

POLITECNICO DI MILANO ING. ENG-AER-MEC. Corso di Fondamenti di Chimica
Esame - 4 Luglio 2016. 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**

Esercizio 1. (4 punti) Una parte del butano, $C_4H_{10(g)}$, contenuto in una bombola da 200 L a $26^\circ C$ viene estratto e bruciato a pressione costante con un eccesso d'aria. In conseguenza di ciò, la pressione del gas nella bombola scende da 2.35 atm a 1.10 atm. Il calore liberato viene usato per aumentare la temperatura di 135.5 L di acqua da 26 a $62.2^\circ C$. Ammettendo che i prodotti della combustione siano esclusivamente $CO_{2(g)}$ e $H_2O_{(l)}$, determinare l'efficienza del riscaldamento dell'acqua (cioè, che percentuale del calore di combustione è stata assorbita dall'acqua). ($c_p H_2O$: $4.184 J/g^\circ C$).

Risp:

Calcolare la quantità di butano nella bombola prima e dopo il prelievo

$$N1_{prima} = 2.35 \text{ atm} \times 200 \text{ L} / 0.082 \times 299.2 \text{ K} = 19.1 \text{ mol butano}$$

$$N2_{dopo} = 1.10 \text{ atm} \times 200 \text{ L} / 0.082 \times 299.2 \text{ K} = 8.96 \text{ mol butano}$$

$$\text{Quantità prelevata} = 19.1 - 8.96 = 10.14 \text{ mol butano}$$

Calcolare con le tabelle il 2877 kJ 1 mol di butano =

$$\text{Calore di combustione del butano: } 10.14 \text{ mol} \times -2877 \text{ kJ} / 1 \text{ mol} = -2.917 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{Calcolare la massa dell'acqua: } 132.5 \text{ L} \times 1000 \text{ cm}^3/1 \text{ L} \times 1 \text{ g/cm}^3 = 1.33 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$\text{Calore assorbito: } 1.33 \cdot 10^5 \text{ g} \times 4.184 \text{ J/g}^\circ C \times (62.2^\circ C - 26.0^\circ C) \times 1 \text{ J}/1000 \text{ J} = 2.01 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

$$\text{Efficienza \%} = (2.01 \cdot 10^4 \text{ kJ assorbito} / 2.91 \cdot 10^4 \text{ kJ prodotto}) \times 100 = 69.1 \%$$

Esercizio 2 (3 punti). Quando si riscalda fortemente una miscela solida di $MgCO_3$ e $CaCO_3$, si svolge biossido di carbonio gassoso e si ottiene una miscela solida di MgO e CaO . Se un campione di 24 g di una miscela di $MgCO_3$ e $CaCO_3$ produce 12 g di CO_2 , qual è la percentuale in massa di $MgCO_3$ nella miscela originaria?

Risp:



$$\% \text{ in massa di } MgCO_3 = g \text{ } MgCO_3 / (g \text{ } MgCO_3 + g \text{ } CaCO_3) \times 100\%$$

Poniamo m = massa in g di $MgCO_3$ nella miscela e poniamo $24 - m$ = massa in g di $CaCO_3$ nella miscela.

Convertiamo da g $MgCO_3$ a g CO_2 per ottenere un'espressione della massa di CO_2 prodotta dalla prima reazione

$$g \text{ } CO_2 \text{ da } MgCO_3 =$$

$$m \text{ g } MgCO_3 \times (1 \text{ mol } MgCO_3 / 84.32 \text{ } MgCO_3) \times (1 \text{ mol } CO_2 / 1 \text{ mol } MgCO_3) \times (44.01 \text{ g } CO_2 / 1 \text{ mol } CO_2)$$

Convertiamo da g $CaCO_3$ a g CO_2 per ottenere un'espressione della massa di CO_2 prodotta dalla seconda reazione

$$g \text{ } CO_2 \text{ da } CaCO_3 =$$

$$m \text{ g } CaCO_3 \times (1 \text{ mol } CaCO_3 / 100.1 \text{ } CaCO_3) \times (1 \text{ mol } CO_2 / 1 \text{ mol } CaCO_3) \times (44.01 \text{ g } CO_2 / 1 \text{ mol } CO_2)$$

La somma delle due espressioni è pari a 12 g di CO_2 . Quindi

$$[m \times 44.01/84.32] + [(24-m) \times 44.01/100.1] = 12$$

$$\text{Determiniamo } m: m=17.6 \text{ g}$$

$$\% \text{ in massa di } MgCO_3 = 17.6 / 24.0 \times 100 = 73.3 \%$$

Esercizio 3 (3 punti). Supponete di avere a disposizione 2.5 L di una soluzione contenente il 13.8% di etanolo (CH_3CH_2OH) in massa ($d = 0.9767 \text{ g/mL}$). Da questa soluzione vorreste preparare la quantità massima di una soluzione anticongelante di etanolo-acqua in grado di offrire una protezione

fino a $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dovete aggiungere altro etanolo o altra acqua alla soluzione iniziale? Che massa di liquido dovete aggiungere? (K_{cr} dell'acqua è $1.86\text{ }^{\circ}\text{C kg/mol}$)

Risp:

$$m \text{ desiderata} = \Delta T / K_{cr} = 2.0 / 1.86 = 1.1 \text{ mol/kg}$$

$$\text{massa solux} : 2.50 \text{ L} \times 1000 \text{ mL/L} \times 0.9767 \text{ g/mL} = 2.44 \cdot 10^3 \text{ g di solux}$$

$$\text{massa soluto} = 2.44 \cdot 10^3 \times (13.8 \text{ g di etanolo}/100 \text{ g di solux}) = 337 \text{ g di etanolo}$$

$$\text{massa acqua} = (2.44 \cdot 10^3 \text{ g} - 337 \text{ g di etanolo}) \times (1 \text{ kg}/1000 \text{ g}) = 2.10 \text{ kg di acqua}$$

$$\text{molalità disponibile} = 337 \text{ g di etanolo} \times (1 \text{ mol}/46.07 \text{ g di etanolo}) / 2.10 \text{ kg di acqua} = 3.48 \text{ m}$$

quindi dobbiamo diluire la soluzione con acqua. Dobbiamo trovare la massa di acqua presente nella solux finale, quindi la massa di acqua che deve essere aggiunta.

$$\text{Massa finale acqua} = 337 \text{ g di etanolo} \times (1 \text{ mol}/46.06 \text{ g di etanolo}) \times (1 \text{ kg}/1.1 \text{ mol di acqua}) = 6.6 \text{ kg di acqua}$$

$$\text{Massa di acqua necessaria} = 6.6 \text{ kg} - 2.10 \text{ kg} = 4.5 \text{ kg di acqua.}$$

Esercizio 4 (3 punti). Tra le seguenti sostanze: CO_2 , BaSO_4 , BrF_5 , CF_3OH quali sono sicuramente costituite da ioni e quali da molecole? Quali tipi di interazione sono responsabili della formazione del solido cristallino e che tipo di solido si forma?

Risp:

Ioni: Ba^{2+} SO_4^{2-}

BaSO_4 , solido ionico: attrazione elettrostatica

CO_2 , solido molecolare: dipolo indotto - dipolo indotto

BrF_5 , solido molecolare: dipolo - dipolo

CF_3OH , solido molecolare: legame idrogeno

Esercizio 5 (3 punti). Quali di queste sostanze, se aggiunte a livello di tracce al germanio formano un semiconduttore di tipo n? (a) zolfo, (b) alluminio, (c) stagno.

Risp:

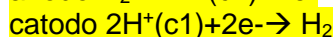
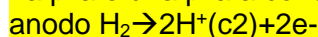
I semiconduttori di tipo n si formano quando l'elemento base viene drogato con atomi di un elemento che ha un numero maggiore di elettroni.

- Lo zolfo ha 2 elettroni in più rispetto al Ge, quindi se utilizzato produrrà un semiconduttore di tipo n
- L'alluminio ha 1 elettrone in meno rispetto al Ge, quindi se utilizzato NON produrrà un semiconduttore di tipo n
- Lo stagno ha lo stesso numero di elettrone del Ge, quindi se utilizzato NON produrrà un semiconduttore di tipo n

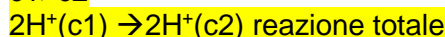
Esercizio 6 (4 punti). Sapendo che la fem della pila $\text{Pt}/(\text{H}_2 (1 \text{ atm})/\text{H}^+(\text{pH}=x))//(\text{H}^+(\text{pH}=4)/\text{H}_2(1 \text{ atm}))/\text{Pt}$ è $0,093 \text{ V}$, calcolare il pH incognito.

Risp:

La pila è una pila a concentrazione. Le reazioni che avvengono sono:



$$c_1 > c_2$$



$$E^0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0\text{V}$$

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cat}} - E_{\text{an}}$$

$$E_{\text{cat}} = 0 + 0,059/2 \log[\text{H}^+]_{\text{pH}=4}^2$$

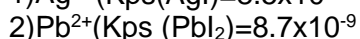
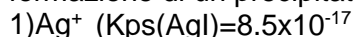
$$E_{\text{an}} = 0 + 0,059/2 \log[\text{H}^+]_{\text{pH}=x}^2$$

$$E_{\text{cell}} = 0,059 \log[\text{H}^+]_{\text{pH}=4} / [\text{H}^+]_{\text{pH}=x} = 0.093$$

$$0.093/0.059 = \log 10^{-4} - \log x$$

$$\text{pH} = 5.57$$

Esercizio 7 (3 punti). Calcolare la concentrazione minima di ione ioduro necessaria ad ottenere la formazione di un precipitato da una soluzione contenente 100 mg/L dei seguenti cationi:



Risp:

$$[\text{Ag}^+] = 100/107.87 = 9.3 \times 10^{-4} \text{M}$$

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$$

$$[\text{I}^-]_{\min} = K_{ps}/[\text{Ag}^+] = 9.0 \times 10^{-12}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 100/207.2 = 4.8 \times 10^{-4} \text{M}$$

$$K_{ps} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2$$

$$[\text{I}^-]_{\min} = \{K_{ps}/[\text{Pb}^{2+}]\}^{0.5} = 4.2 \times 10^{-3}$$

Esercizio 8 (3 punti). In un recipiente di 0.70 L a 230°C si introducono 6.4g di PCl_5 . La costante K_c dell'equilibrio $\text{PCl}_5 = \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$ è uguale a 0.035 M. Calcolare la concentrazione delle 3 specie all'equilibrio.

Risp:

$$\text{le moli iniziali di } \text{PCl}_5 = 6.4/208.24 = 0.031/0.7 = 0.044$$

$$K_c = x^2/(0.044-x) = 0.035 \text{M (non si può trascurare la } x \text{ al denominatore)}$$

$$x = 0.025$$

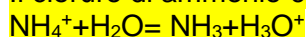
$$[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = 0.025 \text{M}$$

$$[\text{PCl}_5] = 0.019 \text{M}$$

Esercizio 9 (4 punti). Calcolare il pH di una soluzione acquosa ottenuta sciogliendo 5 g di NH_4Cl in 200 ml di acqua. ($K_b(\text{NH}_3)=1.8 \times 10^{-5}$)

Risp:

Il cloruro di ammonio è un sale che si dissocia in acqua in NH_4^+ e Cl^-



$$[\text{NH}_4\text{Cl}] = [\text{NH}_4^+] = 5/53.5 = 0.0935 \text{ mol}/0.2 = 0.468 \text{M}$$

si sostituisce nella $K_a = K_w/K_b$ e si calcola il $\text{pH} = 4.8$

Esercizio 10 (3 punti). Scrivere il nome dei seguenti composti. disegnare la loro formula di struttura e determinare la geometria intorno all'atomo centrale: HClO_2 , BF_3 , AsH_3 , CaCl_2

Risp

HClO_2 acido cloroso. tetraedica (angolare) intorno a Cl

BF_3 trifluoruro di Boro. trigonale planare intorno al B

AsH_3 arsina (triidruro di Arsenico). trigonale piramidale intorno all'As

CaCl_2 dicloruro di Calcio. composto ionico $\text{Ca}^{2+} 2\text{Cl}^-$