

4. L'àcid hipoclorós (HClO) es considera un dels desinfectants més potents i és utilitzat en centres sanitaris amb la voluntat d'extremar les mesures de desinfecció de les seves instal·lacions arran de la covid-19. Sovint aquest àcid feble s'utilitza com a desinfectant en solucions de concentració 0,05 M.

a) Calculeu la constant d'acidesa de l'àcid hipoclorós, sabent que una solució aquosa 0,30 M d'aquest àcid té un pH de 4,02 a 25 °C. Un altre àcid, l'àcid clorós (HClO_2), té una constant d'acidesa K_a d' $1,00 \times 10^{-2}$. Quin pH tindrà una solució de concentració 0,30 M d'aquest segon àcid?

[1,25 punts]

b) En valorar 40,0 mL d'una solució de desinfectant, de concentració d'àcid hipoclorós desconeguda, amb una solució aquosa d'hidròxid de sodi (NaOH) 0,05 M, necessitem 33,0 mL d'aquesta base per a arribar al punt final. Escriviu la reacció de valoració. Quina és la concentració d'àcid hipoclorós en el desinfectant? Aquesta concentració és major o menor que la concentració habitual dels desinfectants emprats més freqüentment? Digueu si el pH en el punt d'equivalència serà àcid, neutre o bàsic, i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

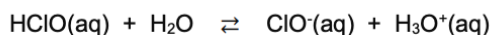
DADES: Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

Solució:

Pregunta 4a

Constant d'acidesa de l'àcid hipoclorós (HClO)

L'àcid hipoclorós en solució aquosa es dissocia:



Càlcul de concentració d'ió d'hidroni (oxidani/oxoni)

$$[\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = 10^{-\text{pH}} \quad \text{i} \quad \text{pH} = 4,02 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = 10^{-4,02} = 9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = 9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

[0,25 p.]

Concentracions de totes les espècies en l'equilibri

	HClO	ClO ⁻	H ₃ O ⁺
Concentració inicial	0,30	0	0
Canvis	- x	+ x	+ x
Concentració equilibri	0,30 - 9,55 · 10 ⁻⁵	9,55 · 10 ⁻⁵	9,55 · 10 ⁻⁵

⇒ Es pot fer la consideració següent: $0,3 - 9,55 \cdot 10^{-5} \approx 0,3$

El valor de la constant d'acidesa per a l'àcid hipoclorós serà el següent:

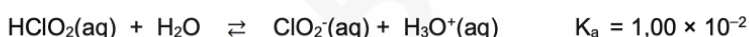
$$K_a = \frac{[\text{ClO}^{\ominus}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}]}{[\text{HClO}]} = \frac{(9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M}) \cdot (9,55 \cdot 10^{-5} \text{ M})}{0,30 \text{ M}} = 3,04 \times 10^{-8}$$

⇒ L'àcid hipoclorós té una $K_a = 3,04 \cdot 10^{-8}$.

[0,35 p.]

pH d'una solució 0,30 M de HClO₂

L'àcid clorós en solució aquosa es dissocia:



Concentracions de totes les espècies en l'equilibri:

	HClO ₂	ClO ₂ ⁻	H ₃ O ⁺
Concentració inicial	0,30	0	0
Canvis	- x	+ x	+ x
Concentració equilibri	0,30 - x	x	x

$$K_a = \frac{[\text{ClO}_2^{\ominus}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}]}{[\text{HClO}_2]} = \frac{(x)^2}{(0,3 - x)} = 1,00 \times 10^{-2} \quad \text{(equació 1)}$$

[0,35 p.]

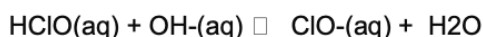
Resolent l'equació de segon grau, $x^2 + 1,00 \cdot 10^{-2} x - 3,00 \cdot 10^{-3} = 0 \Rightarrow x = 0,05 \text{ M}$

$x = [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = 0,05 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^{\oplus}] = -\log [0,05] = 1,30 \Rightarrow \text{pH} = 1,30$

[0,30 p.]

Pregunta 4b

Reacció de valoració



[0,20 p.]

Concentració de HClO en el desinfectant

A partir de la reacció igualada (estequiometria 1 a 1 perquè es tracta d'un àcid monopròtic) i sabent que:

$$[\text{NaOH}] = 0,05 \text{ M}; V_{\text{NaOH}} = 33,0 \text{ mL} = 0,033 \text{ L}$$

$$V_{\text{HClO}} = 40,0 \text{ mL} = 0,040 \text{ L}$$

es pot calcular $[\text{HClO}]$:

$$[\text{HClO}] \times 0,040 \text{ L} = (0,05 \text{ mol/L}) \times (0,033 \text{ L})$$

$$[\text{HClO}] = (0,05 \text{ mol/L}) \times (0,033 \text{ L}) / 0,040 \text{ L} = 0,041 \text{ M d'HClO}$$

⇒ La concentració de l'àcid hipoclorós és **0,041 M**.

[0,50 p.]

- És correcte si ho fan amb factors de conversió.
- És correcte si utilitzen la fórmula: $M_{\text{HClO}} \times V_{\text{HClO}} = M_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}$ (vàlida quan l'estequiometria és 1 a 1).

$[\text{HClO}]$ és major o menor que la concentració habitual en els desinfectants?

És una concentració menor que l'habitual en els desinfectants emprats:

$$\Rightarrow \text{La concentració } [\text{HClO}] = 0,041 \text{ M} < 0,05 \text{ M}$$

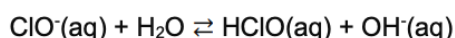
[0,15 p.]

Justificació del pH en el punt d'equivalència

En el punt d'equivalència s'ha afegit una quantitat de base (NaOH) suficient perquè tot l'àcid reaccionés, sense que sobri NaOH. En la solució hi ha: **ió hipoclorit (ClO^-)**, **ió sodi (Na^+)** i **aigua**:

- Dels dos ions, només tindrà hidròlisi l'ió hipoclorit: **ClO^-** .
- El **Na^+** no té hidròlisi, ja que és neutre i no pot formar una base forta (NaOH) en aigua.

El pH serà bàsic, ja que l'ió ClO^- és la base conjugada de l'àcid hipoclorós (àcid feble) i amb aigua genera ions OH^- (dona lloc a una hidròlisi bàsica):



[0,40 p.]