm}^3/1000 \text{ cm}^3) = 0,0802 \text{ dm}^3$

### PASO 4 — Calcular moles en 1,00 dm<sup>3</sup>

Masa en 1 dm <sup>3</sup>	$m = \rho \times V = 1490 \text{ g/dm}^3 \times 1,00 \text{ dm}^3 = 1490 \text{ g}$
Moles	$n = m/M = 1490 \text{ g} / 119,5 \text{ g/mol}$ $n = 12,47 \text{ mol de CHCl}_3$

### PASO 5 — Calcular átomos de Cl (parte b)

Moléculas CHCl <sub>3</sub>	Cada mol contiene $N_a = 6,022 \times 10^{23}$ moléculas $N(\text{moléculas}) = 12,47 \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} = 7,51 \times 10^{24}$ moléculas
Átomos de Cl	Cada molécula CHCl <sub>3</sub> tiene 3 átomos de Cl $N(\text{Cl}) = 3 \times 7,51 \times 10^{24}$
Resultado b)	$N(\text{Cl}) = 2,25 \times 10^{25}$ átomos de cloro

**a) 0,0802 dm<sup>3</sup> ; b) 2,25 × 10<sup>25</sup> átomos de cloro**

## Ejercicio 9 — Cálculo de presión final con ecuación de gases ideales

Se dispone de un recipiente rígido de  $10,0 \text{ dm}^3$ , que contiene  $102 \text{ g}$  de  $\text{O}_2(\text{g})$  a una temperatura de  $150^\circ\text{C}$  y  $0,50$  atmósferas de presión. En esas condiciones el sistema mantiene todo el  $\text{O}_2(\text{g})$  a temperatura constante. Calcular la presión final del sistema expresada en atm.

Idea clave: Aplicar la ecuación de gases ideales  $PV = nRT$  para calcular la presión final conociendo el volumen, la cantidad de moles y la temperatura constante.

### PASO 1 — Datos del problema

Volumen	$V = 10,0 \text{ dm}^3 = 10,0 \text{ L}$
Masa de $\text{O}_2$	$m = 102 \text{ g}$
Temperatura	$T = 150^\circ\text{C} = 423 \text{ K}$ (constante)
Presión inicial	$P_0 = 0,50 \text{ atm}$ (dato informativo)
Masa molar $\text{O}_2$	$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g/mol}$

### PASO 2 — Calcular cantidad de moles de $\text{O}_2$

Fórmula	$n = m / M$
Sustitución	$n = 102 \text{ g} / 32 \text{ g/mol}$
Resultado	$n = 3,1875 \text{ mol} \approx 3,19 \text{ mol}$

### PASO 3 — Aplicar ecuación de gases ideales

Ecuación	$PV = nRT$
Despejamos P	$P = nRT / V$
Constante R	$R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

### PASO 4 — Calcular presión final

Sustitución	$P = (3,1875 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K}) \times 423 \text{ K}) / 10,0 \text{ L}$
Numerador	$3,1875 \times 0,082 \times 423 = 110,53 \text{ atm}\cdot\text{L}$
División	$P = 110,53 \text{ atm}\cdot\text{L} / 10,0 \text{ L}$
Presión final	$P = 11,053 \text{ atm} \approx 11,1 \text{ atm}$

### PASO 5 — Verificación

Observación	La presión inicial de $0,50 \text{ atm}$ era un dato del sistema antes de establecer el equilibrio
Resultado	La presión final del sistema a $150^\circ\text{C}$ es $11,1 \text{ atm}$

$$P_{\text{final}} = 11,1 \text{ atm}$$

## Ejercicio 10 — Propiedades periódicas de Ca, Mg y S

Dadas las siguientes afirmaciones referidas a los elementos químicos Ca, Mg y S, indique cuál/es es/son correcta/s: A) El Ca es el que posee mayor carácter metálico. B) El radio atómico del Mg es menor que el Ca. C) El radio atómico del Mg es menor que el radio atómico del S. D) Los tres elementos aludidos sólo forman cationes cuando participan de uniones iónicas. E) El Ca y el Mg forman aniones con carga +2

Idea clave: Analizar cada afirmación usando las tendencias periódicas: carácter metálico, radio atómico y formación de iones según la posición en la tabla periódica.

### PASO 1 — Ubicación en la tabla periódica

Magnesio (Mg)	Z = 12, Grupo 2 (IIA), Período 3, Metal alcalinotérreo
Calcio (Ca)	Z = 20, Grupo 2 (IIA), Período 4, Metal alcalinotérreo
Azufre (S)	Z = 16, Grupo 16 (VIA), Período 3, No metal
Observación	Mg y S están en el mismo período (3), Ca está debajo de Mg en el mismo grupo

### PASO 2 — Análisis afirmación A: Carácter metálico

Tendencia	El carácter metálico aumenta hacia abajo en un grupo y hacia la izquierda en un período
Comparación	Ca (Grupo 2, Período 4) > Mg (Grupo 2, Período 3) > S (Grupo 16, Período 3)
Ca vs Mg	Ca está debajo de Mg en el mismo grupo → Ca tiene mayor carácter metálico
Ca vs S	Ca es metal alcalinotérreo, S es no metal → Ca tiene mayor carácter metálico
Conclusión A	<b>VERDADERA: Ca posee el mayor carácter metálico de los tres</b>

### PASO 3 — Análisis afirmación B: Radio atómico Mg vs Ca

Tendencia	El radio atómico aumenta hacia abajo en un grupo (más niveles de energía)
Comparación	Mg (Período 3) tiene 3 niveles, Ca (Período 4) tiene 4 niveles
Radios	$r(\text{Mg}) \approx 160 \text{ pm} < r(\text{Ca}) \approx 197 \text{ pm}$
Conclusión B	<b>VERDADERA: El radio atómico del Mg es menor que el del Ca</b>

### PASO 4 — Análisis afirmación C: Radio atómico Mg vs S

Tendencia	En un mismo período, el radio atómico disminuye hacia la derecha (mayor Z efectivo)
Posición	Mg (Grupo 2) está a la izquierda de S (Grupo 16) en el Período 3
Radios	$r(\text{Mg}) \approx 160 \text{ pm} > r(\text{S}) \approx 104 \text{ pm}$
Conclusión C	<b>FALSA: El radio atómico del Mg es MAYOR que el del S</b>

**PASO 5 — Análisis afirmación D: Formación de iones**

<b>Ca y Mg</b>	Metales del Grupo 2 → forman cationes $\text{Ca}^{2+}$ y $\text{Mg}^{2+}$
<b>Azufre (S)</b>	No metal del Grupo 16 → tiende a GANAR electrones para formar anión $\text{S}^{2-}$
<b>Contraejemplo</b>	S no forma cationes en uniones iónicas típicas, forma aniones
<b>Conclusión D</b>	FALSA: S forma aniones ( $\text{S}^{2-}$ ), no cationes en uniones iónicas

**PASO 6 — Análisis afirmación E: Tipo de iones de Ca y Mg**

<b>Definición</b>	Anión = ion con carga negativa; Cation = ion con carga positiva
<b>Ca y Mg</b>	Son metales que PIERDEN 2 electrones → forman iones con carga +2
<b>Nomenclatura</b>	Los iones con carga positiva son CATIONES, NO aniones
<b>Conclusión E</b>	FALSA: $\text{Ca}^{2+}$ y $\text{Mg}^{2+}$ son CATIONES (no aniones) con carga +2

**PASO 7 — Respuesta final**

<b>Afirmación A</b>	✓ CORRECTA
<b>Afirmación B</b>	✓ CORRECTA
<b>Afirmación C</b>	x INCORRECTA
<b>Afirmación D</b>	x INCORRECTA
<b>Afirmación E</b>	x INCORRECTA

**Las afirmaciones correctas son A y B**