

4. Tenim al laboratori dues solucions d'1 L cadascuna. La primera és àcid clorhídric amb una concentració 0,2 mM i la segona és àcid acètic de concentració desconeguda. El pH mesurat d'ambdues solucions és el mateix.

a) Determineu:

- el pH de les dues solucions àcides;
- la concentració molar de l'àcid acètic.

[1,25 punts]

b) Es valoren separatament 10 mL de cada àcid amb hidròxid de sodi 0,1 mM.

Escriu les reaccions de neutralització.

Raoneu si el pH dels punts d'equivalència d'ambdues valoracions serà àcid, bàsic o neutre.

[1,25 punts]

DADES: K_a (àcid acètic) = $1,8 \times 10^{-5}$.

$$K_w = 1 \times 10^{-14}.$$

$$1 \text{ mM} = 1 \times 10^{-3} \text{ M}.$$

Solució:

PREGUNTA 4a

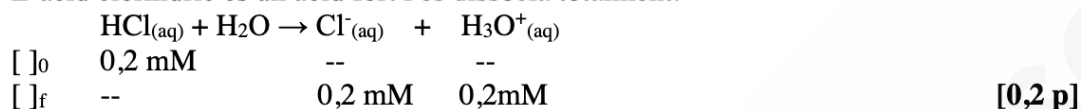
Formulació

àcid clorhídric HCl

àcid acètic CH₃COOH

Determinació pH i concentració àcid acètic

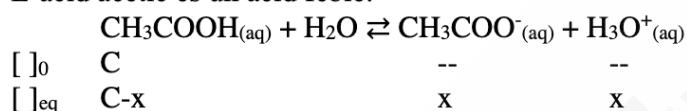
L'àcid clorhídric és un àcid fort i es dissocia totalment:



Per calcular el pH = $-\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2 \times 10^{-4} \text{ M}) = 3,7$

El pH de les dues dissolucions és 3,7. [0,3 p]

L'àcid acètic és un àcid feble:



Si tenen el mateix pH, tindran la mateixa $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 \text{ mM} = 2 \times 10^{-4} \text{ M} = x$ [0,3 p]

$$K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}] \rightarrow 1,8 \times 10^{-5} = x^2 / (C-x)$$

Substituint x i aïllant C:

$$C = [\text{CH}_3\text{COOH}] = 2,42 \times 10^{-3} \text{ M} \quad [0,45 \text{ p}]$$

No es pot menysprear x davant de C atès que ambdues magnituds són d'ordre similar (aproximadament 1/10). Si es comet aquest error, el càlcul de C es considerarà incorrecte.

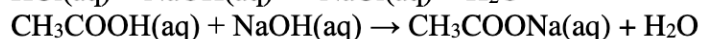
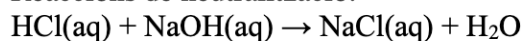
PREGUNTA 4b

Formulació.

hidròxid sòdic NaOH

Valoracions dels àcids amb hidròxid de sodi

Reaccions de neutralització:



[0,25 p]

pH dels punts d'equivalència:

HCl+NaOH:

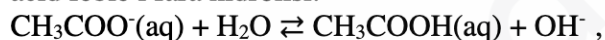
Al punt d'equivalència només hi ha NaCl en dissolució, que es una sal que es dissocia en $\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$. El Cl^- és un ió que prové d'un àcid fort i, per tant, no farà hidròlisi. El Na^+ prové d'una base forta i no farà hidròlisi, per tant **el pH del punt d'equivalència serà neutre.**

[0,5 p]

CH₃COOH+NaOH:

Al punt d'equivalència només hi ha CH₃COONa en dissolució, que es dissociarà en $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$.

El $\text{Na}^+(\text{aq})$ no farà hidròlisi. El $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ és una base conjugada que prové d'un àcid feble i farà hidròlisi:



per tant, **el pH en el punt d'equivalència serà bàsic.**

[0,5 p]

1. El vinagre s'obté mitjançant fermentació acètica de vins de baixa graduació alcohòlica, causada per bacteris aerobis de la família Acetobacteraceae. El vi fermentat pren un gust agre quan l'etanol esdevé àcid etanoic, també anomenat *àcid acètic*.

a) Una mostra de 10 mL de vinagre presenta un grau d'acidesa de 30, expressat en grams d'àcid acètic per litre de vinagre.

Calculeu el pH del vinagre considerant que l'únic àcid present a la mostra és l'acètic.

[1,25 punts]

b) La determinació del grau d'acidesa del vinagre es duu a terme mitjançant una valoració àcid-base amb hidròxid de sodi.

Quants mL de solució d'hidròxid de sodi 0,5 M es necessiten per a valorar 10 mL de vinagre que té una concentració d'àcid acètic del 3 % en pes?

[1,25 punts]

DADES: K_a (àcid acètic) = $1,8 \times 10^{-5}$.

Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0; Na = 23,0.

Densitat del vinagre: $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$.

Solució:

PREGUNTA 1a

Formulació.

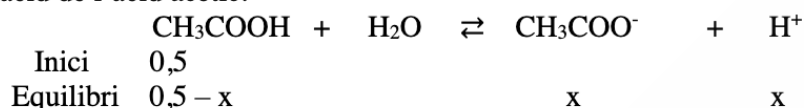
Àcid acètic CH_3COOH

Concentració molar àcid acètic en vinagre:

$$(30 \text{ g àcid acètic} / 1 \text{ L vinagre}) \times (1 \text{ mol àcid acètic} / 60 \text{ grams àcid acètic}) = 0,5 \text{ M}$$

[0,25 p]

Equilibri àcid de l'àcid acètic:



$$K_a = [\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+] / [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

[0,2 p]

Càlcul concentració de protons i pH:

$$1,8 \times 10^{-5} = [(x) \cdot (x)] / (0,5 - x) \quad \text{(equació 1)}$$

$$\text{Suposant que } 0,5 - x \approx 0,5 \Rightarrow 1,8 \times 10^{-5} = x^2 / 0,5$$

$$x = (1,8 \times 10^{-5} \cdot 0,5)^{1/2} = 2,99 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}^+] = 2,99 \times 10^{-3} \text{ M}$$

[0,4 p]

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (2,99 \times 10^{-3})$$

$$\text{pH} = 2,52$$

[0,4 p]

Si l'equació 1 no es simplifica, cal resoldre una equació de 2on grau que dona com a resultat la mateixa concentració de protons.

El càlcul de la concentració de protons també es pot fer a partir de l'equació de Charlot simplificada, també en la seva forma logarítmica.

$$[\text{H}^+] = (K_a \cdot C_a)^{1/2}; \text{pH} = \frac{1}{2} (\text{p}K_a - C_a); \text{ on } C_a \text{ és la concentració d'àcid feble}$$

PREGUNTA 1b

Càlcul concentració molar àcid acètic en vinagre:

3 % en pes correspon a 3 grams d'àcid acètic en 100 g de vinagre. La densitat del vinagre és 1 g/mL, per tant, la concentració és de 3 g d'àcid en 100 mL vinagre.

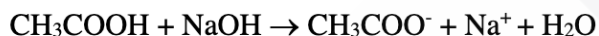
[0,25 p]

$(3 \text{ g àcid acètic} / 100 \text{ mL vinagre}) \times (10^3 \text{ mL} / 1 \text{ L}) \times (1 \text{ mol àcid acètic} / 60 \text{ grams àc.acètic})$
 $= 0,5 \text{ M}$

[0,2 p]

La mostra a valorar són 10 mL de vinagre d'una concentració d'àcid acètic 0,5 M.

L'àcid acètic és un àcid monopròtic que reacciona estequiomètricament amb l'hidròxid de sodi.



[0,4 p]

La concentració de l'hidròxid de sodi és també 0,5 M.

Volum àcid x Concentració àcid = Volum base x Concentració base

$10 \text{ mL} \times 0,5 \text{ M} = \text{Volum base} \times 0,5 \text{ M} \rightarrow \text{Volum base} = 10 \text{ mL}$

Necessitem 10 mL d'hidròxid de sodi 0,5 M per valorar els 10 mL de vinagre.

[0,4 p]