

2. L'àcid benzoic ( $C_6H_5-COOH$ ) és un àcid carboxílic monopròtic que s'utilitza com a conservant dels aliments, ja que inhibeix el creixement microbià, sempre que el medi resultant de conservació de l'aliment tingui un pH menor de 5.

a) Calculeu el pH d'una dissolució aquosa d'àcid benzoic de concentració  $8,1 \text{ g L}^{-1}$  i justifiqueu si és adequat com a líquid conservant.

[1,25 punts]

b) Una indústria ha adquirit una dissolució aquosa d'àcid benzoic. Per a conèixer la concentració exacta d'aquesta dissolució es valoren 25,0 mL de la dissolució d'àcid benzoic amb una dissolució aquosa d'hidròxid de sodi (NaOH). Escriviu la reacció de valoració i expliqueu com realitzaríeu en el laboratori aquesta valoració, indicant quin material i quines altres substàncies utilitzaríeu.

[1,25 punts]

DADES: Constant d'acidesa de l'àcid benzoic a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $K_a(C_6H_5-COOH) = 6,3 \times 10^{-5}$ .  
Masses atòmiques relatives: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0.

## Solució:

### Problema 2.a)

#### pH de la dissolució d'àcid benzoic

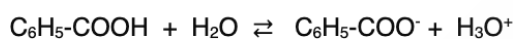
- Concentració molar d'àcid benzoic  $C_6H_5-COOH$ :

Massa molar de  $C_6H_5-COOH$ :  $7 \times 12 + 6 \times 1 + 2 \times 16 = 122 \text{ g mol}^{-1}$

$$8,1 \text{ g} \frac{1 \text{ mol àcid benzoic}}{122 \text{ g}} 1 \text{ L} = 0,0664 \text{ M}$$

[0,10 p]

- Equilibri de l'àcid benzoic:



inici	0,0664	--	--
equilibri	$0,0664 - x$	$x$	$x$

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-][H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$$

[0,30 p]

- Càlcul concentració ió hidroni (oxidani/oxoni) i pH:

$$6,3 \times 10^{-5} = \frac{[(x) \cdot (x)]}{(0,0664 - x)} \quad (\text{equació 1})$$

$$\text{Suposant que } 0,0664 - x \approx 0,0664 \quad \Rightarrow \quad 6,3 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0,0664}$$

$$x = \sqrt{6,3 \times 10^{-5} \times 0,0664} = 2,045 \times 10^{-3}$$

$$[H_3O^+] = 2,045 \times 10^{-3}$$

[0,40 p]

$$\text{pH} = -\log [H_3O^+] = -\log (2,045 \times 10^{-3}) \Rightarrow \text{pH} = 2,69$$

[0,20 p]

- Si l'equació 1 no se simplifica, cal resoldre una equació de segon grau que dona com a resultat la mateixa  $[H_3O^+]$ .

## Pregunta 2.b)

**Reacció de valoració:**  $C_6H_5-COOH (aq) + OH^- (aq) \rightarrow C_6H_5-COO^- (aq) + H_2O (l)$

[0,25 p]

o també:  $C_6H_5-COOH (aq) + NaOH (aq) \rightarrow C_6H_5-COONa (aq) + H_2O (l)$

**Material i altres substàncies** per dur a terme la valoració:

[0,40 p]

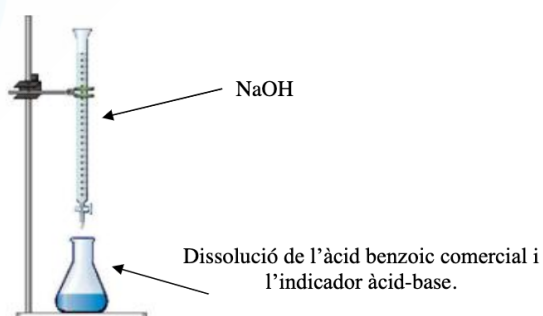
(a part de la mostra d'àcid benzoic i la solució de NaOH)

- ✓ Bureta, amb un peu i pinça per subjectar-la.
- ✓ Pipeta aforada de 25 mL amb pera d'aspiració.
- ✓ Erlenmeyer (o vas de precipitats).
- ✓ Indicador àcid – base que viri a la zona de pH bàsic (fenolftaleïna, per exemple).
  - Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat.
  - Es penalitzarà 0,05 p si només diuen que cal un indicador àcid-base, sense dir que ha de virar a la zona bàsica o sense dir el nom d'un indicador que viri en aquesta zona (per exemple, la fenolftaleïna).

**Procediment** per dur a terme la valoració:

[0,60 p]

- ✓ S'omple la bureta amb la solució de NaOH, evitant que es formin bombolles d'aire dins de la bureta.
- ✓ S'enrasa el volum de NaOH de la bureta (a zero o a un altre volum).
- ✓ Amb la pipeta aforada (i la pera) agafem els 25,0 mL de la dissolució d'àcid benzoic i els transvasem a l'erenmeyer (o vas de precipitats). Es pot afegir una mica d'aigua destil·lada per rentar les parets de l'erenmeyer.
- ✓ Afegim 2-3 gotes de l'indicador àcid-base a l'erenmeyer.
- ✓ Obrim la clau de la bureta i anem afegint NaOH, tot agitant contínuament l'erenmeyer, fins que s'observi un canvi de color de la solució.
- ✓ Tanquem la clau de la bureta i anotem el volum consumit de NaOH gastat.



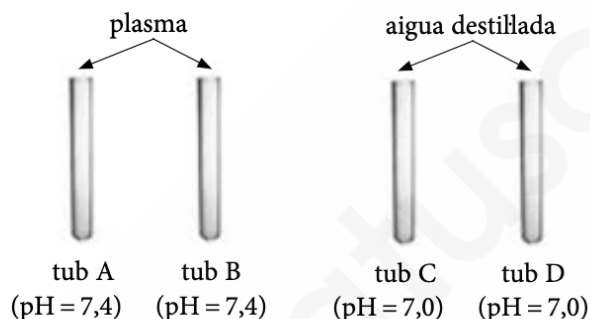
- Es penalitzarà 0,1 p per cada un dels ítems que no hagin indicat.
- El dibuix és opcional.

4. L'acidosi i l'alcalosi són alteracions consistents en la disminució o l'augment, respectivament, del pH del plasma sanguini. Així, es diu que una persona pateix acidosi quan el pH del seu plasma cau per sota de 7,35 i que pateix alcalosi quan el pH supera el valor de 7,45. Aquests canvis del pH poden ser induïts per alteracions respiratòries o metabòliques que provoquen variacions rellevants en les concentracions d'algunes substàncies en el plasma.

a) El plasma sanguini d'un pacient presenta un valor de concentració d'ió hidròxid de  $3,02 \times 10^{-9} \text{ g mL}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ . Digueu si el pacient pateix acidosi o alcalosi, i justifiqueu-ho.

[1,25 punts]

b) Al plasma sanguini hi actuen diversos sistemes reguladors del pH, el més important dels quals és el sistema àcid carbònic - ió hidrogencarbonat. En un experiment realitzat al laboratori hem agafat quatre tubs d'assaig: en els dos primers (A i B) hi hem introduït plasma, i en els altres dos (C i D), aigua destil·lada. En mesurar el pH de cada tub, obtenim els valors que es mostren en la figura següent:



Posteriorment, hem afegit al tub A i al tub C unes quantes gotes d'una solució de HCl, mentre que al tub B i al tub D hi hem afegit unes quantes gotes d'una solució de NaOH. Justifiqueu, qualitativament, com es modificaran els valors del pH en cadascun dels quatre tubs.

[1,25 punts]

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

Constant d'ionització de l'aigua a  $25^\circ\text{C}$ :  $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$ .

## Solució:

### Pregunta 4a

**Justificar si el pacient pateix acidosi o alcalosi**

Dada del pacient:  $[\text{OH}^-]_{\text{plasma}} = 3,02 \times 10^{-9} \text{ g / mL}$

Calculem la concentració de  $\text{OH}^-$  en el plasma en mol/L:

Massa molecular  $\text{OH}^- = 16,0 + 1,0 = 17,0 \text{ g / mol}$

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-]_{\text{plasma}} &= 3,02 \times 10^{-9} \text{ g / mL} \times (1 \text{ mol OH}^- / 17,0 \text{ g OH}^-) \times (1000 \text{ mL} / 1 \text{ L}) \\ [\text{OH}^-]_{\text{plasma}} &= 1,7765 \times 10^{-7} \text{ mol / L} \end{aligned}$$

[0,25 punts]

Calculem la concentració de  $\text{H}_3\text{O}^+$  en el plasma en mol/L:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-]$$

[0,10 punts]

No és obligatori que expliciten aquesta fórmula, sempre que en els passos següents es visualitzi bé que l'estant aplicant.

$$\begin{aligned} [\text{H}_3\text{O}^+] &= K_w / [\text{OH}^-] \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{plasma}} &= 1,00 \times 10^{-14} / 1,7765 \times 10^{-7} \\ [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{plasma}} &= 5,6290 \times 10^{-8} \text{ mol/L} \end{aligned}$$

[0,25 punts]

Calculem el pH del plasma

$$\text{pH} = - \log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

[0,10 punts]

No és obligatori que expliciten aquesta fórmula, sempre que en els passos següents es visualitzi bé que l'estant aplicant.

$$\begin{aligned} \text{pH}_{\text{plasma}} (\text{pacient}) &= - \log 5,6290 \times 10^{-8} \\ \text{pH}_{\text{plasma}} (\text{pacient}) &= 7,25 \end{aligned}$$

[0,25 punts]

---

Comparem el valor del pH del pacient amb els valors del pH d'acidosi i d'alcalosi

Acidosis:  $\text{pH}_{\text{plasma}} < 7,35$

Alcalosi:  $\text{pH}_{\text{plasma}} > 7,45$

$\text{pH}_{\text{plasma}} (\text{pacient}) = 7,25$

**El pH del plasma del pacient té un valor per sota de 7,35.**

⇒ **El pacient pateix acidosi.**

[0,30 punts]

### Pregunta 4b

**Justificar (qualitativament) com s'haurien modificat els valors de pH en els 4 tubs**

Tub A i tub B: Inicialment contenen plasma (pH=7,4)

⇒ Tub A: en afegir unes gotes d'HCl el pH no es modifica (o es modifica molt poc). Seguiria, aproximadament, en pH=7,4.

⇒ Tub B: en afegir unes gotes de NaOH el pH no es modifica (o es modifica molt poc). Seguiria, aproximadament, en pH=7,4.

[0,20 punts]

Justificació. El **plasma conté diversos sistemes reguladors de pH**. La propietat d'aquests **sistemes reguladors** és que en afegir un àcid o una base, en quantitats moderades, **el pH no es modifica** (o es modifica molt poc).

[0,40 punts]

Tub C i tub D: Inicialment contenen aigua destil·lada (pH=7,0)

⇒ **Tub C:** en afegir unes gotes d'HCl **el pH disminueix molt (pH << 7,0)**

⇒ **Tub D:** en afegir unes gotes de NaOH **el pH augmenta molt (pH >> 7,0)**

[0,20 punts]

Justificació

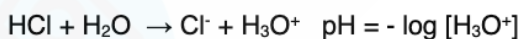
L'aigua no és un sistema regulador de pH. En afegir un àcid el seu pH disminueix; en afegir una base el seu pH augmenta.

[0,30 punts]

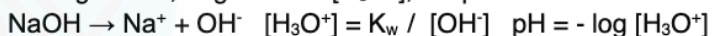
Però en afegir un àcid fort (HCl) es generen molts ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  i el pH disminueix molt; en afegir una base forta (NaOH) es generen molts ions  $\text{OH}^-$  i el pH augmenta molt.

[0,15 punts]

Opcional:



Si afegim HCl, augmentem  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ , i el pH disminueix.



Si afegim NaOH, augmentem  $[\text{OH}^-]$ , disminueix  $[\text{H}_3\text{O}^+]$ , i el pH augmenta.