



CRITERIOS GENERALES DE EVALUACIÓN

El alumno deberá contestar a una de las dos opciones A o B con sus problemas y cuestiones. Cada opción consta de cinco preguntas. Cada una de las preguntas puntuará como máximo dos puntos. La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.

DATOS GENERALES

Los valores de las constantes de equilibrio que aparecen en los problemas deben entenderse que hacen referencia a presiones expresadas en atmósferas y concentraciones expresadas en mol/L.

Constantes universales

$$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$u_{\text{ma}} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Masas atómicas: H = 1,008; C = 12,01; N = 14,01; O = 16,00; Cl = 35,45; K = 39,10; Cr = 51,99; Zn = 65,40.

OPCIÓN A - RESUELTO

- Después de poner 180 g de Zn en un vaso de precipitados con ácido clorhídrico 5 M y de que haya cesado la reacción, quedaron 35 g de Zn sin reaccionar.
El proceso que tiene lugar es: $\text{Zn(s)} + \text{HCl(ac)} \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{ac}) + \text{H}_2(\text{g})$
Calcule:
 - El volumen de hidrógeno medido en condiciones normales que se ha obtenido. (hasta 1,0 punto)
 - El volumen de la disolución ácida que se empleó. (hasta 1,0 punto)
- Se pretende depositar Cr metal, por electrolisis, de una disolución ácida que contiene óxido de cromo(VI) CrO_3
 - Escriba la semirreacción de reducción. (hasta 0,7 puntos)
 - ¿Cuántos gramos de Cr se depositarán si se hace pasar una corriente de $1 \cdot 10^4 \text{ C}$? (hasta 0,7 puntos)
 - Cuanto tiempo tardará en depositarse un gramo de Cr si se emplea una corriente de 6 A (hasta 0,6 puntos)
- En relación con la energía de ionización:
 - Defina la primera energía de ionización. (hasta 0,7 puntos)
 - Que grupo de la tabla periódica es el más estable respecto a la pérdida de un electrón. Justifique la respuesta. (hasta 0,7 puntos)
 - Escriba claramente los nombres y los símbolos de los elementos que constituyen el grupo deducido en el apartado b. (hasta 0,6 puntos)
- En relación con los números cuánticos:
 - Defina los números cuánticos, su significado y posibles valores, (hasta 1,6 puntos)
 - Deduzca que valores de n, l y m puede tener cada orbital de la subcapa "5d" (hasta 0,4 puntos)
- Una disolución de hidróxido potásico contiene 22,4 g de la base en 400 cm^3 de disolución. Se toman 100 cm^3 de dicha disolución, cuya densidad es $1,01 \text{ g/cm}^3$ a los que se añaden 200 cm^3 de otra disolución 1,2 M de la misma sustancia, y 100 cm^3 de agua.
 - ¿Cuál será la molaridad, molalidad, fracción molar y tanto por ciento en peso de la disolución inicial de KOH? (hasta 1,2 puntos)
 - ¿Cuántos gramos de soluto habrá en 20 cm^3 de la nueva disolución, suponiendo que los volúmenes son aditivos? (hasta 0,8 puntos)

SOLUCIONES

1º - Después de poner 180 g de Zn en un vaso de precipitados con ácido clorhídrico 5 M y de que haya cesado la reacción, quedaron 35 g de Zn sin reaccionar.

El proceso que tiene lugar es: $\text{Zn(s)} + \text{HCl(ac)} \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{ac}) + \text{H}_2(\text{g})$

Calcule:

- El volumen de hidrógeno medido en condiciones normales que se ha obtenido. (hasta 1,0 punto)
- El volumen de la disolución ácida que se empleó. (hasta 1,0 punto)

RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar, ya ajustada, es: $\text{Zn(s)} + 2\text{HCl(ac)} \rightarrow \text{ZnCl}_2(\text{ac}) + \text{H}_2(\text{g})$

En ella nos indican que se ponen 180 g de Zn y quedan sin reaccionar 35, por lo que reaccionan 145 g de Zinc, por lo que teniendo en cuenta la estequiometría de la reacción podemos determinar directamente las cantidades de HCl gastado y de H₂ formado:

Zn(s) +	2.HCl(ac)	—>	ZnCl ₂ (ac) +	H ₂ (g)
1 mol = 65,4 g	2 mol = 2.36,45		1 mol	1 mol
145 g	X		Y	Z

$$Z = \frac{1.145}{65,4} = 2,217 \text{ moles de H}_2; \text{ que en C.N., si 1 mo, ocupa 22,4 L, los moles obtenicos ocuparán}$$

$$V = 2,217.22,4 = \mathbf{49,66 \text{ L de H}_2 \text{ en C.N.}}$$

$$X = \frac{145.2.36,45}{65,4} = 161,66 \text{ g de HCl, los cuales proceden de una disolución 5M, por lo que el volumen}$$

de la misma que se necesita lo determinaremos a partir de la expresión de la Molaridad de la

$$\text{disolución: } M = \frac{g_s}{Pm_s \cdot L_{DSL}}; 5 = \frac{161,66}{36,45 \cdot L};$$

L = 0,887 L de la disolución de HCl se necesitan

2. Se pretende depositar Cr metal, por electrolisis, de una disolución ácida que contiene óxido de cromo(VI) CrO₃

a) Escriba la semirreacción de reducción. (hasta 0,7 puntos)

b) ¿Cuántos gramos de Cr se depositarán si se hace pasar una corriente de 1.10⁴ C? (hasta 0,7 puntos)

c) Cuanto tiempo tardará en depositarse un gramo de Cr si se emplea una corriente de 6 A (hasta 0,6 puntos)

RESOLUCIÓN

La semirreacción que tiene lugar, ya ajustada, es: $CrO_3 + 6.H^+ + 6.e^- \rightarrow Cr^0 + 3.H_2O$

Para calcular la cantidad de Cromo depositada, hemos de utilizar la Ley de Faraday:

$$\frac{I \cdot t}{96485} = \frac{g \cdot v}{Pm}, \text{ y en este caso conocemos la cantidad de corriente que pasa: } I \cdot t = 1.10^4 \text{ C, así como la}$$

“valencia”: v = 6 (Nº de electrones intercambiados en la semirreacción) y el Pm del Cr: 51,99:

$$\frac{1.10^4}{96485} = \frac{g \cdot 6}{51,99}; \mathbf{g = \frac{51,99 \cdot 10^4}{6 \cdot 96485} = 0,90 \text{ g de Cr se obtienen}}$$

Si ahora hacemos pasar una corriente de 6 A, el tiempo necesario para obtener 1 g de Cr se calcula aplicando la misma ley de Faraday:

$$\frac{6 \cdot t}{96485} = \frac{1 \cdot 6}{51,99}; t = \frac{1 \cdot 6 \cdot 96485}{6 \cdot 51,99} = \mathbf{1856 \text{ s} = 30' 56''}$$

3º - En relación con la energía de ionización:

a) Defina la primera energía de ionización. (hasta 0,7 puntos)

b) Que grupo de la tabla periódica es el más estable respecto a la pérdida de un electrón. Justifique la respuesta. (hasta 0,7 puntos)

c) Escriba claramente los nombres y los símbolos de los elementos que constituyen el grupo deducido en el apartado b. (hasta 0,6 puntos)

RESOLUCIÓN

a) La energía de la primera ionización es la energía que hay que comunicar a un átomo neutro, gaseoso y en estado fundamental para arrancarle el electrón más débilmente retenido.

B) El grupo de elementos más estables después de la pérdida del primer electrón es aquel en el cual los átomos de los elementos que lo componen tengan un solo electrón en la última capa, de tal forma

que al perderlo, se queden con la configuración electrónica de los gases nobles. Se trata de los elementos pertenecientes al grupo 1ª (Metales alcalinos).

C) Los elementos que lo forman son:

Li: Litio; **Na:** Sodio; **K:** Potasio; **Rb:** Rubidio; **Cs:** Cesio; **Fr:** Francio
Además, se suele incluir en este grupo al **H:** Hidrógeno, aunque no sea un metal alcalino

4. En relación con los números cuánticos:

- a) Defina los números cuánticos, su significado y posibles valores, (hasta 1,6 puntos)
- b) Deduzca que valores de n, l y m puede tener cada orbital de la subcapa "5d" (hasta 0,4 puntos)

RESOLUCIÓN

Números cuánticos:

Nº cuántico principal: n: Nos da idea del volumen efectivo del orbital.

Su valor es siempre un número entero: **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7...**

Nº cuántico secundario o azimutal: l: Determina la forma del orbital

Su valor va desde 0 hasta (n - 1) : **0, 1, 2, 3, ... (n - 1)**

(Según cual sea su valor se nombran también por letras: **s = 0, p = 1, d = 2, f = 3**)

Nº cuántico magnético orbital: m_l: Nos indica la orientación del orbital en el espacio

Sus valores son también números enteros DESDE “-l” HASTA “+l”: **-l, ... -1, 0, +1, ... +l**

Estos tres primeros números cuánticos definen el orbital atómico.

Nº cuántico magnético de spin: m_s: Nos indica el sentido de giro del electrón sobre sí mismo

Puede tomar solamente 2 valores: **-1/2 y +1/2**

De acuerdo con lo anterior, para la subcapa 5d, los valores son:

Nº cuántico principal: n = 5

Nº cuántico secundario o azimutal: l = d = 2

Nº cuántico magnético orbital: m_l: Va desde -2 a +2: **-2, -1, 0, +1 y +2**

5. Una disolución de hidróxido potásico contiene 22,4 g de la base en 400 cm³ de disolución. Se toman 100 cm³ de dicha disolución, cuya densidad es 1,01 g/cm³ a los que se añaden 200 cm de otra disolución 1,2 M de la misma sustancia, y 100 cm³ de agua.

- a) ¿Cuál será la molaridad, molalidad, fracción molar y tanto por ciento en peso de la disolución inicial de KOH? (hasta 1,2 puntos)
- b) ¿Cuántos gramos de soluto habrá en 20 cm³ de la nueva disolución, suponiendo que los volúmenes son aditivos? (hasta 0,8 puntos)

RESOLUCIÓN

Para calcular la concentración de la disolución final hemos de calcular la cantidad total de soluto (Hidróxido de potasio: KOH que existe en ella, que será la suma de las cantidades de este producto que se añaden con cada una de las partes que se mezclan.

El peso molecular del KOH es : 39,10 + 16,00 + 1,00 = 56,10

Cantidad A: Al tratarse de una disolución, hemos de calcular la cantidad de soluto partiendo de los datos que nos ofrecen, si la disolución tiene 22,4 g en 400 cm³ y cogemos solamente 100 cm³, la cantidad de soluto que

cogemos es: $\frac{22,4}{400} \cdot 100 = 5,6$ g de KOH, y si conocemos la densidad de esa disolución la masa de la

misma se obtiene a partir de la expresión de la densidad: $d = \frac{m}{V}$; $1,01 = \frac{m}{100}$; **m = 101 g**; y así, la

cantidad de disolvente será la diferencia entre la masa de la disolución y la del soluto:

Masa disolvente = 101 - 5,6 = 95,4 g de agua:

	SOLUTO	DISOLVENTE	DISOLUCIÓN
Masa	5,6 g soluto	+ 95,4 g	= 101 g
Volumen	----	95,4 mL	100 mL = 0,100 L

Cantidad B: Al tratarse también de una disolución, hemos de calcular la cantidad de soluto partiendo de la expresión que nos da el valor de la molaridad:

$$M = \frac{\text{moles soluto}}{\text{litro disolucion}} ; 1,2 = \frac{n}{0,200} ; n = 0,24 \text{ moles} = 0,24 \cdot 56,10 = 13,46 \text{ gramos KOH}$$

Dado que no nos dan la densidad de la disolución, vamos a considerar que el volumen de la disolución es aproximadamente igual al volumen del disolvente, agua, por lo que de ésta habrá 200 mL, que son 200 g ya que su densidad es 1 g/mL, por lo que la masa total de la disolución será la suma de la masa del soluto más la del disolvente: $13,64 + 200 = 213,64 \text{ g}$

	SOLUTO	DISOLVENTE	DISOLUCIÓN
Masa	13,46 g soluto	+ 200 g	= 213,46 g
Volumen	----	200 mL	≈ 200 mL = 0,200 L

Cantidad C: 100 mL de agua, que son exclusivamente de disolvente.

Estas tres cantidades las situamos en la correspondiente tabla:

	SOLUTO	DISOLVENTE (Agua)	DISOLUCIÓN
Masa	A: 5,6 g soluto B: 13,46 g soluto C: 0,00 g soluto	+ A: 95,4 g Disolvente + B: 200,0 g disolvente + C: 100,00 g disolvente	' = 101,00 g disolución ' = 213,46 g disolución ' = 100,00 g disolución
	TOTAL: 19,06 g soluto	TOTAL: 395,4 g disolvente	' = 414,46 g disolución
Volumen	----		Volumen total: 400 mL

Si nos indican que los volúmenes son aditivos, el volumen total será: $100 + 200 + 100 = 400 \text{ mL}$

A partir de estos datos, podemos calcular ya las expresiones de la concentración que nos piden:

$$M = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot L_{DISOLUCION}} ; M = \frac{19,06}{56,10 \cdot 0,400} = \mathbf{0,85 \text{ Molar}}$$

$$m = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot Kg_{DVTE}} ; m = \frac{19,06}{56,10 \cdot 0,3954} = \mathbf{0,86 \text{ molal}}$$

$$X = \frac{n_{SOLUTO}}{n_{SOLUTO} + n_{DVTE}} ; X = \frac{\frac{19,06}{56,10}}{\frac{19,06}{56,10} + \frac{395,4}{18}} = \mathbf{0,015}$$

$$\% = \frac{g_{SOLUTO}}{g_{DISOLUCION}} \cdot 100 ; \% = \frac{19,06}{414,46} \cdot 100 = \mathbf{4,6\%}$$

Para calcular los gramos de soluto que habrá en 20 mL de esa disolución, podemos utilizar cualquiera de las expresiones de la concentración, siendo la más útil los g/L, ya que sabemos que hay 19,06 g de soluto en 400 mL o 0,4 L:

$$\frac{g}{L} = \frac{19,06}{0,4} = 47,65 \text{ g/L}; \text{ así: } 47,65 = \frac{g}{0,020L} ; \mathbf{0,953 \text{ g de KOH en 20 mL}}$$