



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

LOE – SEPTIEMBRE 2015

QUÍMICA

INDICACIONES

Debe elegir una opción completa de problemas.

OPCIÓN DE EXAMEN N° 1

1. [2 PUNTOS] Contesta de forma razonada a las cuestiones acerca de los elementos que poseen las siguientes configuraciones electrónicas: A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$; B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$.

- [0,5 PUNTOS] ¿A qué grupo y a qué período pertenecen?
- [0,5 PUNTOS] ¿Qué elemento se espera que posea una mayor energía de ionización?
- [0,5 PUNTOS] ¿Qué elemento tiene un radio atómico menor?
- [0,5 PUNTOS] ¿Una combinación de A y B, qué tipo de compuesto genera y de qué estequiometría?

2. [2 PUNTOS] Explica razonadamente las siguientes cuestiones:

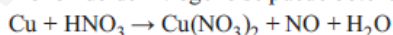
- [1 PUNTO] Cómo variará con la temperatura la espontaneidad de una reacción en la que $\Delta H^\circ < 0$ y $\Delta S^\circ < 0$, siendo estas dos magnitudes constantes con la temperatura.
- [1 PUNTO] La entalpía de formación del $H_2O(l)$ a 298 K es $-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Sin embargo, cuando se mezclan a 298 K el hidrógeno y el oxígeno, no se observa reacción apreciable.

3. [2 PUNTOS]

- [1 PUNTO] Sabiendo que el producto de solubilidad del hidróxido de plomo (II), $Pb(OH)_2$, a una temperatura dada es $4 \cdot 10^{-15}$, calcula la solubilidad del hidróxido.
- [1 PUNTO] Indica si se formará un precipitado de yoduro de plomo (II), PbI_2 , cuando a 100 mL de una disolución 0,01 M de nitrato de plomo (II), $Pb(NO_3)_2$, se le añaden 50 mL de una disolución de yoduro potásico, KI, 0,02 M.

DATOS: $Pb(NO_3)_2$ y KI son sales solubles; $K_{ps}(PbI_2) = 7,1 \cdot 10^{-9}$.

4. [2 PUNTOS] El monóxido de nitrógeno se puede obtener según la siguiente reacción:



- [1 PUNTO] Ajusta por el método del ión-electrón esta reacción en sus formas iónica y molecular.
- [1 PUNTO] Calcula la masa de cobre que se necesita para obtener 5 L de NO medidos a 750 mm de Hg y 40 °C.

DATOS: Masa atómica (Cu) = 63,5; R = $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

5. [2 PUNTOS] Justificar las siguientes propuestas relativas a sustancias orgánicas:

- [0,5 PUNTOS] La molécula CH_3Cl es polar y el metano es apolar.
- [0,5 PUNTOS] El etano es menos soluble en agua que el etanol.
- [0,5 PUNTOS] Los alcanos lineales incrementan su punto de ebullición al aumentar el número de carbonos.
- [0,5 PUNTOS] Formula y nombra dos posibles isómeros de fórmula C_4H_8O .

1.- Contesta de forma razonada a las cuestiones acerca de los elementos que poseen las siguientes configuraciones electrónicas: A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$.

a) (0,5 p) ¿A qué grupo y a qué período pertenecen?

El período se asigna por el nivel de energía más alto ocupado (mayor n) y el grupo por la configuración electrónica del nivel de energía más alto ocupado (nivel de valencia).

A (Z = 20): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Período: } 4^{\circ} \\ \text{Grupo: } 2 \text{ o Alcalinotérros (ns}^2\text{)} \end{array} \right.$

B (Z = 35): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Período: } 4^{\circ} \\ \text{Grupo: } 17 \text{ o Halógenos (ns}^2 \text{ np}^5\text{)} \end{array} \right.$

b) (0,5 p) ¿Qué elemento se espera que posea una mayor energía de ionización?

Entre elementos del mismo período la energía de ionización aumenta a medida que nos desplazamos hacia la derecha, debido a que aumenta la carga nuclear efectiva como consecuencia del aumento de la carga nuclear. También se puede argumentar, que dentro de un período al desplazarse hacia la derecha disminuye el volumen atómico, como consecuencia del aumento de la carga nuclear, por lo que los electrones de la capa de valencia se encuentran más cerca del núcleo. Como consecuencia **el elemento B tiene mayor energía de ionización.**

c) (0,5 p) ¿Qué elemento tiene un radio atómico menor?

Como se ha indicado anteriormente, al desplazarse hacia la derecha dentro de un período el volumen atómico disminuye como consecuencia del aumento de la carga nuclear y el consiguiente aumento de la fuerza de atracción sobre los electrones de la capa de valencia. Como consecuencia, **el elemento B tiene menor volumen.**

d) (0,5 p) ¿Una combinación de A y B, qué tipo de compuesto genera y de qué estequiometría?

El elemento A es un metal (su electrón diferenciante se sitúa en un subnivel s) y el B un no-metal (su electrón diferenciante se sitúa en un subnivel p incompleto), por lo que entre ambos **se establecerá un compuesto iónico.** El elemento A tiende a ceder sus dos electrones de valencia, formando el catión A^{2+} , mientras que el elemento B, tiende a captar un electrón para completar su nivel de valencia, formando el anión B^- . Por lo tanto, el compuesto iónico formado tendrá **estequiometría AB_2 .**

2.- Explica razonadamente las siguientes cuestiones:

a) (1 p) Cómo variará con la temperatura la espontaneidad de una reacción en la que $\Delta H_0 < 0$ y $\Delta S_0 < 0$, siendo estas dos magnitudes constantes con la temperatura.

Una reacción es espontánea cuando se produce una disminución de la energía libre de Gibbs:

$$\Delta G < 0 \Rightarrow \Delta H - T \cdot \Delta S < 0$$

Las reacciones exotérmicas ($\Delta H < 0$) en las que $\Delta S < 0$, **son espontáneas por debajo de una determinada temperatura**, cumpliéndose que:

$$|T \cdot \Delta S| < |\Delta H|$$

- b) (1 p) La entalpía de formación del $H_2O(l)$ a 298 K es $-286 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Sin embargo, cuando se mezclan a 298 K el hidrógeno y el oxígeno, no se observa reacción apreciable.

La formación de agua líquida a partir de hidrógeno y oxígeno gaseosos, transcurre con disminución de entropía, ya que se produce un cambio de estado de gas a líquido, lo que supone una disminución del desorden.

Sabemos que la entalpía de reacción es negativa (reacción exotérmica), por lo que de acuerdo al apartado a) esta reacción es espontánea por debajo de una determinada temperatura. Como no sabemos cuantitativamente la variación de entropía, no podemos calcular si a esta temperatura la reacción es espontánea o no, el hecho de que no se observe reacción puede ser un indicio de que la reacción no es espontánea en estas condiciones.

También podría suceder que la reacción en estas condiciones sea espontánea, pero su cinética sea muy lenta por lo que no se aprecia reacción.

3.- (2 p)

DATOS: $Pb(NO_3)_2$ y KI son sales solubles

$$K_{ps}(PbI_2) = 7,1 \cdot 10^{-9}$$

- a) (1 p) Sabiendo que el producto de solubilidad del hidróxido de plomo (II), $Pb(OH)_2$, a una temperatura dada es $4 \cdot 10^{-15}$, calcula la solubilidad del hidróxido.

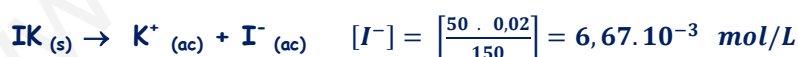
	$Pb(OH)_2(s)$	\rightleftharpoons	$Pb^{2+}(ac)$	+	$2 OH^-(ac)$
Conc. Inicial (mol/L)	a		--		--
Reacción (mol/L)	-s		s		2s
Conc. Equilibrio (mol/L)	a - s		s		2s

$$K_{ps} = [Pb^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = s \cdot (2s)^2 = 4 \cdot s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_{ps}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^{-15}}{4}} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

- b) (1 p) Indica si se formará un precipitado de yoduro de plomo (II), PbI_2 , cuando a 100 mL de una disolución 0,01 M de nitrato de plomo (II), $Pb(NO_3)_2$, se le añaden 50 mL de una disolución de yoduro potásico, KI, 0,02 M.

Para que se produzca precipitación de sulfato de estroncio debe cumplirse que:

$$[Pb^{+2}] \cdot [I^-]^2 > K_{ps}$$



Si calculamos el producto iónico de la disolución:

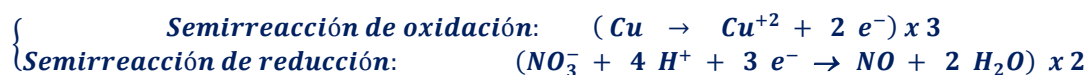
$$Q = [Pb^{+2}] \cdot [I^-]^2 = 6,67 \cdot 10^{-3} \cdot (6,67 \cdot 10^{-3})^2 = 2,97 \cdot 10^{-7} > K_{ps} \Rightarrow \text{Si se produce precipitado}$$

4.- El monóxido de nitrógeno se puede obtener según la siguiente reacción:



DATOS: Masa atómica (Cu) = 63,5; R = 0,082 atm.L.mol⁻¹.K⁻¹.

- a) (1 p) Ajusta por el método del ion-electrón esta reacción en sus formas iónica y molecular.



- b) (1 p) Calcula la masa de cobre que se necesita para obtener 5 L de NO medidos a 750 mm de Hg y 40 °C.

Calculamos en primer lugar los moles de NO que equivalen a los 5 litros.

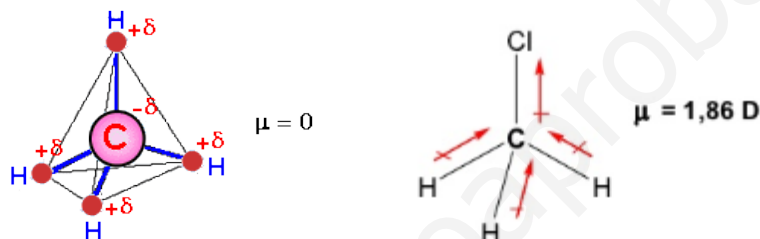
$$n_{NO} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{\left(\frac{750}{760}\right) \cdot 5}{0,082 \cdot 313} = 0,19 \text{ mol de NO}$$

$$m_{Cu} = 0,19 \text{ mol de NO} \cdot \frac{3 \text{ mol de Cu}}{2 \text{ mol de NO}} \cdot \frac{63,5 \text{ g de Cu}}{1 \text{ mol de Cu}} = 18,1 \text{ g}$$

5.- Justificar las siguientes propuestas relativas a sustancias orgánicas:

- a) (0,5 p) La molécula CH_3Cl es polar y el metano es apolar.

Ambas moléculas, debido a la hibridación sp^3 del carbono, presentan estructuras tetraédricas. En el caso del metano, los cuatro enlaces son iguales, por lo que la suma de los momentos dipolares es nulo (debido a la simetría de la estructura), sin embargo en el clorometano los cuatro enlaces no son iguales, el momento dipolar del enlace C - Cl es diferente a la de los enlaces C - H, por lo que la suma de los momentos dipolares no es nula y la molécula es polar.



- b) (0,5 p) El etano es menos soluble en agua que el etanol.

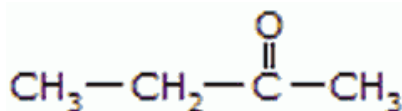
El etano es un hidrocarburo y su polaridad es prácticamente nula, sin embargo el etanol es un alcohol, con un grupo hidroxilo (-OH) polar. Las sustancias apolares o muy poco polares son poco solubles o insolubles en disolventes polares como el agua, mientras que las sustancias polares son solubles.

- c) (0,5 p) Los alcanos lineales incrementan su punto de ebullición al aumentar el número de carbonos.

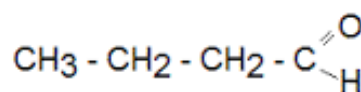
El punto de ebullición aumenta con el tamaño del alcano porque las fuerzas intermoleculares (fuerzas de Van der Waals y de London), son más efectivas cuando la molécula presenta mayor superficie. Es así, que los puntos de fusión y ebullición van a aumentar a medida que se incrementa el número de átomos de carbono.

- d) (0,5 p) Formula y nombra dos posibles isómeros de fórmula C_4H_8O .

Un ejemplo podría ser:



butanona



Butanal

OPCIÓN DE EXAMEN N° 2

1. [2 PUNTOS] Indica, justificando brevemente la respuesta, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:
- [1 PUNTO] Cuando un átomo de A se combina mediante enlaces covalentes con 3 átomos de B, la molécula resultante, AB_3 , siempre tendrá una estructura geométrica plana.
 - [1 PUNTO] Existen moléculas apolares que, sin embargo, tienen enlaces polares.

2. [2 PUNTOS] La nitroglicerina, $C_3H_5(NO_3)_3$, se descompone según la ecuación termoquímica:
- $$4 C_3H_5(NO_3)_3(l) \rightarrow 12 CO_2(g) + 10 H_2O(g) + O_2(g) + 6 N_2(g) \quad \Delta H^\circ = -5700 \text{ kJ}$$
- [1 PUNTO] Calcula la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.
 - [1 PUNTO] Calcula el calor desprendido cuando se descomponen 100 g de nitroglicerina.

DATOS: $\Delta H_f^\circ(CO_2)(g) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(H_2O)(g) = -241,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
Masas atómicas: C = 12; H = 1; N = 14; O = 16.

3. [2 PUNTOS] La ecuación de velocidad para la reacción $X + Y \rightarrow \text{productos}$, es de primer orden tanto respecto de X como de Y. Cuando la concentración de X es de $0,15 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$ y la de Y es de $0,75 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$, la velocidad de reacción es de $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. Calcula:
- [0,5 PUNTOS] El valor de la constante de velocidad de la reacción.
 - [0,5 PUNTOS] La velocidad de reacción cuando las concentraciones de X e Y son $0,5 \text{ moles} \cdot \text{L}^{-1}$.
 - [0,5 PUNTOS] Indica razonadamente cómo varía la velocidad de reacción al utilizar un catalizador.
 - [0,5 PUNTOS] Indica razonadamente cómo varía la velocidad de reacción al aumentar la temperatura.
4. [2 PUNTOS] En el siguiente equilibrio: $2 A(g) \rightleftharpoons 2 B(g) + C(g)$, ΔH es positivo. Considerando los gases ideales, razona hacia dónde se desplaza el equilibrio y qué le sucede a la constante de equilibrio en los siguientes casos:
- [0,5 PUNTOS] Si disminuye el volumen del recipiente a temperatura constante.
 - [0,5 PUNTOS] Si aumenta la temperatura.
 - [0,5 PUNTOS] Si se añade algo de A.
 - [0,5 PUNTOS] Si se retira algo de B del equilibrio.

5. [2 PUNTOS] Se realiza la electrólisis de una disolución acuosa que contiene Cu^{2+} . Calcula:
- [1 PUNTO] La carga eléctrica necesaria para que se depositen 5 g de Cu en el cátodo. Expresa el resultado en culombios.
 - [1 PUNTO] ¿Qué volumen de $H_2(g)$, medido a $30^\circ C$ y 770 mm Hg , se obtendría si esa carga eléctrica se emplease para reducir H^+ (acuoso) en un cátodo?
- DATOS: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $1 F = 96500 C$; Masa atómica: Cu = 63,5. Carga del electrón = $1,6 \cdot 10^{-19}$ culombios.

1.- Indica, justificando brevemente la respuesta, si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

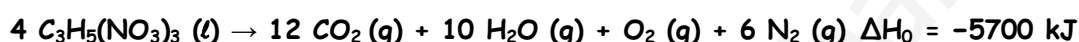
- a) (1 p) Cuando un átomo de A se combina mediante enlaces covalentes con 3 átomos de B, la molécula resultante, AB_3 , siempre tendrá una estructura geométrica plana.

No, si el átomo A es carbono o boro y adopta una hibridación sp^2 la molécula tiene geometría triangular plana, pero si es un átomo diferente y no adopta este tipo de hibridación, puede tener una geometría no plana. Un ejemplo es el amoníaco, NH_3 , cuya geometría es de pirámide trigonal.

- b) (1 p) Existen moléculas apolares que, sin embargo, tienen enlaces polares.

Puede suceder que una molécula sea apolar, aunque sus enlaces sean polares. Ello se debe a que si la molécula es simétrica, la suma de los momentos dipolares de sus enlaces puede dar un vector nulo.

2.- La nitroglicerina, $C_3H_5(NO_3)_3$, se descompone según la ecuación termoquímica:



DATOS: $\Delta H_f^\circ (CO_2) (g) = -393,5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\Delta H_f^\circ (H_2O) (g) = -241,8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Masas atómicas: C = 12 H = 1 N = 14 O = 16

- a) (1 p) Calcula la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina.



$$\Delta H_R^0 = \sum n_p \cdot (\Delta H_f^0)_p - \sum n_r \cdot (\Delta H_f^0)_r$$

$$\Delta H_R^0 = 12 \cdot (\Delta H_f^0)_{CO_2(g)} + 10 \cdot (\Delta H_f^0)_{H_2O(g)} + (\Delta H_f^0)_{O_2(g)} + 6 \cdot (\Delta H_f^0)_{N_2(g)} - 4 \cdot (\Delta H_f^0)_{C_3H_5(NO_3)_3(l)}$$

$$-5700 = 12 \cdot (-393,5) + 10 \cdot (-241,8) + 0 + 6 \cdot 0 - 4 \cdot (\Delta H_f^0)_{C_3H_5(NO_3)_3(l)}$$

$$(\Delta H_f^0)_{C_3H_5(NO_3)_3(l)} = -360 \text{ kJ/mol}$$

En la formación de 1 mol de nitroglicerina líquida a partir de sus elementos se desprenden al entorno 360 kJ de energía.

- b) (1 p) Calcula el calor desprendido cuando se descomponen 100 g de nitroglicerina.

$$\Delta H = \frac{-5700 \text{ kJ}}{4 \text{ mol de } C_3H_5(NO_3)_3} \cdot \frac{1 \text{ mol de } C_3H_5(NO_3)_3}{227 \text{ g de } C_3H_5(NO_3)_3} \cdot 100 \text{ g de } C_3H_5(NO_3)_3 = -627,75 \text{ kJ}$$

3.- La ecuación de velocidad para la reacción $X + Y \rightarrow \text{productos}$, es de primer orden tanto respecto de X como de Y. Cuando la concentración de X es de $0,15 \text{ moles}\cdot\text{L}^{-1}$ y la de Y es de $0,75 \text{ moles}\cdot\text{L}^{-1}$, la velocidad de reacción es de $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ moles}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:

- a) (0,5 p) El valor de la constante de velocidad de la reacción.

La ecuación diferencial de velocidad para esta reacción es:

$$v = k \cdot [A] \cdot [B]$$

$$k = \frac{v}{[A] \cdot [B]} = \frac{4,2 \cdot 10^{-3}}{0,15 \cdot 0,75} = 3,73 \cdot 10^{-2} \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$$

- b) (0,5 p) La velocidad de reacción cuando las concentraciones de X e Y son $0,5 \text{ moles}\cdot\text{L}^{-1}$

$$v = k \cdot [A] \cdot [B] = 3,73 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 9,33 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$$

c) (0,5 p) Indica razonadamente cómo varía la velocidad de reacción al utilizar un catalizador.

Un catalizador es una sustancia que añadida a una reacción química modifica sensiblemente su velocidad, sin sufrir ninguna alteración química. Si el efecto es producir un aumento de la velocidad recibe el nombre de catalizador positivo o simplemente catalizador, y actúan provocando un nuevo mecanismo de reacción con una menor energía de activación. Si el efecto es producir una disminución de la velocidad recibe el nombre de catalizador negativo o inhibidor, y su mecanismo de actuación es provocando alguna reacción secundaria, bloqueando alguno de los reactivos o influenciando negativamente al catalizador de la reacción.

d) (0,5 p) Indica razonadamente cómo varía la velocidad de reacción al aumentar la temperatura.

Un aumento de la temperatura supone una mayor energía de las moléculas reaccionantes, lo que trae como consecuencia una mayor efectividad de las colisiones. En general se admite que, hasta cierto límite, la velocidad de reacción se dobla por cada 10 °C de aumento de la temperatura. La ecuación de Arrhenius, relaciona las variaciones de la constante específica de velocidad, k , con la temperatura.

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{R \cdot T}}$$

4.- En el siguiente equilibrio: $2 A (g) \rightleftharpoons 2 B (g) + C (g)$, ΔH es positivo. Considerando los gases ideales, razona hacia dónde se desplaza el equilibrio y qué le sucede a la constante de equilibrio en los siguientes casos:

a) (0,5 p) Si disminuye el volumen del recipiente a temperatura constante.

Una disminución del volumen del reactor provoca un desplazamiento del equilibrio en el sentido en el que se produce una disminución del número de moles gaseosos, por lo que **este equilibrio se desplaza hacia la izquierda**.

La constante de equilibrio no se modifica al disminuir el volumen del reactor.

b) (0,5 p) Si aumenta la temperatura.

Un aumento de la temperatura provoca un desplazamiento del equilibrio en el sentido del proceso endotérmico, por lo que **este equilibrio se desplaza hacia la derecha**.

La constante de equilibrio sí se modifica al aumentar la temperatura (en este caso, al tratarse de un equilibrio endotérmico, aumenta la constante de equilibrio).

c) (0,5 p) Si se añade algo de A.

Un aumento de la concentración de A (reactivo) provoca un desplazamiento del equilibrio en el sentido en el que se produce una disminución de su concentración, por lo que **este equilibrio se desplaza hacia la derecha**.

La constante de equilibrio no se modifica al modificar las concentraciones de los reactivos y/o productos.

d) (0,5 p) Si se retira algo de B del equilibrio.

Una disminución de la concentración de B (reactivo) provoca un desplazamiento del equilibrio en el sentido en el que se produce un aumento de su concentración, por lo que **este equilibrio se desplaza hacia la derecha**. **La constante de equilibrio no se modifica** al modificar las concentraciones de los reactivos y/o productos.

5.- Se realiza la electrólisis de una disolución acuosa que contiene Cu^{2+} . Calcula:

DATOS: $R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ $1 F = 96500 C$ Masa atómica: $\text{Cu} = 63,5$.
Carga del electrón = $1,6.10^{-19} C$

- a) (1 p) La carga eléctrica necesaria para que se depositen 5 g de Cu en el cátodo. Expresa el resultado en culombios.

La reacción que tiene lugar en el cátodo de la celda electrolítica es: $\text{Cu}^{+2} + 2 e^{-} \rightarrow \text{Cu}$

$$Q = 5 \text{ g Cu} \cdot \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5 \text{ g}} \cdot \frac{2 F}{1 \text{ mol Cu}} \cdot \frac{96500 C}{1 F} = 15196,8 C$$

- b) (1 p) ¿Qué volumen de H_2 (g), medido a 30°C y 770 mm Hg, se obtendría si esa carga eléctrica se emplease para reducir H^+ (acuoso) en un cátodo?

La reacción que tendría lugar en el cátodo de la celda electrolítica sería: $2 \text{H}^+ + 2 e^{-} \rightarrow \text{H}_2$

En primer lugar calculamos cuantos moles de hidrógeno se desprenderían.

$$n_{\text{H}_2} = 15196,8 C \cdot \frac{1 F}{96500 C} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 F} = 0,08 \text{ mol}$$

$$V_{\text{H}_2} = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{0,08 \cdot 0,082 \cdot 303}{(770/760)} = 1,96 L$$