

**PROVA SCRITTA DI CHIMICA PER ITS 20 GENNAIO 2023 - A**

1. Un recipiente chiuso contenente  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ,  $\text{CaO}(\text{s})$  e 1,41 atm di  $\text{CO}_2(\text{g})$  si trova a  $820^\circ\text{C}$ . Dire se la reazione  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  si trova all'equilibrio in queste condizioni e, in caso contrario, in che direzione avviene.
2. Calcolare la quantità di calore liberata dalla combustione completa di 50 mL di  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{liq})$ , la cui densità è di 0,71 g/mL.
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 aumentata la temperatura; b) viene aggiunto idrogeno; c) viene aumentata la pressione.
4. Un contenitore rigido del volume di 15 L contiene 8 mol di  $\text{CO}(\text{g})$  e 18 mol di  $\text{O}_2(\text{g})$  alla temperatura di  $124^\circ\text{C}$ . Si realizza la reazione  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ , che procede completamente. Che valore assumerà la pressione totale all'interno del contenitore se la temperatura si è mantenuta a  $124^\circ\text{C}$ ?
5. Il composto  $\text{CCl}_4$  è liquido a condizioni ambiente. Spiegare perché, in base alle forze intermolecolari in gioco, e prevedere se sarà solubile in acqua.



## SOLUZIONI

1. Un recipiente chiuso contenente  $\text{CaCO}_3(\text{s})$ ,  $\text{CaO}(\text{s})$  e  $1,41 \text{ atm}$  di  $\text{CO}_2(\text{g})$  si trova a  $820^\circ\text{C}$ . Dire se la reazione  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  si trova all'equilibrio in queste condizioni e, in caso contrario, in che direzione avviene.

$$-393,5 - 635,1 + 1206,9 = +178,3 \text{ kJ endotermica}$$

$$\Delta S^\circ = 213,8 + 38,1 - 92,9 = 159 \text{ J/K disordinante}$$

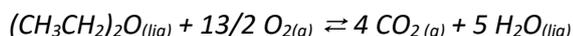
$$\Delta G^\circ = 178300 \text{ J} - 1093 \text{ K} \times 159 \text{ J/K} = +4153 \text{ J}$$

$$\Delta G = 4153 + 8,31 \times 1093 \times \ln 1,41 = \mathbf{7273 \text{ J} > 0}$$

$$\ln K = -4153 : (8,31 \times 1093) = -0,5 \quad K = 0,633 = P \quad Q = 1,41$$

$0,633 \text{ atm} < 1,41$  quindi procede verso **sinistra**

2. Calcolare la quantità di calore liberata dalla combustione completa di  $50 \text{ mL}$  di  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{O}(\text{liq})$ , la cui densità è di  $0,71 \text{ g/mL}$ .



$$\Delta H^\circ = 4 \times (-393,5) + 5 \times (-285,8) + 279,5 = -2723,5 \text{ kJ per una mole di etere etilico.}$$

$$50 \text{ mL} \times 0,71 \text{ g/mL} = 35,5 \text{ g} \quad 35,5 \text{ g} : 74 \text{ g/mol} = 0,48 \text{ moli}$$

$$-2723,5 \text{ kJ/mol} \times 0,48 \text{ moli} = -\mathbf{1307 \text{ kJ}}$$

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 aumentata la temperatura; b) viene aggiunto idrogeno; c) viene aumentata la pressione.

a)  $\Delta H^\circ_{\text{reaz}} = +91,8 \text{ kJ} > 0$ , endotermica, l'equilibrio si sposta a **sinistra** ( $K$  diminuisce)

b) si sposta a **destra** per la legge di azione di massa

c) si sposta a **destra** dove ci sono meno moli di gas

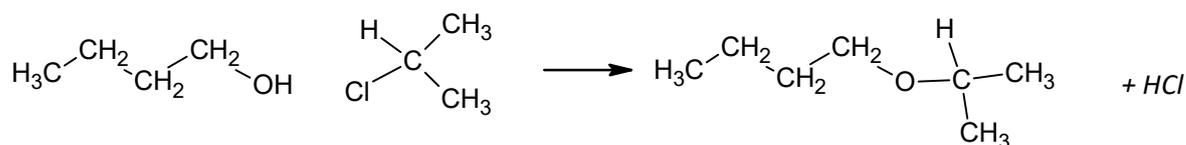
4. Un contenitore rigido del volume di  $15 \text{ L}$  contiene  $8 \text{ mol}$  di  $\text{CO}(\text{g})$  e  $18 \text{ mol}$  di  $\text{O}_2(\text{g})$  alla temperatura di  $124^\circ\text{C}$ . Si realizza la reazione  $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{ O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})$ , che procede completamente. Che valore assumerà la pressione totale all'interno del contenitore se la temperatura si è mantenuta a  $124^\circ\text{C}$ ?

$\text{CO}$  è l'agente limitante, che reagisce con  $4 \text{ moli}$  di  $\text{O}_2$ ; alla fine sono presenti  $8 \text{ mol CO}_2$  e  $14 \text{ mol O}_2$ , in totale  $22 \text{ moli}$  di gas:  $P = nRT/V = (22 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm L mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 397 \text{ K}) : 15 \text{ L} = \mathbf{47,75 \text{ atm}}$

5. Il composto  $\text{CCl}_4$  è liquido a condizioni ambiente. Spiegare perché, in base alle forze intermolecolari in gioco, e prevedere se sarà solubile in acqua.

Si tratta di una molecola simmetrica, poco polare ma di discrete dimensioni, liquida grazie a forze di London abbastanza grandi, ma non solubile in acqua.

6. Indicare la reazione che avviene tra l'1-butanol e il 2-cloropropano; dire di che tipo di reazione si tratta e dare il nome corretto al prodotto formato.



reazione di sostituzione nucleofila diretta, si forma un etere, il 2-propil-butil-etere.

7. Calcolare il pH di una soluzione ottenuta aggiungendo 200 mL di soluzione di base forte a pH 12,5 a 10 L di soluzione di acido forte a pH 3.

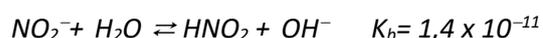
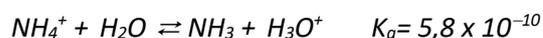
$$10 \text{ L} \times 10^{-3} \text{ mol/L} = 10^{-2} \text{ mol H}^+$$

$$0,2 \text{ L} \times 0,0316 \text{ mol/L} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^-$$

$$10^{-2} \text{ mol H}^+ - 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol OH}^- = 3,67 \times 10^{-3} \text{ mol H}^+ \text{ in eccesso}$$

$$3,67 \times 10^{-3} \text{ mol H}^+ : 10,2 \text{ L} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ mol H}^+ \quad \mathbf{pH = 3,4}$$

8. Indicare le reazioni che avvengono sciogliendo in acqua il nitrito d'ammonio,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ , e dire se la soluzione finale risulterà acida, neutra o basica.



risulta debolmente **acida** ( $K_a > K_b$ )

9. Calcolare  $\Delta E$  di una pila a concentrazione costituita da un semielemento standard d'argento e da un elettrodo d'argento immerso in una soluzione satura di cloruro d'argento,  $\text{AgCl}$ . Indicare catodo e anodo.

$$K_{ps} \text{AgCl} = 1,8 \times 10^{-10} \quad [\text{Cl}^-] = \sqrt{K_{ps}} = 1,34 \times 10^{-5}$$

$$\Delta E^\circ = 0 \text{ perché è una pila a concentrazione. } \Delta E = 0,059 \log (1 / 1,34 \times 10^{-5}) = \mathbf{0,287 \text{ V}}$$

10. Rappresentare, mediante croce di Fischer, il composto R-3-cloroesanol.

