

4. El sulfamat (solució aquosa d'àcid clorhídric, HCl) i l'amoniac són algunes de les substàncies que es fan servir habitualment en la neteja de la llar: la primera perquè actua com a desinfectant i bactericida i la segona perquè elimina bé els greixos.

a) Calculeu el pH, a 25 °C, d'una solució aquosa d'amoniac 0,20 M.

[1 punt]

b) Escriviu la reacció que es produeix en barrejar una solució aquosa d'amoniac amb sulfamat. Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per determinar l'entalpia d'aquesta reacció i indiqueu el material que utilitzaríeu.

[1 punt]

DADES: Constant de basicitat de l'amoniac a 25 °C: $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$.

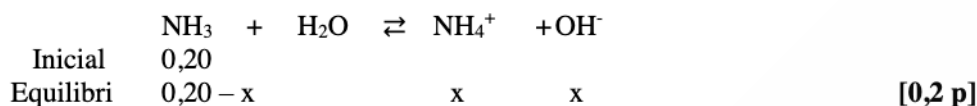
Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.

Solució:

Pregunta 4a

Formulació. Amoníac: NH_3 [– 0,5 p si no el formulen bé]

Càlcul del pH d'una solució d'amoníac en aigua



$$K_b = [\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-] / \text{NH}_3 \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$1,8 \cdot 10^{-5} = [(x) \cdot (x)] / (0,20 - x) \quad \text{(equació 1)}$$

$$\text{Suposant que } 0,20 - x \approx 0,20 \Rightarrow 1,8 \cdot 10^{-5} = x^2 / 0,20$$

$$x = (1,8 \cdot 10^{-5} \times 0,20)^{1/2} = 1,897 \cdot 10^{-3}$$
$$[\text{OH}^-] = 1,897 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Reacció de l'autoionització de l'aigua: $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \quad K_w$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 1,0 \cdot 10^{-14} / 1,897 \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5,271 \cdot 10^{-12} \text{ mols/L} \quad [0,2 \text{ p}]$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (5,271 \cdot 10^{-12})$$

$$\text{pH} = 11,3 \quad [0,2 \text{ p}]$$

- Si l'equació 1 es resol sense cap aproximació, s'arriba a una equació de segon grau. En resoldre-la, s'arriba al mateix valor de pH: $\text{pH} = 11,3$.
- El procediment és correcte si després de calcular la concentració d'ions hidròxid, calculen el pOH ($\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = 2,7$), i seguidament calculen el pH:
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,3$.

Pregunta 4b

Reacció de l'amoníac amb el sulfamat



- *Es considera correcte encara que no explicitin l'estat físic de les substàncies (solucions aquoses).*



- *És correcte si el clorur d'amoní el formulen ionitzat:*
$$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$$

Procediment experimental per a determinar l'entalpia de la reacció [0,4 p]

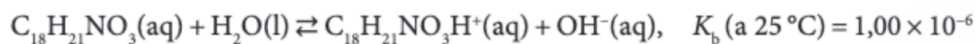
Tenim dues dissolucions aquoses de NH_3 i HCl (sulfamat), de concentració coneguda. Suposem que es troben inicialment a la mateixa temperatura.

En un calorímetre hi aboquem un determinat volum o massa de dissolució de NH_3 i mesurem la temperatura (temperatura inicial). Seguidament hi afegim un determinat volum o massa de sulfamat (dissolució de HCl). Tapem el calorímetre, agitem ràpidament la mescla i esperem un temps fins que la temperatura que ens marca el termòmetre s'estabilitzi. Mesurem aquesta temperatura final.

Material [0,3 p]

- Calorímetre (per exemple, un vas de plàstic amb tapa i aïllat).
- Termòmetre.
- Pipeta o proveta, si es mesura el volum de les dissolucions; o balança, si es mesura la massa de les dissolucions.
- *Cada ítem es valora amb 0,1 p.*

3. La codeïna ($C_{18}H_{21}NO_3$) s'obté a partir de l'opi i s'utilitza per a combatre la tos i el dolor; també es fa servir, combinada amb altres analgèsics, per a incrementar l'efecte d'aquests fàrmacs. És un compost amb propietats bàsiques i en solució aquosa reacciona de la manera següent:



- a) Quan dissolem un fàrmac amb una mica d'aigua obtenim una solució aquosa de codeïna 0,020 M. Calculeu el pH d'aquesta solució a 25 °C.

[1 punt]

- b) Valorem un xarop incolor que conté codeïna amb una solució d'àcid clorhídric. Indiqueu, raonadament, si el pH en el punt d'equivalència és àcid, neutre o bàsic. Digueu quins dels indicadors següents podríem utilitzar per a detectar el punt final d'aquesta valoració i justifiqueu les respostes.

[1 punt]

<i>Indicadors àcid-base</i>	
<i>Nom</i>	<i>Interval de viratge (pH)</i>
vermell de metil	4,8-6,0
fenolftaleïna	8,0-9,6
groc d'alitzarina	10,1-12,0

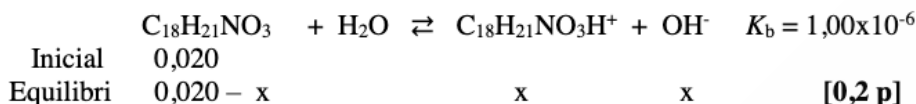
DADA: Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1,00 \times 10^{-14}$.

Solució:

Pregunta 3a

pH d'una solució de codeïna 0,020 M

Reacció d'equilibri àcid – base de la codeïna ($C_{18}H_{21}NO_3$) en aigua:



$$K_b = \frac{[C_{18}H_{21}NO_3H^+] \cdot [OH^-]}{[C_{18}H_{21}NO_3]} \quad [0,2 p]$$

$$1,00 \times 10^{-6} = \frac{[x] \cdot [x]}{[0,020 - x]}$$

Aproximació. Suposem que: $0,020 - x \approx 0,020$

$$\Rightarrow 1,00 \times 10^{-6} = x^2 / 0,020$$

$$x = (1,00 \times 10^{-6} \times 0,020)^{1/2}$$

$$x = 1,41 \times 10^{-4}$$

$$[OH^-] = 1,41 \times 10^{-4} \text{ M} \quad [0,3 p]$$

Ionització de l'aigua: $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}$

$$[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-14} / 1,41 \times 10^{-4}$$

$$[H_3O^+] = 7,09 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\Rightarrow pH = -\log [H_3O^+] = -\log (7,09 \times 10^{-11})$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 10,1 \quad [0,3 p]$$

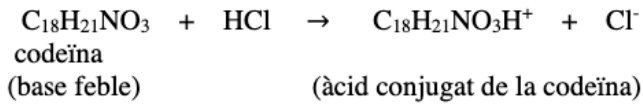
- Si l'equació es resol sense cap aproximació s'arriba a una equació de segon grau que dona aproximadament la mateixa solució (la dècima depèn de l'arrodoniment que s'efectuï en els càlculs).
- El procediment és correcte si després de calcular la concentració de OH^- , calculen el pOH com: $pOH = -\log [OH^-]$, i seguidament calculen el pH amb l'equació: $pH = 14 - pOH$.
- Si quan calculen les concentracions de H_3O^+ i OH^- no expressen les unitats (M), no penalitzem cap dècima.

Pregunta 3b

pH en el punt d'equivalència de la valoració

[0,6 p]

Reacció de valoració (opcional):



Raonament:

En el punt d'equivalència hem afegit suficient HCl perquè la codeïna reaccionés completament; en la solució tenim només els productes ($\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{H}^+$ i Cl^-).

El pH de la solució en el punt d'equivalència de la valoració és àcid (pH < 7), ja que en aquest punt tenim ions $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3\text{H}^+$ (àcid conjugat de la codeïna, actuen com a àcid) i ions Cl^- (no s'hidrolitzen, és a dir, no actuen ni com a àcid ni com a base).

Indicador per detectar el punt final de la valoració

[0,4 p]

L'indicador útil per detectar aquest punt, i donar-nos un punt final de valoració amb el mínim error, hauria de virar de color a prop del pH del punt d'equivalència.

⇒ **El vermell de metil és útil ja que vira a la zona àcida de pH (4,8-6,0)**

Els altres dos indicadors (fenolftaleïna i groc d'alizarina) no són útils ja que viren a la zona bàsica de pH (interval 8,0-9,6 i 10,1-12,0).