

POLITECNICO DI MILANO ING. ENG-AEE-MEC
Corso di FONDAMENTI DI CHIMICA - sez. MARI – ORA, docente Cristian Gambarotti
a.a. 2014/2015 – II APPELLO – 06-07-2015

- 1 - 10mL di CH₃COOH 0.5M e 50mL di NaOH 0.1M vengono miscelati. Calcolare il pH della soluzione così ottenuta. K_a CH₃COOH = $1.8 \cdot 10^{-5}$ (4 punti)

Svolgimento:



$$n \text{ CH}_3\text{COOH} = 0.5 \times 0.01 = 0.005 \text{ moli}; n \text{ NaOH} = 0.1 \times 0.05 = 0.005 \text{ moli}$$

Si ha neutralizzazione completa, pertanto il pH dipenderà dall'idrolisi basica di CH₃COONa (sale che deriva da base forte e acido debole)

$$c_s = (0.005 \text{ mol}) / (0.01\text{L} + 0.05\text{L}) = 0.083 \text{ M}$$

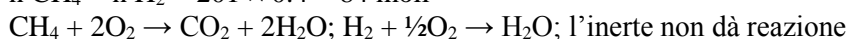
$$[\text{OH}^-] = \{(K_w/K_a) \times c_s\}^{1/2} = \{(10^{-14}/1.8 \cdot 10^{-5}) \times 0.083\}^{1/2} = 6.8 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \text{pH} = 14 + \log[\text{H}_3\text{O}^+] = 8.83$$

- 2 - Una miscela gassosa è costituita da metano, idrogeno ed un gas inerte, la composizione in frazioni molari è la seguente: χ di CH₄ = 0,40, χ di H₂ = 0,40 e χ di inerte = 0,20. Calcolare il volume di aria teorico, misurato alla temperatura di 17 °C e alla pressione di 1 atm, richiesto per la combustione completa di 5 m³ di miscela misurati anch'essi a 17°C e 1 atm. (Considerare l'aria composta per il 20% di O₂). (4 punti)

Svolgimento:

$$PV = nRT \Rightarrow n \text{ totali} = (1 \times 5000)/(0.0821 \times 293) = 210 \text{ moli}$$

$$n \text{ CH}_4 = n \text{ H}_2 = 210 \times 0.4 = 84 \text{ moli}$$

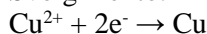


$$n \text{ O}_2 \text{ necessarie} = 84 \times 2.5 = 210 \text{ moli}$$

$$V_{\text{teorico}} \text{ aria} = 210 \times 0.0821 \times 290 \times 5 = 25 \text{ m}^3$$

- 3 - Quanto rame si deposita al catodo di una cella elettrolitica (elettrolita CuSO₄) che opera con una corrente di 250A per un tempo pari a 30 minuti? (3 punti)

Svolgimento:



$$C = A \times s = 250 \times 30 \times 60 = 450000\text{C} \Rightarrow 900000/96500 = 4.66 \text{ moli } e^- \Rightarrow 4.66/2 = 2.33 \text{ moli di Cu}$$

$$M \text{ Cu} = 63.55 \text{ g/mol} \Rightarrow 6.355 \times 2.33 = 148\text{g di Cu}$$

- 4 - Una pila è così costituita: (3 punti)
semicella 1) C_(graf)/MnO₄⁻ (1M)/H⁺ (1M)/ Mn²⁺ (1M)
semicella 2) Cd/Cd²⁺ (0.5M)

Dire quale elettrodo è il catodo, quale è l'anodo, scrivere il processo elettromotore e calcolarne la f.e.m.

Svolgimento:

$$E^\circ (\text{MnO}_4^-/\text{H}^+/\text{Mn}^{2+}) = +1.51\text{V} \quad E^\circ (\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0.40\text{V}$$

La semicella 1 sarà il catodo (+) e la semicella 2 l'anodo (-)

$$\text{La semicella 1 è standard} \Rightarrow E_{\text{rid}} = E^\circ = +1.51\text{V}$$

$$E_{\text{ox}} \text{ semicella 2} = +0.40 - (0.0592/2)\log(0.5) = +0.41\text{V}$$

$$\text{f.e.m. pila} = E_{\text{ox}} + E_{\text{rid}} = 1.51 + 0.41 = 1.92\text{V}$$



- 5 - Ordinare secondo raggio crescente i seguenti ioni isoelettronici: Ti⁴⁺, P³⁻, Cl⁻, Ca²⁺ (3 punti)

Svolgimento:

Essendo isoelettronici hanno la stessa configurazione elettronica, pertanto si dovrà considerare solo la carica efficace: $Z_{\text{eff}} = Z - S$, ma S è uguale per tutti perché isoelettronici quindi basta vedere Z , da cui $\text{Ti}^{4+} < \text{Ca}^{2+} < \text{Cl}^- < \text{P}^{3-}$

- 6 - Una tipica famiglia consuma 200 L al giorno di acqua calda. Nell'impianto di riscaldamento l'acqua entra a 8° C e viene utilizzata a 50 °C. Calcolare quanti m³ di metano misurati a T = 20 °C

e $P = 1 \text{ atm}$ devono teoricamente essere bruciati giornalmente nell'impianto considerando una resa globale del 25%. $c_p \text{ H}_2\text{O}_{(l)} = 4.184 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$, $d = 1\text{g/cm}^3$ (3 punti)

Svolgimento:

$$Q \text{ H}_2\text{O} = m \times c_p \times \Delta T = 200 \times 4.184 \times (50 - 8) \times 1000 = 35.15 \cdot 10^3 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} \text{ CH}_4 = -890 \text{ kJ/mol} \Rightarrow n \text{ CH}_4 = 35.15 \cdot 10^3 / 890 = 39.5 \text{ moli di metano teoriche}$$

$$n \text{ necessarie} = 39.5 / 0.25 = 158$$

$$PV = nRT \Rightarrow V = (158 \times 0.0821 \times 293) / (1 \times 1000) = 3.8 \text{ m}^3$$

7 - Perché il sodio reagisce molto violentemente con il cloro? (2 punti)

Svolgimento:

L'Na è un metallo del 1° gruppo (metallo alcalino) pertanto presenta bassa energia di prima ionizzazione, il Cl è un elemento del 7° gruppo (alogeno) e presenta alta affinità elettronica. Per questi motivi, la formazione del catione Na^+ e dell'anione Cl^- è energeticamente molto favorita e la reazione avviene velocemente (violentemente).

8 - Il calcare è composto prevalentemente da CaCO_3 , sapendo che il suo $K_{ps} = 3.4 \cdot 10^{-9}$, calcolare quanti g di calcare sono disciolti in 100 L di soluzione satura. (3 punti)

Svolgimento:

$$\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \Rightarrow K_{ps} = s^2 \Rightarrow s = (3.4 \cdot 10^{-9})^{1/2} = 5.83 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$M \text{ CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol} \Rightarrow 5.83 \cdot 10^{-5} \times 100 \times 100 = 0.583 \text{ g disciolti}$$

9 - Il carburo di calcio reagisce con acqua secondo reazione $\text{CaC}_{2(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(s)} + \text{C}_2\text{H}_{2(g)}$.

a) Considerando di ottenere $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$ (solido), calcolare ΔH°_r e ΔS°_r e stabilire, motivando la risposta, se in stato standard il processo è sempre spontaneo o non è mai spontaneo

b) Quanto CaC_2 è necessario per ottenere 11.207 L di acetilene misurati a 0°C e 1 atm ?

c) Considerando che il processo avvenga a $P = 1 \text{ atm}$ e $T = 0^\circ\text{C}$, calcolare il lavoro.

d) Che effetto ha un aumento di T sulla velocità di reazione? (5 punti)

Svolgimento:

$$\Delta H^\circ_r = +226.73 + (-986.09) - 2 \times (-285.83) - (-59.8) = -127.9 \text{ KJ/mole}$$

$$\Delta S^\circ_r = 200.94 + 83.39 - 2 \times 69.91 - 69.96 = +74.55 \text{ J/mole}$$

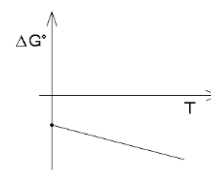
Siccome la reazione è esotermica ($\Delta H^\circ_r < 0$) e disordinante ($\Delta S^\circ_r > 0$) il processo è sempre spontaneo.

$$PV = nRT \Rightarrow n = (1 \times 11.207) / (0.0821 \times 273) = 0.5 \text{ moli di acetilene} = \text{moli CaC}_2$$

$$M \text{ CaC}_2 = 64 \text{ g/mole} \Rightarrow \text{g (CaC}_2) = 0.5 \times 64 = 32 \text{ g necessari}$$

$$L = P\Delta V = \Delta nRT = 1 \times 11.207 \times 101.325 = 0.5 \times 8.31 \times 273 = 1135 \text{ J}$$

L'aumento di T aumenta l' E_c delle particelle pertanto aumenteranno gli urti efficaci e quindi la velocità di reazione.

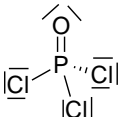
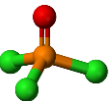


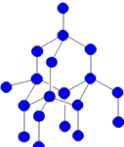
10 - Delle seguenti sostanze, descrivere le strutture di Lewis, tipologia di legami coinvolti tra gli atomi, geometria molecolare, polarità, interazioni intermolecolari e tipologia del solido che formano: HCN , POCl_3 , Si (3 punti)

HCN , POCl_3 , Si

Svolgimento:

HCN : $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}|$ lineare, polare, solido molecolare, interazioni dipolo-dipolo

POCl_3 :   legami covalenti, tetraedrica, molecola polare, interazioni dipolo-dipolo, solido molecolare

Si:  legami covalenti estesi a tutto il cristallo, solido covalente.