

POLITECNICO DI MILANO ING. ENG-AER-MEC. Corso di FONDAMENTI DI CHIMICA
ESAME – 2 Marzo 2015 Compito A

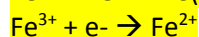
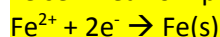
Avvertenze: scrivere le soluzioni sull'apposito foglio che va completato con tutti i dati richiesti prima di iniziare la prova e che deve essere consegnato alla fine senza la minuta. Le soluzioni vanno scritte nello stesso ordine numerico degli esercizi proposti. **I calcoli devono essere indicati per esteso e le risposte devono essere motivate.**

Esercizio 1 (4 punti). Costruire una pila usando le seguenti semicelle:

$\text{Fe} \mid \text{Fe}^{2+} (0.1\text{M}) \text{ e } \text{Fe}^{3+} (0.001\text{M}), \text{Fe}^{2+} (1 \text{ M}) \mid \text{Pt}$. Determinare la f.e.m. a 25°C, disegnare la pila e scrivere la reazione di ossidoriduzione che avviene nella pila.

Risp:

Le semireazioni presenti sono:



Usando la Nerst:

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0.44 + 0.059/2 \log 0.1 = -0.47\text{V}$$

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0.77 + 0.059 \log (0.001/1) = 0.59\text{V}$$

Quindi $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ è il catodo mentre Fe^{2+}/Fe è l'anodo: la reazione è $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

$$E_{\text{cella}} = 0.59 - (-0.47) = 1.1 \text{ V}$$

Esercizio 2 (3 punti). Si ha una soluzione acquosa satura di CaCO_3 cosa succede nei casi seguenti:

- Aggiungo ossido di calcio
- Acidifico la soluzione con HCl

Risp:

In acqua $\text{CaCO}_3 = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$

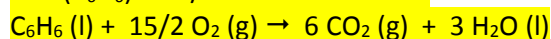
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ fornendo ioni Ca^{2+} sposto l'equilibrio a sinistra e precipita CaCO_3
- Acidificando favorisco la reazione basica dello ione CO_3^{2-} : $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Esercizio 3 (4 punti). In un calorimetro vengono bruciati 500 mg di benzene (C_6H_6 (l)), considerare liquida l'acqua proveniente dalla combustione). Se il fluido all'interno del calorimetro ha una massa di 500 g, una temperatura di 25 °C e la sua capacità termica specifica è di 3140 J/(kg K), calcolare a quale temperatura arriva tale fluido al termine della combustione.

Risp:

$$\text{MM} (\text{C}_6\text{H}_6) 6 * 12.0 + 6 * 1.01 = 78.1 \text{ g/mol}$$

$$\text{mol} (\text{C}_6\text{H}_6) 500 / 78.1 = 6.40 \text{ mmol}$$



$$\Delta_c H^\circ (\text{C}_6\text{H}_6) 6 * (-393.5) + 3 (-285.9) - 49.0 = -3270 \text{ kJ/mol}$$

$$q \text{ sviluppato } -3270 * 0.0064 = -20.9 \text{ kJ}$$

$$\Delta T (\text{fluido cal.}) 20900 / (0.500 * 3140) = 13.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T \text{ finale } 25.0 + 13.3 = 38.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Esercizio 4 (4 punti). Dati i seguenti composti molecolari: **CHCl_3 , HClO_2 , NO_2 , NH_3**

Disegnare la formula di struttura, determinare la geometria delle coppie (CS + CL) attorno all'atomo centrale e la geometria delle molecole, indicando se la molecola è polare o apolare.

Risp:

CHCl_3 : tetraedrica, tetraedrica, polare

HClO_2 : intorno a Cl: tetraedrica, angolata; intorno a O: tetraedrica, angolata, polare

NO_2 : trigonale planare, angolata, polare

NH_3 : tetraedrica, piramidale a base trigonale, polare

Esercizio 5 (3 punti). Come mai la condensazione di un gas è sempre un processo esotermico?

Risp:

Le molecole di gas possiedono un'energia cinetica ben maggior rispetto alle molecole di un liquido, che sono, in qualche modo, legate le une alle altre tramite interazioni intermolecolari. Passando da gas a liquido, dunque, l'energia in eccesso viene espulsa dal sistema come calore. Oppure, in altri termini, è necessario sottrarre calore al sistema per diminuire l'energia cinetica delle particelle e farle interagire le une con le altre.

Esercizio 6 (3 punti). Dire quali delle seguenti affermazioni sono vere o false, giustificando in entrambi i casi le risposte date.

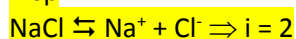
- 1 mole di biossido di zolfo contiene lo stesso numero di molecole di una mole di triossido di zolfo.
- Gli elettroni cominciano ad occupare il 4° livello principale (n=4) prima che sia completamente occupato il 3° livello (n=3)
- n=2, l=1, m=0 è una serie di numeri quantici permessa

Risp:

a) V; b) V; c) V

Esercizio 7 (3 punti). A che temperatura bolle una soluzione fisiologica (a 1 atm) considerando che 1kg di acqua contenga 9g di NaCl? $K_{eb} \text{ H}_2\text{O} = 0.51 \text{ }^\circ\text{C/mol}$

Risp



$$m \text{ NaCl} = 58.44 \text{ g/mol} \Rightarrow 9/58.44 = 0.154 \text{ moli/1kg di H}_2\text{O}$$

$$\Delta T_{cr} = 0.51 \times 0.154 \times 2 = 0.16^\circ\text{C} \Rightarrow T_{eb} = 100 + 0.16 = 100.16^\circ\text{C}$$

Esercizio 8 (3 punti). Data la reazione: $\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$, calcolare la K_p a 25°C e dire in che verso evolverà la reazione partendo da: $P_{(\text{H}_2)} = P_{(\text{CO}_2)} = 80 \text{ atm}$; $P_{(\text{H}_2\text{O})} = 0.1 \text{ atm}$; $P_{(\text{CO})} = 0.05 \text{ atm}$.

Riportare in grafico quantitativo e dimensionato l'andamento di $\Delta G^\circ = f(T)$, dire per quale valore di T la reazione è in equilibrio in stato standard ed in quale intervallo di temperature il processo risulterà spontaneo in stato standard. Che effetto ha l'aumento di pressione sulla reazione?

Risp

$$\Delta G_r^\circ = \Delta G_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) + \Delta G_f^\circ(\text{CO}_{(g)}) - [\Delta G_f^\circ(\text{CO}_{2(g)})] = +28.62 \text{ kJ}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_p \Rightarrow K_p(25^\circ\text{C}) = e^{(-\Delta G^\circ/RT)} = e^{(-28620/8.31 \times 298)} = 9.57 \cdot 10^{-6}$$

$$Q = (p_{\text{H}_2\text{O}} \times p_{\text{CO}}) / (p_{\text{H}_2} \times p_{\text{CO}_2}) = 7.81 \cdot 10^{-7} < K_p \Rightarrow \text{spontanea a dare prodotti}$$

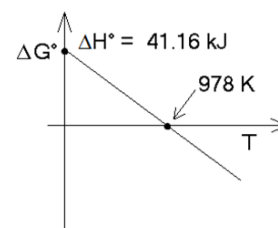
$$\Delta H^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) + \Delta H_f^\circ(\text{CO}_{(g)}) - \Delta H_f^\circ(\text{CO}_{2(g)}) = +41.16 \text{ kJ}$$

$$\Delta S^\circ = S^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) + S^\circ(\text{CO}_{(g)}) - S^\circ(\text{CO}_{2(g)}) - S^\circ(\text{H}_{2(g)}) = +42.08 \text{ J}$$

$$T_{eq} = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ = (41160)/(42.08) = 978 \text{ K}$$

Spontanea in stato standard per $T > 978 \text{ K}$

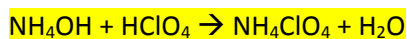
L'aumento di pressione non ha effetto perché $\Delta n = 0$ quindi Q non varia



Esercizio 9 (3 punti).

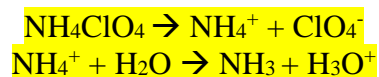
Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 250 ml di NH_4OH 0.1M E 500 ml di HClO_4 0.05 M ($K_{b\text{NH}_3} = 1.8 \cdot 10^{-5}$).

Risp.



| | NH ₄ OH | HClO ₄ | NH ₄ ClO ₄ |
|--------|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| INIZIO | 0.25 moli | 0.025 moli | - |
| FINE | - | - | 0.025 moli |

Si ottengono quindi 750 mL di NH₄ClO₄ con concentrazione : $0.025/0.750 = 3.3 \cdot 10^{-2}$ M.



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{\frac{k_w}{k_b} * Cs} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1.8 \cdot 10^{-5}} * (3.3 * 10^{-2})} = 4.3 * 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log 4.3 * 10^{-6} = 5.37$$

Esercizio 10 (3 punti).

Una bombola di acciaio del volume di 50 L contiene un gas alla pressione di 150 atm e alla temperatura di 25 °C. Dopo aver prelevato 2.865 Kg di gas, la pressione finale è di 100 atm. Calcolare il peso molecolare del gas.

Risp.

$$\text{Moli gas iniziali: } n = PV/RT = 307 \text{ moli}$$

$$\text{Moli gas finali: } (n-x) = PV/RT \quad X = 102 \text{ moli}$$

$$\text{PM}_{\text{gas}} = 2865/102 = 28 \text{ g/moli}$$