

Química

2. Un electrodo de níquel está en contacto con una disolución de 100 mL de catión níquel II de concentración desconocida, y un electrodo de cobre está en contacto con 100 mL de una disolución de catión cobre II 0,010 M. Las dos disoluciones están conectadas por medio de un puente salino y el potencial de esta celda se mide con una precisión de 0,01 mV, siendo la temperatura del sistema 25 °C. Una cierta cantidad de cloruro de cobre II se añade a la disolución del catión cobre II y el potencial de la célula se incrementa en 9 mV después de la adición; el cambio de volumen asociado a la adición se puede considerar despreciable. ¿Cuál es la masa del cloruro de cobre añadida?

Datos: M del CuCl_2 es 134,45; $F=96500 \text{ cul}\cdot\text{mol}^{-1}$; $R=8,31 \text{ Jul}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}$

Comentario a enunciado original: el símbolo correcto para culombio es C

http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf Table 3. Coherent derived units in the SI with special names and symbols, y las unidades de R son $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Referencias: comentado por opositora, sleepylavosier y Basilea en

<http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4181&p=19126#p18706>

Tenemos que identificar cátodo y ánodo

Debemos saber que el Cu es un “metal noble”, mayor tendencia a reducirse que H, por lo que Cu será cátodo, y que el Ni tiene tendencia a oxidarse, por lo que será ánodo.

Argumentaciones alternativas:

-Sleepylavoisier: los aceros inoxidable y el cromo y el níquel tienen gran afinidad por el oxígeno creando la capa pasiva que impide la oxidación. Entonces el electrodo de níquel actúa de ánodo

-Basilea: como nos dicen que el potencial cambia al añadir CuCl_2 ; es decir, el cambio de potencial se debe al cambio en la concentración de cationes Cu^{2+} (es una sal y se disocia en sus iones) y, éstos solo pueden estar dando la reducción porque en Cu está en su máximo estado de oxidación. Ya tenemos identificada la reducción (el cobre) y la oxidación (el níquel). Además, como nos dicen que el potencial aumenta y el potencial viene dado por la ecuación de Nernst, para que se produzca este aumento, el logaritmo tiene que disminuir, el denominador tiene que aumentar y será la concentración de cobre la que esté ahí ya que la de níquel es invariante (no meto nada), por tanto, conclusión: el cobre es el cátodo.

Reducción, cátodo: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

Oxidación, ánodo: $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$

Reacción global: $\text{Cu}^{2+} + \text{Ni} \rightarrow \text{Cu} + \text{Ni}^{2+}$

Utilizamos la ecuación de Nernst: $E_{\text{pila}} = E_{\text{pila}}^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Ni}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$

Con valores numéricos $\frac{8,31 \cdot (273+25)}{2 \cdot 96500} = 0,01283$

Llamamos $a = [\text{Ni}^{2+}]$ y $b =$ variación concentración de Cu^{2+}

Asumimos que CuCl_2 es una sal soluble que se disocia en iones, añadiendo cierta cantidad Cu^{2+}

Antes de añadir CuCl_2 : $E_{\text{pila}} = E_{\text{pila}}^0 - 0,01283 \cdot \ln \frac{a}{0,01}$

Después de añadir CuCl_2 : $E_{\text{pila}}' = E_{\text{pila}}^0 - 0,01283 \cdot \ln \frac{a}{0,01+b}$

Restando $2^{\text{a}} - 1^{\text{a}}$ expresión

$$9 \cdot 10^{-3} = -0,01283 \cdot \left(\ln \frac{a}{0,01+b} - \ln \frac{a}{0,01} \right) = -0,01283 \cdot \ln \frac{0,01}{0,01+b}$$
$$\frac{0,01}{0,01+b} = e^{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{-0,01283}} \Rightarrow b = 0,01 \cdot e^{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,01283}} - 0,01 = 0,01 \cdot (e^{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,01283}} - 1) = 0,010167 \text{ M}$$

Como asumimos volumen constante, tomamos $V=100 \text{ mL}=0,1 \text{ L}$

$$0,010167 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot \frac{134,45 \text{ g CuCl}_2}{1 \text{ mol}} = 0,1367 \text{ g CuCl}_2$$

Expresando resultado con dos cifras significativas, como concentración dada, sería 0,14 g

Otras opciones:

-Calcular b valor para los valores extremos de potencial, 9,01 y 8,99 mV

9,01 mV $\rightarrow b=0,010183 \text{ M} \rightarrow m=0,1369 \text{ g}$

8,99 mV $\rightarrow b=0,010152 \text{ M} \rightarrow m=0,1365 \text{ g}$

Tomaríamos valor $0,1367 \pm 0,0002 \text{ g}$

- Realizar propagación de errores, considerando todos los valores exactos salvo el potencial para el que conocemos la incertidumbre. Expresamos $m=f(V)$

$$m = 0,1 \cdot 134,45 \cdot b = 0,13445 \cdot \left(e^{\frac{V}{0,01283}} - 1 \right)$$

$$\Delta m = \frac{\partial m}{\partial V} \Delta V = \frac{0,13445}{0,01283} e^{\frac{V}{0,01283}} \Delta V$$

$$\Delta m = \frac{0,13445}{0,01283} e^{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,01283}} \cdot 0,01 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ g}$$

Expresando la incertidumbre con una cifra significativa (como la incertidumbre original), tomaríamos valor $0,1367 \pm 0,0002 \text{ g}$