

### Compito A

1. Una soluzione di una base debole B  $8.00 \times 10^{-2}$  M possiede  $\text{pH} = 10.40$ . 450 mL di tale soluzione vengono mescolati con un opportuno volume di soluzione di HCl 0.225 M e diluiti a 2.00 L con acqua pura per ottenere una soluzione tampone a  $\text{pH} = 8.20$ . Calcolare il volume necessario della soluzione di acido.
2. Lo zolfo elementare è costituito da molecole poliatomiche. Il  $\Delta T_{\text{eb}}$  di una soluzione ottenuta sciogliendo 0.562 g di zolfo in 43.4 g di solfuro di carbonio ( $\text{CS}_2$ ) è  $0.123$  °C. Sapendo che la costante ebullioscopica di  $\text{CS}_2$   $K_{\text{eb}} = 2.4$  °C kg mol<sup>-1</sup>, calcolare il numero di atomi che costituiscono le molecole di zolfo elementare.
3. Determinare la solubilità dei due sali in una soluzione che è contemporaneamente satura in AgI ( $K_{\text{ps}} = 8.52 \times 10^{-17}$ ) e CuI ( $K_{\text{ps}} = 1.27 \times 10^{-12}$ ).
4. Alla temperatura di 1100 °C, l'ossido di zinco viene ridotto a zinco metallico con monossido di carbonio. L'equilibrio che si instaura:  
$$\text{ZnO (s)} + \text{CO (g)} = \text{Zn (s)} + \text{CO}_2 \text{ (g)}$$
ha  $K_{\text{p}} = 0.125$ . Se un contenitore da 5.00 L viene inizialmente caricato con 27.45 g di ZnO e 3.00 atm di CO, calcolare:
  - La massa di Zn metallico prodotto
  - Le pressioni parziali dei gas all'equilibrio
  - Prevedere come evolve l'equilibrio se il volume del reattore viene dimezzato.
5. Scrivere l'ossidazione che si produce nella cella:  
 $\text{Pt} \mid \text{Sn}^{2+} (8.00 \times 10^{-2} \text{ M}), \text{Sn}^{4+} (5.00 \times 10^{-3} \text{ M}) \parallel \text{IO}_3^- (1.00 \times 10^{-1} \text{ M}), \text{H}_3\text{O}^+ (1.00 \text{ M}), \text{I}^- (5.00 \times 10^{-2} \text{ M}) \mid \text{Pt}$ Calcolare il potenziale erogato sapendo che  $E^{\circ}_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = +0.151 \text{ V}$  e  $E^{\circ}_{\text{IO}_3^-/\text{I}^-} = +1.08 \text{ V}$ .
6. Descrivere il diagramma di fase dell'acqua e le sue peculiarità. Partendo dal punto con coordinate  $T = 200 \text{ K}$  e  $P = 1.00 \text{ atm}$ , prevedere come evolvono le fasi in un campione di acqua man mano che la temperatura viene aumentata a pressione costante fino a 450 K.

Masse atomiche:

O	15.9994 g/mol
S	32.065 g/mol
Zn	65.409 g/mol



$$8,20 = -\log\left(\frac{10^{-14}}{7,91 \cdot 10^7}\right) + \log \frac{\frac{360-y}{2,00}}{\frac{y}{2,00}}$$

$$8,20 = 7,90 + \log \frac{360-y}{y}$$

$$\log \frac{360-y}{y} = 8,20 - 7,90 = 0,30$$

$$\frac{360-y}{y} = 10^{0,30} = 1,995$$

$$360-y = 1,995y$$

$$y = \frac{360}{2,995} = 120 \text{ mmol HCl}$$

$$V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{[\text{HCl}]} = \frac{120}{0,225} = \underline{53,3 \text{ mL}}$$

**Es. 2**  $\Delta T_{\text{eb}} = m_{S_x} \cdot K_{\text{eb}}$

Supponendo che la molecola sia  $S_x$ :

$$m_{S_x} = \frac{\Delta T_{\text{eb}}}{K_{\text{eb}}} = \frac{0,123}{24} = 0,05125 \text{ mol/kg}$$

$$m_{S_x} = m_{S_x} \cdot G_{\text{CS}_2}^{\text{kg}} = 0,05125 \cdot 43,4 \cdot 10^{-3} = 2,224 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

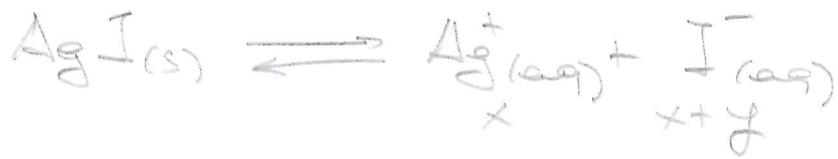
$$MM_{S_x} = \frac{G_{S_x}}{m_{S_x}} = \frac{0,562}{2,224 \cdot 10^{-3}} = 252,7 \text{ g/mol}$$

$$x = \frac{MM_{S_x}}{MA_S} = \frac{252,7}{32,065} = 7,89 \approx 8$$

Lo zolfo elementare è costituito da molecole



**Es. 3** In una soluzione contemporaneamente satura di  $\text{AgI}$  e  $\text{CuI}$ :



$$\begin{cases} K_{ps, \text{AgI}} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = x(x+y) = 8,52 \cdot 10^{-17} \\ K_{ps, \text{CuI}} = [\text{Cu}^+][\text{I}^-] = y(x+y) = 1,27 \cdot 10^{-12} \end{cases}$$

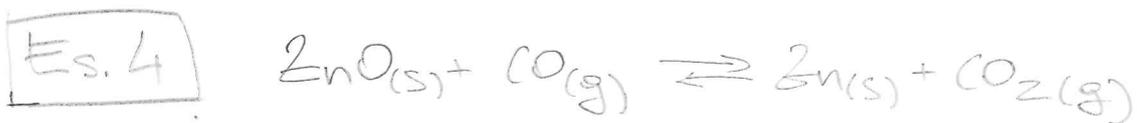
Ragionando sui  $K_{ps}$ , si osserva che  $\text{CuI}$  è più solubile di  $\text{AgI}$  e quindi  $y \gg x$ . In prima approssimazione, trascuro  $x$  nella somma e risulso:

$$y^2 = 1,27 \cdot 10^{-12}$$

$$y = \sqrt{1,27 \cdot 10^{-12}} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$x = \frac{8,52 \cdot 10^{-17}}{1,12 \cdot 10^{-6}} = 7,61 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$

L'approssimazione effettuata risulta legittima.



$$\begin{array}{l} \text{In} : \quad \quad \quad 3,00 \\ \text{Eq.} : \quad \quad 3,00 - x \quad \quad \quad x \end{array}$$

$$K_p = \frac{P_{\text{CO}_2}}{P_{\text{CO}}} = \frac{x}{3,00 - x} = 0,125$$

Risolvendolo:  $x = 0,333 \text{ atm}$

Bisogna però verificare che le moli iniziali di  $\text{ZnO}$  sia maggiore di quelle di  $\text{CO}$  che reagiscono.

$$n_{\text{ZnO, in}} = \frac{G_{\text{ZnO, in}}}{MM_{\text{ZnO}}} = \frac{27,45}{81,408} = 0,3372 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO, reagite}} = n_{\text{CO}_2, prodotte} = \frac{P_{\text{CO}_2} \cdot V}{RT} = \frac{0,333 \cdot 5,00}{0,0821 (1100 + 273,15)} = 1,477 \cdot 10^{-2} \text{ mol} < 0,3372 \text{ mol}$$

Quindi  $\text{ZnO}$  è in eccesso rispetto al  $\text{CO}$  che reagisce ed il sistema raggiunge effettivamente l'equilibrio.

$$n_{\text{Zn}} = n_{\text{CO}_2} = 1,477 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

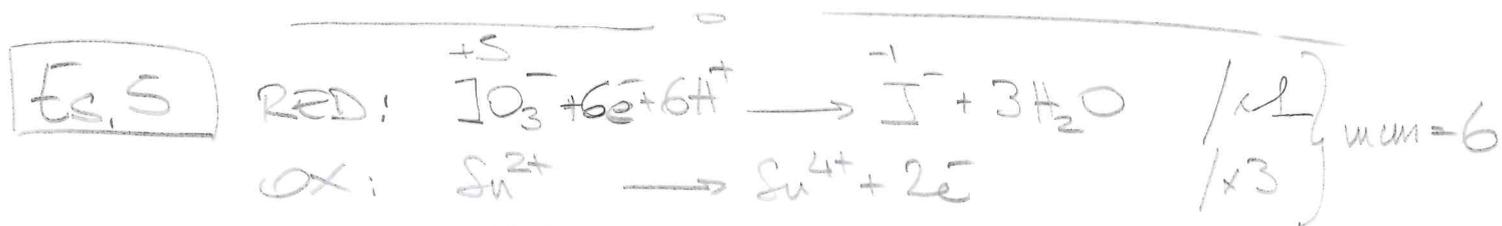
$$G_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot MA_{\text{Zn}} = 1,477 \cdot 10^{-2} \cdot 65,409 = 0,966 \text{ g}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 0,333 \text{ atm} \quad P_{\text{CO}} = 3,00 - 0,333 = 2,667 \text{ atm}$$

Dimezzando il volume, l'equilibrio NON viene perturbato perché, istantaneamente, le pressioni di entrambi i gas raddoppiano:  $P_{\text{CO}_2} = 0,666 \text{ atm}$ ;  $P_{\text{CO}} = 5,334 \text{ atm}$ .  
Se calcoliamo il quoziente di reazione  $Q$ :

$$Q = \frac{P_{\text{CO}}}{P_{\text{CO}_2}} = \frac{0,666}{5,334} = 0,125 = K_p$$

D'altra parte, l'equilibrio prevede un  $\Delta n = 0$  (considerando solo il numero di moli delle specie gassose).  
 Di conseguenza, variazioni di volume / pressione totale non faranno cambiare le condizioni di equilibrio.



CATODO:

$$E_{\text{IO}_3^-/\text{I}^-} = E_{\text{IO}_3^-/\text{I}^-}^{\circ} + \frac{0,0591}{6} \log \frac{[\text{IO}_3^-][\text{H}^+]^6}{[\text{I}^-]}$$

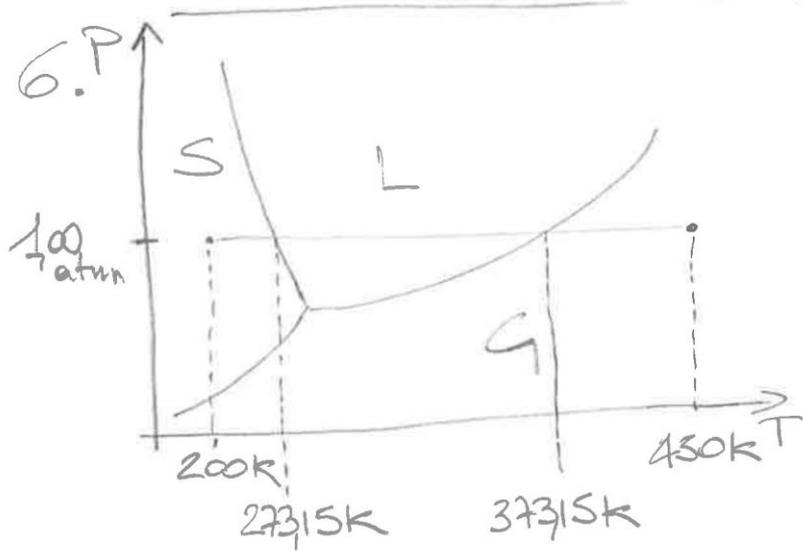
$$= 1,08 + \frac{0,0591}{6} \log \frac{(1,00 \cdot 10^{-1})(1,00)^6}{5,00 \cdot 10^{-2}} = 1,083 \text{ V}$$

ANODO:

$$E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}}^{\circ} + \frac{0,0591}{2} \log \frac{[\text{Sn}^{4+}]}{[\text{Sn}^{2+}]}$$

$$= 0,151 + \frac{0,0591}{2} \log \frac{3,00 \cdot 10^{-3}}{8,00 \cdot 10^{-2}} = 0,115 \text{ V}$$

$$\Delta E = E_{\text{IO}_3^-/\text{I}^-} - E_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 1,083 - 0,115 = 0,968 \text{ V}$$



Il diagramma di fase di una sostanza pura è un grafico sul piano P/T in cui ogni punto identifica lo stato di aggregazione della sostanza in condizioni di equilibrio. Le curve rappresentate sul grafico corrispondono alle condizioni di P/T in cui le due fasi coesistono in equilibrio

tra loro. Il punto triplo è un punto particolare in cui, a determinati valori di P e T, le 3 fasi coesistono. La particolarità del diagramma di fase dell'acqua è quella di avere la curva di equilibrio solido/liquido con pendenze negative. Ciò è dovuto al fatto che la densità di  $H_2O$  solida è minore di quella di  $H_2O$  liquida, in condizioni di  $P = 1,00 \text{ atm}$  costante;

- a 200 K,  $H_2O$  è solida.
- aumentando T, a 273,15K si interseca la curva di equilibrio S/L: fornendo calore, avviene la transizione di fase e  $H_2O$  fonde.
- aumentando T, a 373,15K si interseca la curva di equilibrio L/G: fornendo calore, avviene la transizione di fase e  $H_2O$  bolle fino ad evaporare completamente.
- aumentando ancora T,  $H_2O$  vapore viene riscaldato fino a 450 K.