

- 1 - Si consideri l'idrogenazione dell'acetone $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ a 2-propanolo $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ di seguito riportata: $(\text{CH}_3)_2\text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{CHOH}_{(g)}$. Alla temperatura di 452 K, $K_p = 2.25$. A questa T la reazione è spontanea in stato standard? Quanto vale ΔG a 452 K quando P (2-propanolo) = 22.5 atm, P (acetone) = 2 atm e P (H_2) = 5 atm? (4 punti)

Svolgimento:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_p = -8.31 \times 452 \times \ln(2.25) = -3046 \text{ J/mole} \Rightarrow \text{SPONTANEA a 452 K}$$

Anche senza fare calcoli, essendo K_p (452 K) > 1 il ΔG° (452 K) è sicuramente < 0 pertanto è spontanea

$$Q = p(\text{2-propanolo}) / (p(\text{H}_2) \times p(\text{acetone})) = 22.5 / (2 \times 5) = 2.25$$

$$\Delta G = RT \ln(Q/K_p) = 8.31 \times 452 \times \ln(2.25/2.25) = 0 \text{ J (equilibrio)}$$

Anche senza fare quest'ultimo calcolo, essendo $Q = K_p$ si è all'equilibrio a 472 K quindi $\Delta G = 0 \text{ J}$

- 2 - Si hanno a disposizione due elettrodi così costituiti:

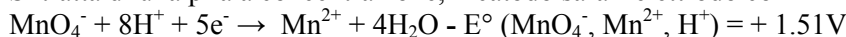
a) $\text{C}_{(\text{graf})}/\text{MnO}_4^-$ (0.05M), Mn^{2+} (0.1M), H^+ (0.05M)

b) $\text{C}_{(\text{graf})}/\text{MnO}_4^-$ (2M), Mn^{2+} (1M), H^+ (2M)

Stabilire di che tipo di pila si tratta e calcolarne la f.e.m. indicando quale elettrodo è il catodo e quale è l'anodo. (3 punti)

Svolgimento:

Si tratta di una pila a concentrazione, il catodo sarà l'elettrodo con $E >$ e l'anodo quello con $E <$



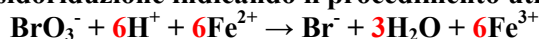
$$E(\text{a}) = +1.51 - (0.0592/5) \log([\text{Mn}^{2+}]/[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8) = +1.51 - (0.0592/5) \log(0.1/(0.05 \times 0.05^8)) = 1.38\text{V}$$

$$E(\text{b}) = +1.51 - (0.0592/5) \log([\text{Mn}^{2+}]/[\text{MnO}_4^-][\text{H}^+]^8) = +1.51 - (0.0592/5) \log(1/(2 \times 2^8)) = 1.54\text{V}$$

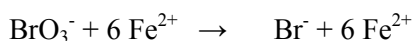
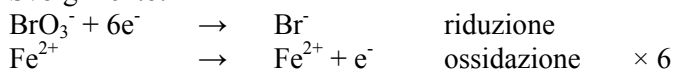
$E(\text{b}) > E(\text{a}) \Rightarrow E(\text{b}) = \text{catodo}$ e $E(\text{a}) = \text{anodo}$

$$E_{\text{rid}} = E(\text{b}) = 1.54\text{V}, E_{\text{ox}} = -E(\text{a}) = -1.38\text{V} \Rightarrow \Delta E = E_{\text{rid}} + E_{\text{ox}} = 0.16\text{V}$$

- 3 - Bilanciare la seguente ossidoriduzione indicando il procedimento utilizzato: (3 punti)



Svolgimento:



- 4 - A 25 °C e a 1 atm la densità di un gas è pari a 3.188 g/L. Si tratta di benzene (C_6H_6), di cloroformio (CHCl_3) oppure di freon (CHFCl_2)? (3 punti)

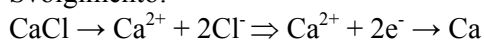
Svolgimento:

$$PV = nRT \Rightarrow n = 1/(0.0821 \times 298) = 0.0409 \text{ moli}$$

$$M = 3.188/0.0409 = 78 \text{ g/mol} = M \text{ del benzene}$$

- 5 - Quanto calcio è possibile ottenere dall'elettrolisi del CaCl_2 fuso considerando di utilizzare una corrente di 500A per un tempo pari a 30 minuti? (3 punti)

Svolgimento:



$$C = A \times s = 500 \times 30 \times 60 = 900000\text{C} \Rightarrow 900000/96500 = 9.326 \text{ moli e}^- \Rightarrow 9.326/2 = 4.663 \text{ moli di Ca}$$

$$M \text{ Ca} = 40.1 \text{ g/mol} \Rightarrow 40.1 \times 4.663 = 187\text{g di Ca}$$

- 6 - Mettete in ordine di dimensioni crescenti i seguenti ioni isoelettronici: S^{2-} , Sc^{3+} , Ca^{2+} , P^{3-} . Motivare (3 punti)

Svolgimento:

Si tratta di ioni isoelettronici, pertanto le dimensioni saranno determinate unicamente dalla carica del nucleo Z, quindi da Z_{eff} . Pertanto $\text{Sc}^{3+} < \text{Ca}^{2+} < \text{S}^{2-} < \text{P}^{3-}$

- 7 - Perché quando siamo sudati davanti al ventilatore sentiamo più fresco nonostante la temperatura dell'aria non cambi? (3 punti)

Svolgimento:

Il nostro corpo sfrutta il processo endotermico di evaporazione dell'acqua per dissipare calore. L'acqua (sudore) evaporando assorbe calore dal nostro corpo riducendone la temperatura dandoci la sensazione di fresco. Il ventilatore ha l'effetto di velocizzare il processo di evaporazione perché rimuove lo strato di aria molto umida vicino alla nostra pelle.

- 8 - Calcolare quanti grammi di acido acetico sono necessari per preparare 1Lt di soluzione acquosa di acido acetico a pH 3? (K_a CH₃COOH = $1.8 \cdot 10^{-5}$) (3 punti)

Svolgimento:

$$\text{pH} = 3 \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [(k_a \times c_a)^{1/2}] \Rightarrow c_a = [\text{H}_3\text{O}^+]^2 / K_a = 0.001^2 / 1.8 \cdot 10^{-5} = 0.056 \text{ M} = [\text{CH}_3\text{COOH}]$$

$$M \text{ CH}_3\text{COOH} = 60 \text{ g/mole} \Rightarrow 60 \times 0.0556 = 3.34 \text{ g da portare a 1Lt con H}_2\text{O}$$

- 9 - Il TNT (C₇H₅N₃O₆(s), $\Delta H_f^\circ = -66.17 \text{ kJ/mole}$) si decompone secondo la reazione sotto riportata:



a) Calcolare quanto calore si libera dalla decomposizione a pressione costante di 1kg di tritolo ed il lavoro compiuto considerando la temperatura all'atto della decomposizione pari a 3000°C.

b) Il processo è spontaneo? (Motivare).

c) Quanti kg di acqua inizialmente a 25°C sarebbe possibile portare in fase vapore a 100°C con la quantità di calore liberata dalla decomposizione? (5 punti)

$$c_p \text{ H}_2\text{O}(\text{l}) = 4.186 \text{ J/g}\cdot\text{K}; \Delta H_{\text{evap}} \text{ H}_2\text{O} = 2272 \text{ J/g}$$

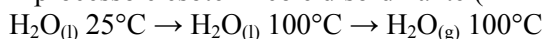
Svolgimento:

$$1 \text{ kg TNT} = 4.4 \text{ moli} \Rightarrow$$

$$Q_{\text{tot}} = |\Delta H_{\text{reaz}}^\circ| \times 4.4 = | (5/2 \Delta H_f^\circ \text{ H}_2\text{O}(\text{g}) + 7/2 \Delta H_f^\circ \text{ CO}(\text{g}) - \Delta H_f^\circ \text{ TNT}(\text{s})) \times 4.4 = 4071 \text{ kJ}$$

$$L = n \times \Delta n RT = 4.4 \times 15/2 \times 8.31 \times 3273 = 898 \text{ kJ} (-898 \text{ kJ per convenzione})$$

Il processo è esotermico e disordinante ($\Delta n = 15/2, > 0$), pertanto sarà sempre spontaneo.



$$4071000 = m \times 4.186 \times 75 + m \times 2272 \Rightarrow m = 4071000 / (4.186 \times 75 + 2272) = 1.57 \text{ kg di H}_2\text{O}(\text{vap})$$

- 10 - Delle seguenti sostanze, descrivere le strutture di Lewis, tipologia di legami coinvolti tra gli atomi, geometria molecolare, polarità, interazioni intermolecolari e tipologia del solido che formano: BrF₃, H₂SO₄, BaCl₂. (3 punti)

Svolgimento:

