

**PROVA SCRITTA DI CHIMICA PER ITS 13 FEBBRAIO 2023 - A**

1. Disporre le seguenti molecole:  $\text{NH}_3$   $\text{BH}_3$   $\text{PH}_3$  in ordine crescente di temperatura di ebollizione, spiegando in breve in base alle forze intermolecolari presenti. Quale di queste è l'unica solubile in acqua e perché?
2. Indicare la reazione che avviene tra il cloruro di esanoile e il propanolo; dire di che tipo di reazione si tratta e dare il nome corretto al prodotto formato.
3. Il sistema  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$  si trova all'equilibrio. Spiegare cosa succede nei seguenti casi: a) viene diminuita la temperatura; b) viene aggiunto azoto; c) viene diminuita la pressione.
4. Indicare la reazione che avviene sciogliendo in 10 L d'acqua 5 g di solfito di sodio,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , e calcolare il pH della soluzione risultante.
5. Rappresentare, mediante croce di Fischer, il composto S-2-metilbutanolo.

6. In un recipiente chiuso viene introdotta una sufficiente quantità di cloruro d'ammonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) solido. Si porta il sistema a 650 K e viene raggiunto l'equilibrio:



Calcolare la pressione totale del sistema all'equilibrio.

7. Il calore liberato dalla combustione completa di 50 g di  $\text{H}_2_{(g)}$  viene ceduto a 25 L d'acqua, inizialmente a 20°C. A che temperatura arriverà l'acqua?.

8. Se in un recipiente rigido si mettono 15 L di  $\text{NH}_3_{(g)}$  e 20 L di  $\text{O}_2_{(g)}$  e si fa procedere fino a completamento la reazione  $4 \text{NH}_3_{(g)} + 5 \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 4 \text{NO}_{(g)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  dire quanti litri di gas saranno complessivamente presenti al termine della reazione. Tutti i gas sono nelle stesse condizioni di T e P.

9. Quanti L di soluzione di acido forte a pH 3,5 serviranno per neutralizzare completamente 10 L di soluzione di base forte a pH 11?

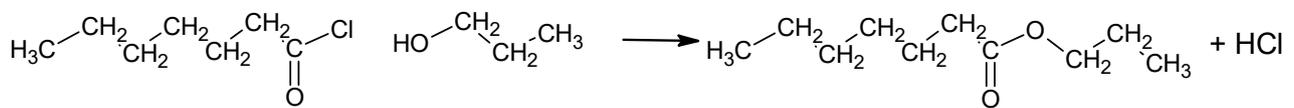
10. Un semielemento standard  $\text{Mo}^{3+}/\text{Mo}$  viene collegato ad un semielemento a idrogeno nel quale  $p(\text{H}_2) = 1 \text{ atm}$  e il pH è 6. Calcolare  $\Delta E$  indicando catodo e anodo.

## SOLUZIONI

1. Disporre le seguenti molecole:  $\text{NH}_3$   $\text{BH}_3$   $\text{PH}_3$  in ordine crescente di temperatura di ebollizione, spiegando in breve in base alle forze intermolecolari presenti. Quale di queste è l'unica solubile in acqua e perché?

$\text{BH}_3 < \text{PH}_3$  entrambe apolari,  $\text{PH}_3$  è più grande e ha maggiori forze di London.  $\text{NH}_3$  può formare legami a idrogeno ed è perciò quella che ha  $T_{\text{eb}}$  maggiore e si scioglie in acqua.

2. Indicare la reazione che avviene tra il cloruro di esanoile e il propanolo; dire di che tipo di reazione si tratta e dare il nome corretto al prodotto formato.



sostituzione nucleofila acilica; si forma un estere, l'esanoato di propile

3. Il sistema  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$  si trova all'equilibrio. Spiegare cosa succede nei seguenti casi: a) viene diminuita la temperatura; b) viene aggiunto azoto; c) viene diminuita la pressione.

a) reazione esotermica con  $\Delta H^\circ = -2 \times 45,9 \text{ kJ}$ , quindi  $K$  aumenta e l'equilibrio si sposta a **destra**

b) va a **destra** per la legge di azione di massa

c) va a **sinistra**, dove ci sono più moli di gas

4. Indicare la reazione che avviene sciogliendo in 10 L d'acqua 5 g di solfito di sodio,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , e calcolare il pH della soluzione risultante.

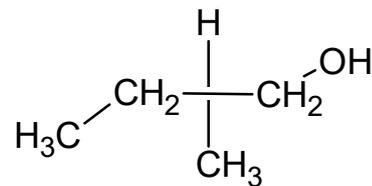
$\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{SO}_3^{2-}$  dissociazione in acqua;  $\text{Na}^+$  ione spettatore, coniugato di base forte

$\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$   $K_b = 1,5 \times 10^{-7}$  idrolisi basica

5 g : 126 g/mol = 0,04 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  che in 10 L danno una concentrazione di  $4 \times 10^{-3}$

$[\text{OH}^-] = \sqrt{4 \times 10^{-3} \times 1,5 \times 10^{-7}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  da cui  $\text{pOH} = 4,6$  e **pH = 9,4**

5. Rappresentare, mediante croce di Fischer, il composto S-2-metilbutanolo.



6. In un recipiente chiuso viene introdotta una sufficiente quar solido.  
Si porta il sistema a 650 K e viene raggiunto l'equilibrio:



Calcolare la pressione totale del sistema all'equilibrio.

$$\Delta H^\circ = -45,9 - 92,3 + 314,55 = 176,35 \text{ kJ}$$

$$\Delta S^\circ = 186,9 + 192,8 - 95 = 284,7 \text{ J/K}$$

$$\Delta G^\circ = 176350 - 650 \times 284,7 = -8705 \text{ J}$$

$$\ln K = 8705 : (8,31 \times 650) = 1,61$$

$K = 5 = p(\text{NH}_3) p(\text{HCl}) = (0,5 \times P)^2$  dato che la frazione molare  $x$  di ciascuno dei due prodotti gassosi vale  $\frac{1}{2}$ . Si ricava la pressione totale  $P = (5 : 0,25)^{1/2} = \mathbf{4,47 \text{ atm}}$

7. Il calore liberato dalla combustione completa di 50 g di  $\text{H}_2_{(g)}$  viene ceduto a 25 L d'acqua, inizialmente a 20°C. A che temperatura arriverà l'acqua?

*Il calore sviluppato dalla combustione di  $\text{H}_2$  è  $-285,8 \text{ kJ/mol}$  ( $\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(liq)}$ )*

$$50 \text{ g} : 2 \text{ g/mol} = 25 \text{ moli di } \text{H}_2 \quad -285,8 \text{ kJ/mol} \times 25 \text{ moli} = -7145 \text{ kJ}$$

$7145 \text{ kJ} = 25 \text{ kg} \times 4,184 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times \Delta T$  da cui  $\Delta T = 68,3^\circ\text{C}$  e la temperatura raggiunta dall'acqua è  $\mathbf{88,3^\circ\text{C}}$

8. Se in un recipiente rigido si mettono 15 L di  $\text{NH}_3_{(g)}$  e 20 L di  $\text{O}_2_{(g)}$  e si fa procedere fino a completamento la reazione  $4 \text{NH}_3_{(g)} + 5 \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 4 \text{NO}_{(g)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$  dire quanti litri di gas saranno complessivamente presenti al termine della reazione. Tutti i gas sono nelle stesse condizioni di T e P.

$15/4 = 3,75$   $20/5 = 4$  è limitante  $\text{NH}_3$  e reagiscono 18,75 L di  $\text{O}_2$  ( $15 \times 5/4$ ), mentre ne avanzano 1,25 L. Si formano 15 L di NO e  $15 \times 6/4 = 22,5 \text{ L}$  di  $\text{H}_2\text{O}$ . Complessivamente alla fine ci saranno  $1,25 + 15 + 22,5 = \mathbf{38,75 \text{ L di gas}}$ . Si ricorda che i rapporti in moli corrispondono ai rapporti in volume alle stesse condizioni di T e P (legge di Avogadro).

9. Quanti L di soluzione di acido forte a pH 3,5 serviranno per neutralizzare completamente 10 L di soluzione di base forte a pH 11?

$$\text{pH } 11 \rightarrow \text{pOH } 3 \rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ mol/L} \times 10 \text{ L} = 0,01 \text{ moli di } \text{OH}^-$$

$$\text{serviranno } 0,01 \text{ mol } \text{H}^+ \text{ a pH } 3,5 [\text{H}^+] = 3,16 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$0,01 \text{ mol} : 3,16 \times 10^{-4} \text{ mol/L} = \mathbf{31,6 \text{ L di soluzione acida occorrenti.}}$$

10. Un semielemento standard  $\text{Mo}^{3+}/\text{Mo}$  viene collegato ad un semielemento a idrogeno nel quale  $p(\text{H}_2) = 1 \text{ atm}$  e il pH è 6. Calcolare  $\Delta E$  indicando catodo e anodo.

$$E(\text{Mo}^{3+}/\text{Mo}) = -0,20 \text{ V catodo}$$

$$E(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,059 \log 10^{-6} = -0,354 \text{ V anodo}$$

$$\Delta E = E_{\text{catodo}} - E_{\text{anodo}} = -0,20 + 0,354 = \mathbf{0,154 \text{ V}}$$