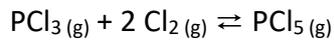


PROVA SCRITTA DI CHIMICA PER INGEGNERIA MECCANICA

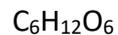
16 GENNAIO 2024 – A

- 1) Un sistema chiuso si trova a 650 K e contiene 250 atm di PCl_3 (g), 15 atm di Cl_2 (g), e 0,14 atm di PCl_5 (g). Dire se la reazione



procederà spontaneamente verso destra in queste condizioni.

- 2) Dire quale, fra le seguenti sostanze, è un solido, quale è un liquido e quale un gas, spiegando i motivi della scelta.



- 3) Calcolare il pH di una soluzione acquosa 0,02 M di NaCN, indicando la reazione di idrolisi che avviene.

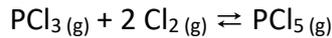
- 4) Quanti mg di PbCO_3 si possono sciogliere in 1 m³ di acqua pura?

- 5) Elettrolizzando una soluzione acquosa neutra di un sale si ottiene idrogeno al catodo. Il sale in questione può essere: CuCl_2 , KBr , NiSO_4 . Scegliere il sale giusto, spiegandone il motivo.

- 6) Calcolare ΔE per la pila $\text{Cd}_{(s)} / \text{Cd}^{2+}_{(aq, 0,02 \text{ M})} // \text{In}^{3+}_{(aq, 0,0001 \text{ M})} / \text{In}_{(s)}$. Indicare catodo e anodo e scrivere la reazione bilanciata che avviene spontaneamente.
- 7) Calcolare il calore sviluppato dalla combustione completa di 160 g di $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11 (s)}$ (saccarosio).
- 8) Considerando il sistema in equilibrio $\text{CO}_{(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2 (g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2 (g)}$, spiegare come è possibile agire sui valori di temperatura, pressione e concentrazioni delle sostanze presenti per ottenere uno spostamento a destra, con produzione di una maggior quantità di CO_2 .
- 9) Facendo reagire 12 litri di $\text{NH}_3_{(g)}$ con 20 litri di $\text{O}_2_{(g)}$ secondo la reazione
$$4 \text{NH}_3_{(g)} + 5 \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 4 \text{NO}_{(g)} + 6 \text{H}_2\text{O}_{(g)},$$
 quanti litri di $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ si potranno ottenere?
Tutti i gas si trovano alle stesse condizioni di T e P.
- 10) 14 mL di soluzione acquosa di un acido forte vengono neutralizzati con 2,5 mL di una soluzione acquosa di base forte a pH 12. Qual era il pH della soluzione acida?

SOLUZIONI

- 1) Un sistema chiuso si trova a 650K e contiene 250 atm di $\text{PCl}_3(\text{g})$, 15 atm di $\text{Cl}_2(\text{g})$, e 0,14 atm di $\text{PCl}_5(\text{g})$. Dire se la reazione



procederà spontaneamente verso destra in queste condizioni.

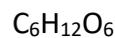
$$\Delta H^\circ = -374,9 + 288,6 = -86,3 \text{ kJ}$$

$$\Delta S^\circ = 364,1 - 311,7 - 223,1 = -170,7 \text{ J/K}$$

$$\Delta G^\circ = -86300 \text{ J} + 170,7 \text{ J/K} \times 650 \text{ K} = 24655 \text{ J}$$

$$\Delta G = 24655 \text{ J} + 8,31 \text{ J/K} \times 650 \text{ K} \times \ln [0,14 : (250 \times 15)] = -30417 \text{ J} < 0 \text{ spontanea}$$

- 2) Dire quale, fra le seguenti sostanze, è un solido, quale è un liquido e quale un gas, spiegando i motivi della scelta.



NO₂ piccola molecola poco polare gas, CCl₄ molecola di discrete dimensioni con forze di London abbastanza alte, liquida, C₆H₁₂O₆ molecola grande con numerosi legami a idrogeno, solida.

- 3) Calcolare il pH di una soluzione acquosa 0,02 M di NaCN, indicando la reazione di idrolisi che avviene.



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{0,02 \times 1,1 \times 10^{-5}} = 4,7 \times 10^{-4} \text{ M} \quad \text{pOH} = 3,3 \quad \text{pH} = 10,7$$

- 4) Quanti mg di PbCO_3 si possono sciogliere in 1 m³ di acqua pura?

$$K_{ps} = 6,3 \times 10^{-14} = [\text{Pb}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = [\text{Pb}^{2+}]^2 \text{ da cui } [\text{Pb}^{2+}] = 2,5 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{In } 1000 \text{ L si possono quindi sciogliere } 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol PbCO}_3 \times 267,2 \text{ g/mol} = 0,067 \text{ g} = 67 \text{ mg}$$

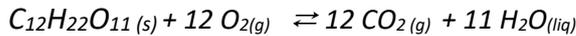
- 5) Calcolare ΔE per la pila $\text{Cd}(\text{s}) / \text{Cd}^{2+}(\text{aq}, 0,02 \text{ M}) // \text{In}^{3+}(\text{aq}, 0,0001 \text{ M}) / \text{In}(\text{s})$. Indicare catodo e anodo e scrivere la reazione bilanciata che avviene spontaneamente.

$$E_{\text{Cd}} = -0,403 + 0,059/2 \log 0,02 = -0,453 \text{ V anodo}$$

$$E_{\text{In}} = -0,3386 + 0,059/3 \log 10^{-4} = -0,417 \text{ V catodo}$$

$$\Delta E = -0,417 + 0,453 = 0,036 \text{ V per la reazione } 2 \text{In}^{3+} + 3 \text{Cd} \rightleftharpoons 2 \text{In} + 3 \text{Cd}^{2+}$$

- 6) Calcolare il calore sviluppato dalla combustione completa di 160 g di $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{s})$ (saccarosio).



$$\Delta H^\circ = 12 (-393,5) + 11 (-285,8) + 2226,1 = - 8783,5 \text{ kJ/mol}$$

$$160 \text{ g} : 342 \text{ g/mol} = 0,468 \text{ mol} \quad -8783,5 \text{ kJ/mol} \times 0,468 \text{ mol} = - 4109 \text{ kJ}$$

- 7) Considerando il sistema in equilibrio $CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)}$, spiegare come è possibile agire sui valori di temperatura, pressione e concentrazioni delle sostanze presenti per ottenere uno spostamento a destra, con produzione di una maggior quantità di CO_2 .

La reazione è una combustione, esotermica, quindi occorre diminuire la temperatura per aumentare K; la pressione va aumentata per spostare l'equilibrio verso destra, dove ci sono meno moli di gas; si può anche aumentare la concentrazione dei reagenti CO e O_2 oppure sottrarre il prodotto, CO_2 , per spostare l'equilibrio a destra.

- 8) Elettrolizzando una soluzione acquosa neutra di un sale si ottiene idrogeno al catodo. Il sale in questione può essere: $CuCl_2$, KBr , $NiSO_4$. Scegliere il sale giusto, spiegandone il motivo.

Il sale cercato è KBr . Infatti al catodo si possono ridurre i cationi, ma Cu^{2+} ha un potenziale positivo e si ridurrebbe al catodo al posto dell'acqua in ogni caso, mentre Ni^{2+} ha un potenziale negativo (-0,257 V), ma superiore a quello dell'acqua a pH 7 (-0,413 V), quindi anche in tal caso si scaricherebbe Ni. Il potenziale di K^+ invece è fortemente < 0 .

- 9) Facendo reagire 12 litri di $NH_3(g)$ con 20 L di $O_2(g)$ secondo la reazione
 $4 NH_3(g) + 5 O_2(g) \rightarrow 4 NO(g) + 6 H_2O(g)$, quanti litri di $H_2O(g)$ si potranno ottenere?
 Tutti i gas si trovano alle stesse condizioni di T e P.

*È limitante NH_3 , che reagisce con $12 \times 5/4 = 15 \text{ L}$ di O_2 formando $12 \times 6/4 = 18 \text{ L}$ di acqua.
 Se T e P sono le stesse i rapporti in volume corrispondono ai rapporti in moli.*

- 10) 14 mL di soluzione acquosa di un acido forte vengono neutralizzati con 2,5 mL di una soluzione acquosa di base forte a pH 12. Qual era il pH della soluzione acida?

$$0,0025 \text{ L} \times 10^{-2} \text{ mol/L} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ moli } OH^- \text{ nella soluzione basica}$$

$$2,5 \times 10^{-5} \text{ moli } H^+ \text{ nella soluzione acida} \quad 2,5 \times 10^{-5} \text{ moli} : 0,014 \text{ L} = 1,78 \times 10^{-3} \text{ mol/L } H^+$$

$$-\log(1,78 \times 10^{-3}) = 2,75$$