

### ESAME DI CHIMICA PER ITS 17 GENNAIO 2022

1. Tra le seguenti sostanze:  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  dire quale è solida, quale liquida e quale gassosa, spiegando brevemente. Dire anche qual è l'unica solubile in acqua.

2. Se 540 g di Al vengono fatti reagire con 500 L di  $\text{Cl}_2$  (g) misurati a  $15^\circ\text{C}$  e 0,89 atm, quanti g di  $\text{AlCl}_3$  si potranno formare secondo la reazione  $2 \text{Al} + 3 \text{Cl}_2 = 2 \text{AlCl}_3$ ?

3. Calcolare la pressione totale all'equilibrio in un sistema in cui viene messa una sufficiente quantità di  $\text{NaHCO}_3$  (s), che viene poi portato a 450 K dando luogo alla decomposizione



Per  $\text{NaHCO}_3$  (s)  $\Delta H^\circ_f = -950,8 \text{ kJ/mol}$  e  $S^\circ = 102 \text{ J/K}$ , per  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (s)  $\Delta H^\circ_f = -1131 \text{ kJ/mol}$  e  $S^\circ = 135 \text{ J/K}$ .

4. Indicare la formula a croce di Fischer per il composto S-2-metil-3-cloro-1-propanolo

5. Calcolare il pH di una soluzione acquosa contenente 12 g di  $\text{HCOOH}$  e 14 g di  $\text{HCOONa}$  per litro.

6. Calcolare  $\Delta E^\circ$  per la reazione  $C_{(s)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)}$  a 298 K.
7. Bilanciare la seguente ossidoriduzione in ambiente acido:  $H_3AsO_4 + Cr = CrO_4^{2-} + As$  e calcolarne  $\Delta E$  a pH 4 con  $[H_3AsO_4] = [CrO_4^{2-}] = 0,01$  M.
8. Indicare la reazione tra la propanammina e il cloruro di pentanoile; dare il nome al prodotto formato e dire di che tipo di reazione si tratta.
9. Se in 50 L di una soluzione acquosa contenente  $4 \times 10^{-5}$  mol/L di  $Ag^+$  vengono sciolti 10 g di NaCl, si osserverà precipitazione di AgCl?
10. Quante moli di  $H_2$  occorre bruciare per ottenere il calore necessario a scaldare 50 L di acqua da  $20^\circ$  a  $60^\circ C$ ?

## SOLUZIONI

1. Tra le seguenti sostanze:  $\text{CaBr}_2$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  dire quale è solida, quale liquida e quale gassosa, spiegando brevemente. Dire anche qual è l'unica solubile in acqua.

*$\text{CaBr}_2$  solido ionico, solubile in acqua;  $\text{PH}_3$  piccola molecola poco polare, gassosa;  $\text{CCl}_4$  molecola poco polare più grande con discrete forze di London, liquida.*

2. Se 540 g di Al vengono fatti reagire con 500 L di  $\text{Cl}_2$  (g) misurati a  $15^\circ\text{C}$  e 0,89 atm, quanti g di  $\text{AlCl}_3$  si potranno formare secondo la reazione  $2 \text{Al} + 3 \text{Cl}_2 = 2 \text{AlCl}_3$ ?

$$540 \text{ g} : 27 \text{ g/mol} = 20 \text{ mol Al} \quad 500 \text{ L} \times 0,89 \text{ atm} : (0,082 \text{ atm L mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 288 \text{ K}) = 18,84 \text{ mol Cl}_2$$

*è limitante  $\text{Cl}_2$ , che reagisce completamente consumando  $18,84 \times 2:3 = 12,56 \text{ mol}$  di Al e formandone altrettante di  $\text{AlCl}_3$ , pari a  $12,56 \text{ mol} \times 133,34 \text{ g/mol} = 1675 \text{ g}$  di prodotto.*

3. Calcolare la pressione totale all'equilibrio in un sistema in cui viene messa una sufficiente quantità di  $\text{NaHCO}_3$  (s), che viene poi portato a 450 K dando luogo alla decomposizione



Per  $\text{NaHCO}_3$  (s)  $\Delta H^\circ_f = -950,8 \text{ kJ/mol}$  e  $S^\circ = 102 \text{ J/K}$ , per  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (s)  $\Delta H^\circ_f = -1131 \text{ kJ/mol}$  e  $S^\circ = 135 \text{ J/K}$ .

$$\Delta H^\circ = -1131 - 393,5 - 241,8 + 2 \times 950,8 = +135,5 \text{ kJ endotermica}$$

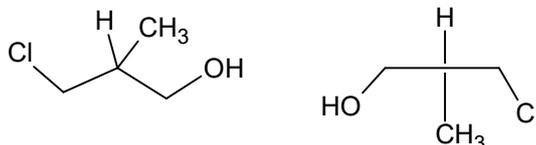
$$\Delta S^\circ = 135 + 213,8 + 188,9 - 2 \times 102 = 333,7 \text{ J/K disordinante}$$

$$\Delta G^\circ = 135500 - 450 \times 333,7 = -14665 \text{ J} = -RT \ln K$$

*-14665 = -8,31 \times 450 \times \ln [x(\text{CO}\_2) \times x(\text{H}\_2\text{O}) P^2] in cui le frazioni molari valgono 0,5 dato che la decomposizione forma quantità uguali dei due prodotti gassosi. Si ricava quindi*

$$K = 50,5 = 0,5^2 \times P^2 \quad \text{d cui } P^2 = 202 \text{ e } P = 14,2 \text{ atm}$$

4. Indicare la formula a croce di Fischer per il composto S-2-metil-3-cloro-1-propanolo



5. Calcolare il pH di una soluzione acquosa contenente 12 g di  $\text{HCOOH}$  e 14 g di  $\text{HCOONa}$  per litro.

$$\text{soluzione tampone: } \text{pH} = 3,74 + \log(0,21/0,26) = 3,64$$

6. Calcolare  $\Delta E^\circ$  per la reazione  $C_{(s)} + O_{2(g)} = CO_{2(g)}$  a 298 K.

$$\Delta G^\circ = -394400 \text{ J} = -(4 \times 96485) C \times \Delta E^\circ \text{ da cui } \Delta E^\circ = 394400 : 4 \times 96485 = \mathbf{1,02 \text{ V}}$$

*C passa da 0 a + 4 perdendo 4 elettroni*

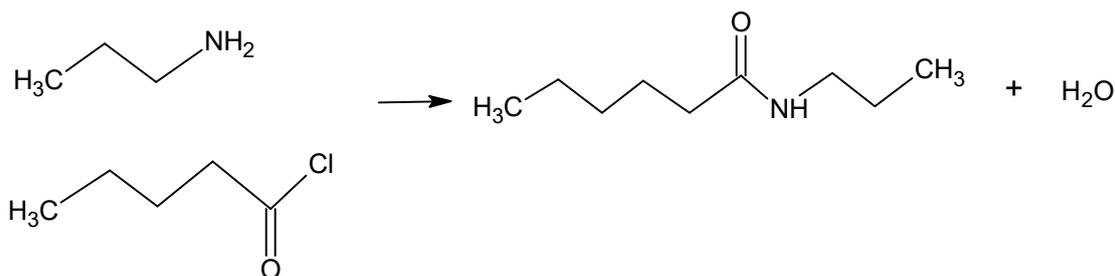
7. Bilanciare la seguente ossidoriduzione in ambiente acido:  $H_3AsO_4 + Cr = CrO_4^{2-} + As$  e calcolarne  $\Delta E$  a pH 4 con  $[H_3AsO_4] = [CrO_4^{2-}] = 0,01 \text{ M}$ .

$$6 H_3AsO_4 + 5 Cr = 6 As + 5 CrO_4^{2-} + 10 H^+ + 4 H_2O$$

$$\Delta E^\circ = 0,3724 - 0,366 = 0,0064 \text{ V}$$

$$\Delta E = 0,0064 + 0,059/30 \log (10^{-2})^6 (10^{-2})^{-5} (10^{-4})^{-10} = \mathbf{0,081 \text{ V spontanea}}$$

8. Indicare la reazione tra la propanammina e il cloruro di pentanoile; dare il nome al prodotto formato e dire di che tipo di reazione si tratta.



*sostituzione nucleofila acilica; si forma la N-propil pentanammide*

9. Se in 50 L di una soluzione acquosa contenente  $4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  di  $Ag^+$  vengono sciolti 10 g di NaCl, si osserverà precipitazione di AgCl?

$$K_{PS} = [Ag^+][Cl^-] = 1,8 \times 10^{-10} \quad [Ag^+] = 4 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$10 \text{ g NaCl} : 58,5 \text{ g/mol} = 0,171 \text{ mol in } 50 \text{ L} \rightarrow [Cl^-] = 3,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[Ag^+][Cl^-] = 4 \times 10^{-5} \times 3,4 \times 10^{-3} = 1,36 \times 10^{-7} > K_{PS} \text{ quindi precipita}$$

10. Quante moli di  $H_2$  occorre bruciare per ottenere il calore necessario a scaldare 50 L di acqua da  $20^\circ$  a  $60^\circ C$ ?

$$q = 50 \text{ kg} \times 4,184 \text{ kJ/kgK} \times 40 \text{ K} = 8368 \text{ kJ richiesti}$$

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O_{(liq)} \quad \Delta H^\circ = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$8368 \text{ kJ} : 285,8 \text{ kJ/mol} = \mathbf{29,3 \text{ moli } H_2 \text{ necessarie}}$$