

Este documento contén as respostas da IA ([Gemini](#)) gratuita de Google ao [modelo da CIUG de exame de Química](#)

As respostas en **cor vermella** considéroas erróneas. Nalgúns casos chateo coa IA sinalando algún erro e ás veces consigo que rectifique.

Os parágrafos entre *paréntese en cursiva* levan comentarios meus dalgúns das respostas obtidas.

Nalgún caso pedínlle a solución para obter a máxima cualificación. Neses casos a IA inclúe comentarios de como facelo.

Aínda que lle pedía que dese a resposta en galego, a maior parte das respostas viñan en castelán. Empeguei <https://tradutor.cixug.gal> para pasalas ao galego.

[Alfonso Barbadillo](#)

1. É vostede guía dun grupo de xeólogos da National Geographic que vai explorar o deserto de Atacama. Diseñe un kit de emerxencia que inclúa paquetes de frío e calor instantáneos. Estes paquetes funcionan mesturando un sal con auga nunha bolsa pechada: o sal está contido nunha cápsula situada no interior da bolsa que contén a auga. Esta cápsula pódese romper cunha lixeira presión, de modo que o sal mestúrase coa auga, cambiando a súa temperatura. Para construír o kit dispón de dúas sales, nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) e cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ).  
Os paquetes do kit deben cumprir as seguintes especificacións:  
Cada paquete debe ser capaz de cambiar a temperatura de 500 mL de auga en 20 °C.  
O paquete de frío debe arrefriar a auga de 25 °C a 5 °C.  
O paquete de calor debe elevar a temperatura da auga de 25 °C a 45 °C.  
Datos: Calor específica da auga = 4,18 J/(g·°C); entalpía molar de disolución do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ :  $\Delta H_d = 25,69$  kJ/mol; entalpía molar de disolución do  $\text{CaCl}_2$ :  $\Delta H_d = -82,8$  kJ/mol.
  - a) Explique que sal escollería para fabricar a bolsa de frío e cal para a de calor.
  - b) Calcule a cantidade de calor necesaria para cambiar a temperatura dos 500 mL nos 20 °C que se indica no enunciado.
  - c) Calcule a masa necesaria de cada un dos sales para o cambio de temperatura indicado.
  - d) Debuxa un esquema de como construíría un aparato sinxelo para comprobar, de forma aproximada, que os seus cálculos son correctos, describindo o procedemento para a comprobación.  
Material dispoñible: bote de marmelada grande con tapa metálica, tapón de cortiza do mesmo tamaño cá tapa metálica, termómetro, un rolo de espuma de polistireno (bo illante térmico), cinta adhesiva.

### **Solución:**

#### 1.a) Elección dos sales

Bolsa de frío: Escolleríase o nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Ao disolver en auga, este proceso é endotérmico, o que significa que absorbe calor do ambiente, arrefriando así a auga.

Bolsa de calor: Escolleríase o cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ). Ao disolver en auga, este proceso é exotérmico, o que significa que libera calor ao ambiente, quentando así a auga.

#### 1.b) Cálculo da cantidade de calor necesaria

Para cambiar a temperatura de 500 mL de auga en 20 °C, necesítase calcular a cantidade de calor usando a fórmula:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde:

- $Q$  = cantidade de calor (J)
- $m$  = masa da auga (g) (500 mL de auga  $\approx$  500 g)
- $c$  = calor específica da auga (4,18 J/g·°C)
- $\Delta T$  = cambio de temperatura (20°C)
- $Q = 500 \text{ g} \cdot 4,18 \text{ J/g} \cdot \text{°C} \cdot 20 \text{ °C} = 41\,800 \text{ J}$

#### 1.c). Cálculo da masa necesaria de cada sal

Para o nitrato de amonio:

25,69 kJ/mol significa que cada mol disolvido absorbe 25 690 J. Necesítanse 41 800 J, polo que, a cantidade de nitrato de amonio necesaria é:

$$n = \frac{41\,800\text{ J}}{25\,690\text{ J/mol}} \approx 1,63\text{ mol NH}_4\text{NO}_3$$

Como a masa molar do  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  é 80 g/mol, a masa necesaria de nitrato de amonio será:

$$m = 1,63\text{ mol} \cdot 80\text{ g/mol} \approx 130,4\text{ g H}_4\text{NO}_3$$

Para o cloruro de calcio:

82,8 kJ/mol significa que cada mol disolvido libera 82 800 J. Necesítanse 41 800 J, polo que, a cantidade de nitrato de amonio necesaria é:

$$n = \frac{41\,800\text{ J}}{82\,800\text{ J/mol}} \approx 0,505\text{ mol CaCl}_2$$

Como a masa molar do  $\text{CaCl}_2$  é 111 g/mol, a masa necesaria de nitrato de cloruro de calcio será:

$$m = 0,505\text{ mol} \cdot 111\text{ g/mol} \approx 56,1\text{ g CaCl}_2$$

1.d) Dispositivo para comprobar os cálculos

Materiais: bote de marmelada, tapón de cortiza, termómetro, polistireno, cinta adhesiva.

Procedemento:

1. Preparación: Encher o bote de marmelada con 500 mL de auga a temperatura ambiente (25 °C).
2. Illamento: Rodear o bote con polistireno e fixalo con cinta adhesiva para minimizar a perda de calor.
3. Medición inicial: Introducir o termómetro e medir a temperatura inicial da auga.
4. Adición do sal: Romper a cápsula do sal ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ou  $\text{CaCl}_2$ ) e axitar o bote ata que o sal se disolva completamente.
5. Medición final: Medir a temperatura da auga a intervalos regulares ata que se estabilice.
6. Comparación: Comparar a variación de temperatura observada coa calculada.

Observacións:

- A temperatura ambiente, a presión atmosférica e a pureza do sal poden afectar lixeiramente os resultados.
- Para obter resultados máis precisos, podería utilizarse un calorímetro.

Este dispositivo permitirá verificar de forma aproximada se a cantidade de sal calculada produce o cambio de temperatura esperado, validando así os cálculos realizados.

Nota: É importante ter en conta que este é un modelo simplificado e que en condicións reais poden existir pequenas discrepancias entre os resultados teóricos e experimentais.

Esta resposta ofrece unha solución detallada e completa á pregunta, considerando os aspectos teóricos e prácticos do problema. Ademais, inclúe un esquema claro e conciso do dispositivo experimental, o que demostra unha comprensión sólida dos conceptos involucrados.

2.

- a) A partir da teoría ácido-base de Brønsted-Lowry, xustifique se as seguintes especies químicas se comportan como ácidos ou como bases, e indique cal é o ácido ou base conxugada para cada unha:  $\text{CN}^-$  e  $\text{NH}_4^+$ .
- b) Unha disolución acuosa 0,025 M de ácido propanoico,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ , ten un pH de 3,24. Calcule:
  - (b.1) A constante de acidez do ácido propanoico.
  - (b.2) O grao de disociación do ácido e a constante  $K_b$  da súa base conxugada.

**Solución:**

2.a) Teoría ácido-base de Brønsted-Lowry

$\text{CN}^-$ : Segundo Brønsted-Lowry, unha base é unha especie capaz de aceptar un protón ( $\text{H}^+$ ). O ión cianuro ( $\text{CN}^-$ ) ten un par de electróns solitario sobre o átomo de nitróxeno, o que lle permite aceptar un protón.

Polo tanto,  $\text{CN}^-$  compórtase como unha base.

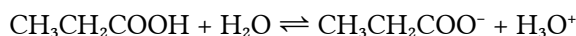
Ácido conxugado: Un ácido conxugado é o que se forma cando unha base acepta un protón. Neste caso, ao aceptar un protón,  $\text{CN}^-$  transfórmase en ácido cianhídrico (HCN). HCN é o ácido conxugado de  $\text{CN}^-$ .

$\text{NH}_4^+$ : Un ácido, segundo Brønsted-Lowry, é unha especie capaz de ceder un protón ( $\text{H}^+$ ). O ión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) ten un protón adicional respecto ao amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) e pode cedelo. Polo tanto,  $\text{NH}_4^+$  compórtase como un ácido.

Base conxugada: Unha base conxugada é a que se forma cando un ácido cede un protón. Neste caso, ao ceder un protón, o  $\text{NH}_4^+$  transfórmase en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).  $\text{NH}_3$  é a base conxugada do  $\text{NH}_4^+$ .

2.b.1) Cálculo da constante de acidez do ácido propanoico

Escrebese a reacción de disociación do ácido propanoico:



A expresión da constante de acidez é:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]}$$

Cálculo das concentracións:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,24} = 5,75 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Dado que a disociación é 1:1:

$$\begin{aligned} [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-] &= 5,75 \cdot 10^{-4} \text{ M} \\ [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}] &\approx 0,025 \text{ M} \end{aligned}$$

(aproximación válida porque a disociación é pequena).

Substitúese na expresión de  $K_a$ :

$$K_a = \frac{(5,75 \cdot 10^{-4})^2}{0,025} \approx 1,33 \cdot 10^{-5}$$

2.b.2) Cálculo do grao de disociación e da  $K_b$  da base conxugada

Grao de disociación ( $\alpha$ ):

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]} = \frac{5,75 \cdot 10^{-4}}{0,025} \approx 0,023$$

O grao de disociación é do 2,3%.

Relación entre  $K_a$  e  $K_b$ :

$$\begin{aligned} K_a \cdot K_b &= K_w \text{ (constante de ionización da auga)} \\ K_b &= \frac{K_w}{K_a} = \frac{1,0 \cdot 10^{-14}}{1,33 \cdot 10^{-5}} \approx 7,52 \cdot 10^{-10} \end{aligned}$$

Resposta final:

A constante de acidez do ácido propanoico ( $K_a$ ) é aproximadamente  $1,33 \cdot 10^{-5}$ .

O grao de disociación do ácido propanoico é do 2,3%.

A constante de basicidade ( $K_b$ ) da súa base conxugada, o ión propanoato ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$ ), é  $7,52 \cdot 10^{-10}$ .

Explicación detallada:

Aplicouse a teoría de Brönsted-Lowry para identificar ácidos e bases conxugados. Realizáronse os cálculos necesarios para determinar a constante de acidez, o grao de disociación e a constante de basicidade, utilizando as expresións e relacións correspondentes.

Esta resposta proporciona unha solución clara, concisa e completa á pregunta, mostrando un dominio sólido dos conceptos de química ácido-base e os cálculos involucrados.

3. O cloro pode obterse no laboratorio segundo a seguinte reacción:



- Axuste a ecuación iónica polo método ión-electrón e escriba a ecuación molecular completa.
- Calcule o volume de disolución de HCl do 36% de riqueza e densidade 1,19 g/mL, que reaccionan con  $\text{MnO}_2$  en exceso, necesarios para obter 100 L de cloro medidos a 25 °C e 1 atm de presión.
- Responda un destes dous apartados:
  - Xustifique razoadamente o tipo de enlace que presentan as especies  $\text{MnCl}_2$  e  $\text{Cl}_2$ .
  - Discuta razoadamente por que o  $\text{Cl}_2$  ten un punto de ebulición de -34,05 °C e a  $\text{H}_2\text{O}$  de 100 °C.

**Solución:**

## 3.a) Axuste da ecuación

Semi-reacción de oxidación:  $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ Semi-reacción de redución:  $\text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$ Reacción redox total:  $\text{MnO}_2 + 4 \text{H}^+ + 2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ Ecuación molecular completa:  $\text{MnO}_2(\text{s}) + 4 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MnCl}_2(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 

## 3.b) Cálculo do volume de HCl

Cálculo do número de moles de  $\text{Cl}_2$ : Usando a ecuación dos gases ideais:  $PV = nRT$ 

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 100 \text{ L}}{0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K} \cdot 298 \text{ K}} \approx 4,08 \text{ mol Cl}_2$$

Relación estequiométrica: Na ecuación axustada, vese que 4 moles de HCl producen 1 mol de  $\text{Cl}_2$ .Cálculo de moles de HCl:  $n = 4,08 \text{ mol Cl}_2 \cdot (4 \text{ mol HCl} / 1 \text{ mol Cl}_2) = 16,32 \text{ mol HCl}$ Cálculo da masa de HCl: Masa = moles · masa molar:  $m = 16,32 \text{ mol} \cdot 36,46 \text{ g/mol} \approx 594,8 \text{ g}$ Cálculo do volume de HCl: Densidade = masa / volume  $\Rightarrow$  Volume = masa / densidade

$$V = \frac{594,8 \text{ g}}{1,19 \text{ g/mL}} \approx 500 \text{ mL}$$

Necesítanse aproximadamente 500 mL de disolución de HCl ao 36 % para obter 100 L de cloro.

3.c) Propiedades de  $\text{MnCl}_2$  e  $\text{Cl}_2$ 3.c.1) Tipo de enlace en  $\text{MnCl}_2$  e  $\text{Cl}_2$  $\text{MnCl}_2$ : No  $\text{MnCl}_2$ , o enlace entre o metal (Mn) e o non metal (Cl) é iónico. O Mn cede electróns ao Cl, formando ións  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Cl}^-$  que se atraen por forzas electrostáticas. $\text{Cl}_2$ : No  $\text{Cl}_2$ , o enlace entre os dous átomos de cloro é covalente. Ambos os átomos comparten un par de electróns para completar o seu octeto e alcanzar unha configuración electrónica máis estable.3.c.2) Puntos de ebulición do  $\text{Cl}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  $\text{Cl}_2$ : O  $\text{Cl}_2$  é unha molécula non polar con forzas intermoleculares débiles (forzas de London). Estas forzas son fáciles de vencer, o que explica a súa baixo punto de ebulición. $\text{H}_2\text{O}$ : O  $\text{H}_2\text{O}$  é unha molécula polar con fortes enlaces de hidróxeno entre as moléculas. Estes enlaces son moito máis difíciles de romper, o que require unha maior cantidade de enerxía e, por tanto, un punto de ebulición moito máis alto.En resumo, o tipo de enlace e as forzas intermoleculares explican as diferenzas significativas nos puntos de ebulición do  $\text{Cl}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

Esta resposta proporciona unha solución detallada e completa á pregunta, incluíndo os cálculos necesarios e unha explicación clara dos conceptos involucrados.

4. Para o seguinte sistema en equilibrio:  $4 \text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{Cl}_2(\text{g}) \Delta H^\circ < 0$ .

Discuta razoadamente a veracidade dun destes dous apartados:

a) O valor de  $K_c$  coincide co valor de  $K_p$ .

b) Cando se aumenta a temperatura favorécese a formación de cloro.

c) A reacción en fase gas  $2 \text{A} + \text{B} \rightarrow 3 \text{C}$  é unha reacción elemental, de orde dous respecto de A e un respecto de B. Responda estes dous apartados:

(c.1) Formule a expresión da ecuación da velocidade e indique as unidades da constante da velocidade.

(c.2) Xustifique como afecta a velocidade da reacción un aumento da temperatura a volume constante.

**Solución:**4.a). Equilibrio químico.  $K_c$  vs.  $K_p$  $K_c$ : Constante de equilibrio en función das concentracións molares. $K_p$ : Constante de equilibrio en función das presións parciais.

Para que  $K_c$  coincida con  $K_p$ , o número de moles de gas nos produtos debe ser igual ao número de moles de gas nos reactivos. **Neste caso, temos 4 moles de gas nos reactivos e 4 moles de gas nos produtos. Polo tanto,  $K_c$  coincide con  $K_p$ .**

*(Non calcula correctamente a cantidade de gas nos reactivos, polo que a conclusión é errónea)*

#### 4.b) Efecto da temperatura

A reacción é exotérmica ( $\Delta H^\circ < 0$ ), o que significa que libera calor. Segundo o principio de Le Chatelier, se se aumenta a temperatura, o sistema tratará de contrarrestar este cambio favorecendo o proceso endotérmico, é dicir, absorbendo calor. Neste caso, o proceso endotérmico é a reacción inversa (formación de HCl e  $O_2$  a partir de  $H_2O$  e  $Cl_2$ ). Polo tanto, ao aumentar a temperatura, desfavorecese a formación de cloro.

#### 4.c) Cinética química

##### 4.c.1) Ecuación de velocidade e unidades da constante de velocidade

Ecuación de velocidade:

$$v = k[A]^2[B]$$

Unidades da constante de velocidade ( $k$ ): As unidades de  $k$  dependen da ecuación de velocidade. Neste caso, para que as unidades sexan homoxéneas:

$$(\text{mol/L/s}) = k \cdot (\text{mol/L})^2 \cdot (\text{mol/L})$$

Despexando  $k$ :

$$k = \frac{(\text{mol/L/s})}{(\text{mol/L})^3} = \frac{\text{L}^2}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

##### 4.c.2) Efecto da temperatura sobre a velocidade de reacción

Ao aumentar a temperatura, increméntase a enerxía cinética das moléculas. Isto provoca un aumento no número de colisións efectivas entre as moléculas dos reactivos, é dicir, colisións coa enerxía suficiente para superar a enerxía de activación. Por tanto, un aumento da temperatura a volume constante provoca un aumento na velocidade de reacción.

En resumo:

- $K_c$  e  $K_p$  son iguais neste caso debido a que o número de moles de gas consérvase.
- Ao aumentar a temperatura, favorecese a reacción inversa, desfavorecendo a formación de cloro.
- A ecuación de velocidade é  $v = k[A]^2[B]$  e as unidades de  $k$  son  $\text{L}^2/\text{mol}^2 \cdot \text{s}$ .
- Ao aumentar a temperatura, a velocidade de reacción aumenta debido ao incremento no número de colisións efectivas.

Actualizado: 24/09/24