

Nome _____ Cognome _____

Matricola _____ Corso di laurea _____

S

1) Indicare quali tra le seguenti aggiunte si deve fare ad 1 litro di acqua per ottenere una soluzione avente pH pari a 2:

- a) 0.1 moli di HCl
- b) 10^{-12} moli di Na(OH)
- c) 10^{-2} moli di HNO₃
- d) 0.01 moli di NH₃

2) Noto che la pressione di vapore dell'acqua è pari a 1 atm a 100°C, quale delle seguenti affermazioni è VERA:

- a) A 150°C la pressione di vapore è sicuramente maggiore
- b) A 80°C la pressione di vapore è sicuramente maggiore
- c) A temperature inferiori a 100°C non si può avere evaporazione
- d) A temperature inferiori a 100°C la pressione di vapore è sicuramente maggiore.

3) Una soluzione acquosa viene preparata aggiungendo 0.4 g di NH₄NO₃ in 700 cm³ di acqua. Calcolare:

- a) le temperature di congelamento e di ebollizione della soluzione, l'abbassamento relativo della tensione di vapore e la pressione osmotica. Sono noti: densità della soluzione = 1 kg/dm³, K_{eb} = 0.52 °C kg/mol e K_{cr} = 1.86 °C kg/mol.
- b) Il pH della soluzione risultante (K_b = 1.8 × 10⁻⁵)

4) Per la reazione seguente:



a) Determinare la costante di equilibrio a 600°C essendo noti:

$$\Delta G^\circ_f(\text{CO}_{(g)}) = -137.15 \text{ kJ/mol} \quad \Delta G^\circ_f(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -228.59 \text{ kJ/mol} \quad \Delta G^\circ_f(\text{CO}_2_{(g)}) = -394.36 \text{ kJ/mol}$$

b) Se a 600°C in un reattore di volume pari a 25 litri vengono introdotte 0.2 moli di CO, 0.1 moli di H₂O, 0.5 moli di CO₂ e 0.4 di H₂ stabilire se il sistema è all'equilibrio giustificando la risposta.

c) Se non lo è indicare in quale direzione evolverà la reazione e determinare le concentrazioni delle specie all'equilibrio.

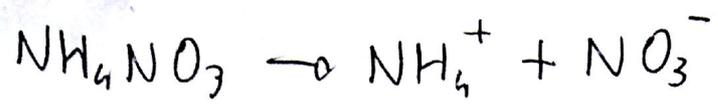
5) Data la pila:



$$E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.8 \text{ V}$$

- a) Scrivere le reazioni agli elettrodi e la reazione globale
- b) Calcolare la f.e.m. della pila alla temperatura di 25 °C.

③



$$\rho = 1 \text{ g/cm}^3 \rightarrow 700 \text{ cm}^3 \approx \rightarrow 700 \text{ g}$$

$$n_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \frac{0.4 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 0.005 \text{ mol}$$

$$m = \frac{0.005 \text{ mol}}{0.7 \text{ Kg}} = 0.00714 \frac{\text{mol}}{\text{Kg}} = 0.00714 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Temperatura di congelamento e di ebollizione

$$\Delta T_c = K_c \cdot m \cdot i = 1.86 \frac{\text{°C Kg}}{\text{mol}} \cdot 0.00714 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 = 0.0266 \text{ °C}$$

$$T_c = 0 - 0.0266 \text{ °C} = \underline{-0.0266 \text{ °C}}$$

$$\Delta T_e = K_e \cdot m \cdot i = 0.52 \frac{\text{°C Kg}}{\text{mol}} \cdot 0.00714 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 2 = 0.00743 \text{ °C}$$

$$T_e = 100 + 0.00743 = \underline{100.00743 \text{ °C}}$$

Pressione osmotica

$$\pi = MRTi$$

$$\pi = 0.00714 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0.0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol K}} \cdot 298.15 \text{ K} \cdot 2 = \underline{0.349 \text{ atm}}$$

Allontanamento tensione di vapore

$$\frac{\Delta P}{P_A^0} = X_B$$

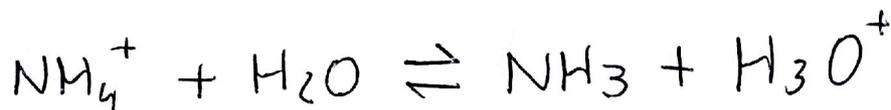
$$\Delta P = X_B \cdot P_A^0$$

$$X_B = \frac{n_B}{n_T}$$

$$n_T = \underset{\text{TRASCURABILE}}{n_B} + n_{\text{ACQUA}} = \frac{700 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 38.89 \text{ mol}$$

$$X_B = \frac{0.005}{38.89} = 1.29 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \Delta P = 1.29 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \text{ atm} = 1.29 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$$

pH della soluzione



$$0.00714$$

$$0.00714 - x$$

-

x

-

x

$$K_a = \frac{x^2}{0.00714 - x} \approx \frac{x^2}{0.00714}$$

$$K_w = K_a K_b$$

$$K_a = K_w / K_b$$

$$\frac{K_w}{K_b} = \frac{x^2}{0.00714} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{K_w}{K_b} \cdot 0.00714} = 6.28 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log(6.28 \cdot 10^{-6}) = 5.2$$



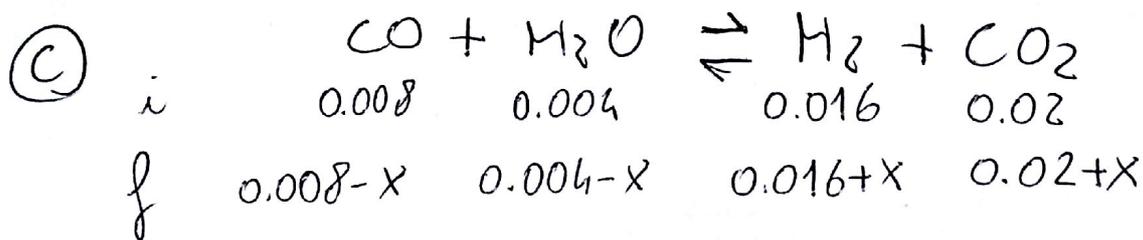
$$\Delta G_R = \left(\sum \alpha \Delta G^\circ \right)_{\text{PRODOTTI}} - \left(\sum \beta \Delta G^\circ \right)_{\text{REAGENTI}}$$

$$\Delta G_R = -394.36 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}} - \left(-137.15 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}} - 228.59 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}} \right) = -29.21 \frac{\text{KJ}}{\text{mol}}$$

$$K_p = K_c = + \exp \left(- \frac{-29210 \frac{\text{J}}{\text{mol}}}{8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 873.15 \text{ K}} \right) = \underline{55.91}$$

$$Q_c = \frac{[\text{H}_2][\text{CO}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = \frac{\left(\frac{0.4}{25}\right) \cdot \left(\frac{0.5}{25}\right)}{\left(\frac{0.2}{25}\right) \cdot \left(\frac{0.1}{25}\right)} = 10$$

Il sistema non è all'equilibrio. Per raggiungere l'equilibrio evolverà verso i prodotti.



$$K_c = \frac{(0.016 + x)(0.02 + x)}{(0.008 - x)(0.004 - x)} \begin{cases} x_1 = 0.002606 \\ x_2 = 0.01 \end{cases}$$

Concentrazioni all'equilibrio

$$C_{\text{CO}} = 0.00539 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

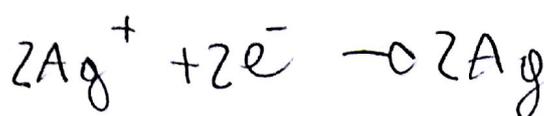
$$C_{\text{H}_2} = 0.0186 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 0.001394 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$C_{\text{CO}_2} = 0.0226 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

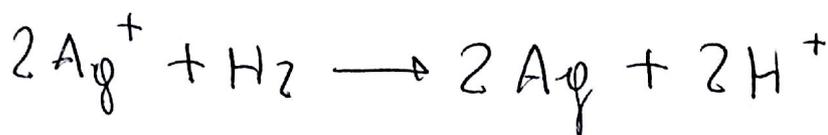
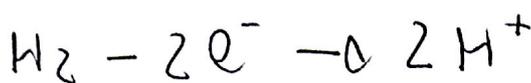
5

⊕ CATODO
RIDUZIONE



REAZIONE
SEMIELEMENTI

⊖ ANODO
OSSIDAZIONE



REAZIONE
GLOBALE

F.e.m. della pila a 25°C

$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0.059}{n} \log Q$$

$$\Delta E = 0.8\text{V} - \frac{0.059}{2} \log \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Ag}^+]^2 P_{\text{H}_2}}$$

$$= 0.8\text{V} - \frac{0.059}{2} \log \frac{0.05^2}{0.25^2 \cdot 0.5} = 0.832\text{V}$$