

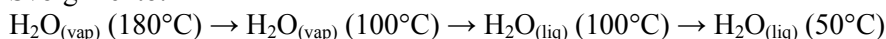
- 1 - In uno scambiatore di calore vengono fatti passare 3.6 kg/minuto di vapore acqueo ( $\text{H}_2\text{O}_{(\text{vap})}$ ). Il vapore entra nello scambiatore ad una T iniziale pari a  $180^\circ\text{C}$  ed esce dallo scambiatore sotto forma di  $\text{H}_2\text{O}$  liquida a  $50^\circ\text{C}$ . Calcolare: (4 punti)

a) il calore totale ceduto ogni minuto dall' $\text{H}_2\text{O}$  nello scambiatore

b) la stessa acqua in uscita dallo scambiatore viene riutilizzata per produrre il vapore, quanti Lt di metano (methane), misurati a  $25^\circ\text{C}$  e 1atm, è necessario bruciare (combustione) ogni minuto per poter produrre 1.8 kg/minuto di vapore acqueo a  $180^\circ\text{C}$  partendo da acqua a  $50^\circ\text{C}$ ?

$$\Delta H_{\text{evap}} \text{H}_2\text{O} = 2272 \text{ kJ/kg}, c_p \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} = 4.186 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}, c_p \text{H}_2\text{O}_{(\text{v})} = 1.926 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$$

Svolgimento:



$$Q_{\text{tot}} = (3.6 \times 1.926 \times 80) + (3.6 \times 2272) + (3.6 \times 4.186 \times 50) = 9487 \text{ kJ/minuto ceduti nello scambiatore}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} (\text{methane}) = -890 \text{ kJ/mole} \Rightarrow$$

$$n^\circ \text{ moli metano necessarie ogni minuto} = (9487/890)/2 = 5.33 \text{ moli/minuto (metà moli)}$$

$$PV = nRT \Rightarrow V = (5.33 \times 0.0821 \times 298)/1 = 130 \text{ Lt/minuto necessari}$$

- 2 - Calcolare quanto Al è ottenibile da una tonnellata di un minerale, ammettendo che questo contenga il 90% in massa di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  puro e che la resa complessiva del processo sia del 85%. (3 punti)

Svolgimento

Una tonnellata di minerale contiene  $1000 \times 0.9 = 900 \text{ kg}$  di  $\text{Al}_2\text{O}_3$  puro

$$n \text{ di } \text{Al}_2\text{O}_3 = 900/102 = 8.82 \text{ kmol di } \text{Al}_2\text{O}_3 \Rightarrow$$

$$m \text{ teorica di Al} = 8.82 \times 27 \text{ (kg/kmol)} \times 2 = 476 \text{ kg di Al teorici;}$$

$$m \text{ sperimentale di Al} = 476 \times 0.85 = 405 \text{ kg di Al effettivi}$$

- 3 - L'n-propanolo e l'etilmetilere, pur avendo la stessa massa molecolare presentano caratteristiche fisiche molto diverse. A temperatura ambiente quale delle due sostanze è liquida e quale è gassosa? Giustificare. (2 punti)



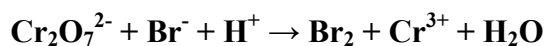
n-Propanolo

Etilmetilere

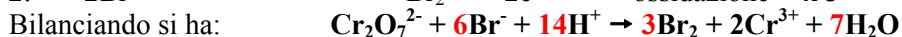
Svolgimento:

Tutti i gli atomi di carbonio hanno geometria tetraedrica (angoli  $\cong 109^\circ$ ), gli atomi di ossigeno geometria planare angolata a causa dei doppietti solitari (angoli  $\cong 104^\circ$ ). Sono entrambe molecole polari, ma il propanolo bollerà a temperatura più alta, per la formazione di legami a idrogeno tra le sue molecole.

- 4 - Bilanciare la seguente reazione di ossidoriduzione. (3 punti)



Svolgimento:



- 5 - In quale dei seguenti recipienti si può conservare una soluzione acquosa (considerarla 1M) di HCl? a) di ferro; b) di alluminio; c) di rame. E se il recipiente fosse di carbonato di calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) cosa succederebbe? (3 punti)

Svolgimento:

$$E^\circ \text{H}^+/\text{H}_2 = 0 \text{ V}, E^\circ \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = 0,34 \text{ V}, E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44 \text{ V}, E^\circ \text{Al}^{3+}/\text{Al} = -1,66 \text{ V}$$

Si vede che l'unico recipiente che non viene ossidato (degradato) è quello in rame, quindi è l'unico utilizzabile.

Il  $\text{CaCO}_3$  è un sale che deriva da acido debole e base forte, dà idrolisi basica ed in presenza di  $\text{HCl}$  reagisce dando  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , ovvero  $\text{CO}_2$ . Non può essere utilizzato.

- 6 - Calcolare quanti grammi di  $\text{NH}_3$  sono contenuti in 0.5Lt di soluzione di ammoniaca a pH 12? ( $K_b = 1.8 \cdot 10^{-5}$ ) (3 punti)

Svolgimento:

$$\text{pH} = 12 \Rightarrow \text{pOH} = 2 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 0.01\text{M di OH}^-$$

$$[\text{OH}^-] = [(k_b \cdot c_b)^{1/2}] \Rightarrow c_b = [\text{OH}^-]^2 / k_b = 0.01^2 / 1.8 \cdot 10^{-5} = 5.56 \text{ M} = [\text{NH}_3]$$

$$\text{M NH}_3 = 17 \text{ g/mole} \Rightarrow (5.56 \times 17) / 2 = 47.3 \text{ g di NH}_3 \text{ in 0.5Lt di sol. a pH 12}$$

- 7 - Perché nelle calde giornate estive il ventilatore dà sensazione di refrigerio nonostante la temperatura dell'aria rimanga costante? (2 punti)

Svolgimento:

La ventilazione sposta l'aria saturata di vapore acqueo presente vicino alla pelle, favorendo, per il principio di Le Chatelier, l'evaporazione del sudore

- 8 - Si hanno a disposizione 3 elettrodi così costituiti:

1)  $\text{C}_{\text{grafite}} / \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (1\text{M}) / \text{H}^+ (1\text{M}) / \text{Cr}^{3+} (1\text{M})$

2)  $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} 5\text{M}$

3)  $\text{Cd} / \text{Cd}^{2+} 0.1\text{M}$

Quale elettrodo scegliereste come catodo e quale come anodo in modo da ottenere la pila con la maggiore d.d.p.? Calcolarne la d.d.p. e schematizzare graficamente la pila indicandone il verso del flusso di elettroni e scriverne il processo elettromotore. (5 punti)

Svolgimento:

1)  $E^\circ \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (1\text{M}) / \text{H}^+ (1\text{M}) / \text{Cr}^{3+} (1\text{M}) = E = +1.33\text{V}$  perché è standard

2)  $E^\circ (\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}) = -0.44\text{V} \Rightarrow E_2 = -0.44\text{V} - 0.0592/2 \times \log(1/5) = -0.41\text{V}$

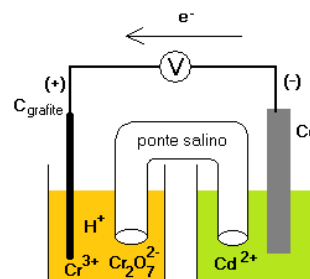
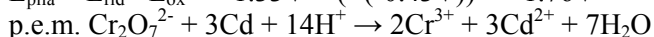
3)  $E^\circ (\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}) = -0.40\text{V} \Rightarrow E_3 = -0.40\text{V} - 0.0592/2 \times \log(1/0.1) = -0.43\text{V}$

Si vede che il valore maggiore di  $E$  è quello dell'elettrodo 1 mentre il più basso è quello relativo all'elettrodo 3. Quindi accoppiando 3 e 1 otterremo la pila con la maggiore d.d.p.

Catodo (+) = elettrodo 1

Anodo (-) = elettrodo 3

$$E_{\text{pila}} = E_{\text{rid}} + E_{\text{ox}} = +1.33\text{V} + (-(-0.43\text{V})) = +1.76\text{V}$$



- 9 - Industrialmente l'acido acetico viene prodotto col processo "Monsanto" che sfrutta la reazione di seguito riportata:  $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} + \text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$ . Riportare in grafico quantitativo e dimensionato l'andamento di  $\Delta G^\circ = f(T)$  e dire per quale valore di  $T$  la reazione è in equilibrio in stato standard, in quale intervallo di temperature il processo risulterà spontaneo in stato standard. Quanto vale la  $K_p$  per l'equilibrio in stato standard? Che effetto avrebbero una diminuzione di temperatura o di pressione sulla  $K_p$  e sulla velocità di reazione? (4 punti)

Svolgimento:

$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_f (\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}) - \Delta H^\circ_f (\text{CO}) - \Delta H^\circ_f (\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}) = -135.11 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta S^\circ = S^\circ (\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}) - S^\circ (\text{CO}) - S^\circ (\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}) = -164.67 \text{ J/mole}$$

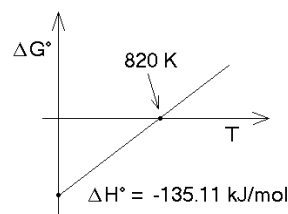
$$T_{\text{eq}} = \Delta H^\circ / \Delta S^\circ = (-135.11) / (-164.67) = 820 \text{ K}$$

Spontanea per  $T < T_{\text{eq}}$  ovvero  $T < 820 \text{ K}$

$K_p$  in stato standard = 1 perché le  $p$  parziali sono tutte pari a 1 atm (o 1 bar)

Essendo esotermica una diminuzione di  $T$  favorisce la reazione e la  $K_p$  aumenta ma la sfavorisce cineticamente perché diminuiscono gli urti efficaci.

Nelle condizioni di processo la pressione è sufficientemente elevata per permettere l'esistenza del metanolo e dell'acido acetico in fase liquida. Una diminuzione di pressione sposterebbe la reazione verso sinistra dove si ha il maggior numero di moli gassose e diminuirebbe anche la velocità di reazione perché diminuirebbero gli urti efficaci, ma non influirebbe la  $K_p$ .



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:

$\text{HClO}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{C}_{\text{grafite}}$ ,  $\text{CdCl}_2$

(4 punti)

Svolgimento:

