

Se ha de elegir UNA de las dos PROPUESTAS presentadas.
Cada propuesta consta de cinco preguntas.
Cada pregunta será calificada con un máximo de dos puntos.
El tiempo disponible para la realización de la prueba es de 1,5 horas.

PROPUESTA I

1.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas (0,5 ptos c/u):

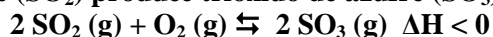
- La siguiente combinación de números cuánticos es posible para el electrón de un átomo: (2, 0, 1, 1/2).
- El radio de un átomo neutro de oxígeno [Z(O) = 8] es mayor que el radio de su ion O²⁻.
- El Trifluoruro de boro (BF₃) es un compuesto en el que el átomo de boro presenta hibridación sp³.
- El dióxido de carbono (CO₂) presenta enlaces polares, y por tanto, se trata de un compuesto polar.

Solución.

- Si el número cuántico principal es $n = 2$, los valores que puede tomar el número cuántico secundario son 0,1,2. Para un valor de $l = 0$, como se indica en la serie numérica, los valores que tomaría el número cuántico m solo puede ser cero y nunca 1 como aparece en la serie, por lo tanto la combinación de números cuánticos **no es válida**. La afirmación es **falsa**.
- Cuando el oxígeno neutro adquiere dos electrones se forma el ión O²⁻. Al adquirir dos electrones como el número de protones no varía, estos mismos electrones repartirán su fuerza de atracción entre todos los electrones y al haber dos más esta fuerza disminuirá, además estos dos electrones se situarán en el mismo nivel (orbital 2p) y como son cargas del mismo signo tienden a repelerse. Como consecuencia de todo ello el volumen del ión será mayor que el del átomo neutro. Luego la afirmación es **falsa**.
- En el BF₃ el boro forma tres enlaces covalentes con los átomos de F y como dispone de tres electrones en su capa de valencia no presentará pares solitarios (no enlazantes) en consecuencia los tres pares de electrones de enlace se situarán en tres orbitales y la hibridación es sp² (triangular plana). La afirmación es pues **falsa**.
- Los dos enlaces C = O son polares pero como no presentan pares de electrones no enlazantes, la molécula será lineal, con lo cual los dipolos se anulan y la molécula es apolar. La afirmación es **falsa**.

----- 0000000 -----

2.- La oxidación del dióxido de azufre (SO₂) produce trióxido de azufre (SO₃), según el siguiente equilibrio:



- Explica razonadamente, tres formas distintas de actuar sobre dicho equilibrio que dificulten la formación del trióxido de azufre (SO₃). (1,2 ptos).
- Teniendo en cuenta que el trióxido de azufre (SO₃) es, entre otros, uno de los gases responsables de la formación de la "lluvia ácida", explica cuáles son los efectos de dicho fenómeno, y comenta algunas de las posibles soluciones para evitarlo (0,8 ptos).

Solución.

- Las condiciones adecuadas serían aquellas que desplacen el equilibrio hacia los reactivos, es decir, hacia la izquierda. Una medida sería una disminución de la presión (ó aumento de volumen) que desplazaría el equilibrio hacia donde hay mayor número de moles gaseosas.
Otra posibilidad es quitando alguno de los reactivos del sistema donde tiene lugar la reacción. Y finalmente como la reacción es exotérmica mediante un aumento de la temperatura.
- Daños y enfermedades en los seres humanos a través de las vías respiratorias.
Daños a la flora y la fauna (desaparición de bosques).
Daños a los sistemas acuáticos (acidificación de las aguas).
Daños a cultivos.
Daños a obras de arte y edificios.
Corrosión de metales.

Una forma de evitarlo es no utilizando combustibles fósiles en centrales térmicas, purificando los combustibles (eliminación de S y N).

Empleo de convertidores catalíticos en los tubos de escape de los coches.

Empleo de fuentes de energía respetuosas con el medio ambiente.

----- 0000000 -----

3.- **Formular** según corresponda, las siguientes especies químicas (0,125 pts c/u):

Hidruro de hierro (III) (Hidruro férrico)

Ácido yodoso (Dioxoyodato (III) de hidrógeno)

1-etil-2-metilciclopentano

Propanonitrilo

Bromuro cúprico (Dibromuro de cobre)

Carbonato férrico (Trioxocarbonato (IV) de hierro (III))

2,3-dimetil-1-buteno (2,3-dimetilbut-1-eno)

Ácido pentanodioico

Nombrar (de una sola forma), según corresponda, las siguientes especies químicas (0,125 pts c/u):

HgS

HMnO₄

H₂C = CH - C ≡ C - CH₂ - CH₃

CH₃ - CH₂ - NH - CH₃

Solución.

a) FeH₃

HIO₂

CuBr₂

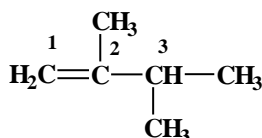
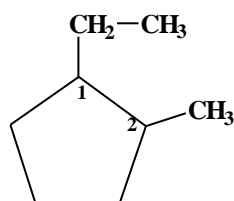
Fe₂(CO₃)₃

Sn(OH)₄

Ca(ClO₄)₂

H₃C - CH(OH) - CH₂ - CHO

H₃C - CH₂ - COO - CH₂ - CH₃



b) Sulfuro mercúrico/Monosulfuro de mercurio /Sulfuro de mercurio (II).

Permanganato potásico/Tetraoxomanganato (VII) de potasio,

Hidróxido estánnico.

Perclorato cálcico/Tetraoxoclorato (VII) de calcio.

Hex-1-en-3-ino/ 1-Hexen-3-ino

3-Hidroxibutanal.

N-Metilpropilamina.

Propanoato de etilo.

----- 0000000 -----

4.- A partir de los valores de las entalpías de formación a 298 K del metanol [CH₃OH(l)], dióxido de carbono [CO₂(g)] y agua [H₂O(l)], que son respectivamente, -238,6 KJ/mol, -393,5 KJ/mol y -285,8 KJ/mol.

Calcula:

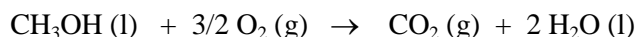
a) La entalpía de combustión del metanol, haciendo uso de la ley de Hess. (1,2 pts).

b) ¿Qué cantidad de calor se desprenderá en la combustión de 150 g de metanol? (0,8 pts)

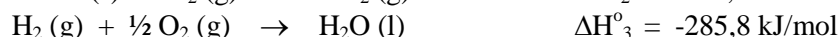
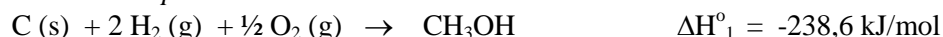
Datos: masa atómica (C) = 12; (O) = 16; (H) = 1

Solución.

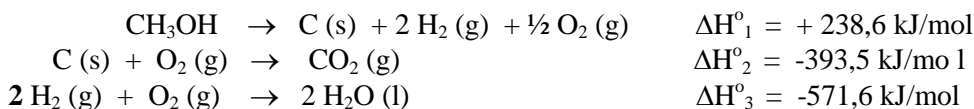
a) La reacción de combustión del metanol es:



De acuerdo con la ley de Hess procedemos a determinar esta reacción a partir de las reacciones de formación de los compuestos dados:



Para obtener la reacción deseada bastara con cambiar el sentido de la primera reacción y multiplicar por dos la reacción de formación del agua:



Sumando las tres reacciones se obtiene la reacción de combustión del metanol y la variación de entalpía que acompaña al proceso sería igual a la suma de las entalpías:

$$\Delta H^\circ_{\text{combustión}} = +238,6 - 393,5 - 571,6 = -726,5 \text{ kJ/mol}$$

Es decir, por cada mol de metanol que se quema se obtienen 726,5 kJ.

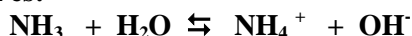
- b) Para calcular la cantidad de calor que se desprende cuando se quemar 150 g de metanol, calcular la masa molecular, $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 12 \times (1) + 1 \times (4) + 1 \times (16) = 32 \text{ g/mol}$.

$$150 \text{ g CH}_3\text{OH} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}}{32 \text{ g CH}_3\text{OH}} \times \frac{726,5 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_3\text{OH}} = 3405,47 \text{ kJ}$$

Esta sería la cantidad de energía que se desprende al quemar 150 g de metanol.

----- ooo0ooo -----

- 5.- Se prepara una disolución disolviendo 7 gramos de amoníaco (NH_3) en agua hasta obtener un volumen de 500 ml de disolución. Sabiendo que la constante de ionización del amoníaco, K_b , vale $1,78 \cdot 10^{-5}$ y que el equilibrio de disociación es:



Calcula:

- a) El grado de disociación. (1,2 pts).
b) El pH de la disolución resultante (0,8 pts).

Datos: mas. Atóm. (N) = 14; (H) = 1.

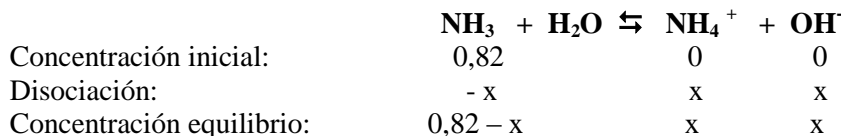
Solución.

- a) Para proceder a realizar los cálculos determinamos la concentración inicial del amoníaco.

$$\text{Moles NH}_3 = 7 \text{ g} / 17 \text{ g/mol} = 0,41 \text{ mol}$$

$$M = 0,41 \text{ mol} / 0,500 \text{ L} = 0,82 \text{ mol/L} = 0,82 \text{ M}$$

Establecemos el equilibrio de disociación:



Aplicando la expresión de la constante K_b del amoníaco tendremos:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{x^2}{0,82 - x} = \frac{x^2}{0,82} = 1,78 \cdot 10^{-5}$$

Al ser el valor de K_b relativamente pequeño hacemos la aproximación de $0,82 - x \cong 0,82$, resultando

$$x = 3,82 \cdot 10^{-3}$$

el grado de disociación α entonces:

$$\alpha = \frac{x}{c_0} = \frac{3,82 \cdot 10^{-3}}{0,82} = 4,66 \cdot 10^{-3}$$

- b) Para proceder al cálculo del pH obtenemos primero el pOH a partir de la reacción dada:

$$pOH = -\log [\text{OH}^-] = -\log (3,82 \cdot 10^{-3}) = 3 - \log 3,82 = 3 - 0,58 = 2,62$$

Por lo tanto el pH será:

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2,62 = 11,38$$

----- ooo0ooo -----

PROPUESTA II

1.-Indica y explica razonadamente, en cuál de los casos siguientes el proceso será siempre espontáneo, en cual nunca será espontáneo, y en cuáles la temperatura juega un papel fundamental (en éstos casos especifica si es mejor que su valor sea alto, o si es mejor que su valor sea bajo) (0,5 pts c/u):

- a) $\Delta H > 0$ y $\Delta S < 0$ b) $\Delta H < 0$ y $\Delta S < 0$ c) $\Delta H < 0$ y $\Delta S > 0$ d) $\Delta H > 0$ y $\Delta S > 0$

Solución:

a) La espontaneidad de una reacción viene dado por la variación de la energía libre, ΔG , que esta relacionada con la variación de la entalpía y con la variación de entropía por la ecuación:

$$\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S$$

Si la variación de entalpía es mayor que cero, el término entálpico será positivo y por otro lado la variación de entropía al ser menor que cero, pero estar multiplicado por el signo negativo determina que el término entrópico sea también positivo, por todo ello $\Delta G > 0$, es decir, **la reacción nunca será siempre espontánea**

b) Por la misma razón si la variación de entalpía es menor que cero, el término entálpico será negativo y por otro lado la variación de entropía al ser menor que cero, pero estar multiplicado por el signo negativo determina que el término entrópico sea también positivo, por lo que se debe cumplir que $\Delta H > T \times \Delta S$, lo que hace que la reacción sólo sea espontánea a temperaturas bajas.

c) La espontaneidad de una reacción viene dado por la variación de la energía libre, ΔG , que esta relacionada con la variación de la entalpía y con la variación de entropía por la ecuación:

$$\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S$$

Si la variación de entalpía es menor que cero, el término entálpico será negativo y por otro lado la variación de entropía al ser mayor que cero, pero estar multiplicado por el signo negativo determina que el término entrópico sea también negativo, por todo ello $\Delta G < 0$, es decir, **la reacción será siempre espontánea**

d) Por la misma razón, si la variación de entalpía es mayor que cero, el término entálpico será positivo y por otro lado la variación de entropía al ser mayor que cero, pero estar multiplicado por el signo negativo determina que el término entrópico sea también negativo, para lo que se debe cumplir que $T \times \Delta S > \Delta H$, con lo cual sólo será espontánea a temperaturas altas.

2.- Indica y explica razonadamente si las siguientes afirmaciones son Verdaderas o Falsas (0,5 pts c/u):

- c) En el acetileno o etino (C_2H_2) los átomos de carbono presentan hibridación sp^2 .
d) El dimetiléter (CH_3-O-CH_3) y el etanal (CH_3-CHO) son isómeros de función.
c) El ácido 2-metilpropanodioico [$HOOC-CH(CH_3)-COOH$] es un compuesto que presenta isomería óptica.
d) La deshidratación de un alcohol es una reacción de eliminación en la que se obtiene un alcano y agua.

Solución:

- a) Falso, pues la hibridación es sp
b) Falso, pues no coincide la fórmula molecular, el número de hidrógenos es distinto, y en los isómeros debe de coincidir.
c) Falso, pues no existe ningún carbono quiral.
d) Falso, pues se forma un alqueno y agua.

3.- Formular según corresponda, las siguientes especies químicas (0,125 pts c/u):

Óxido de selenio (VI) (Trióxido de selenio)

Ácido crómico (Tetraoxocromato (VI) de hidrógeno)

1-bromo-2,3-diclorobutano

Dimetilamina

Disulfuro de carbono (Sulfuro de carbono (IV))

Sulfito de aluminio (Trioxosulfato (IV) de aluminio)

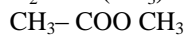
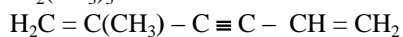
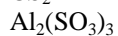
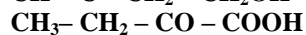
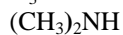
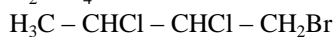
2-Metil-1,5-hexadien-3-ino (2-metil-1,5-hexadien-3-ino)

Etanoato de metilo

Nombrar (de una sola forma), según corresponda, las siguientes especies químicas (0,125 pts c/u):

**Solución:**

a)



b)

Pentaóxido de dibromo ,óxido bromico

Ácido nitroso, dioxinitrato(III) de hidrógeno, A. dioxinitrico (III)

1, 3 pentadieno (penta -1,3- dieno)

2 butanona (butan-2-ona)

Yoduro de magnesio, diyoduro de magnesio

Sulfato potásico, tetraoxosulfato (VI) de potasio

3-butin-1-ol (Pent-3-in-1ol)

Ácido 2-oxo-betanoico

4.- A cierta temperatura, el valor de la constante K_c para el equilibrio 2HCl(g) ⇌ H₂ (g) + Cl₂ (g) es 0,82. Si la reacción se inicia en un recipiente de 5,0 litros, colocando en él 15,0 g de cloruro de hidrógeno (HCl).

Calcula:

a) El grado de disociación del cloruro de hidrógeno. (1,4 ptos).

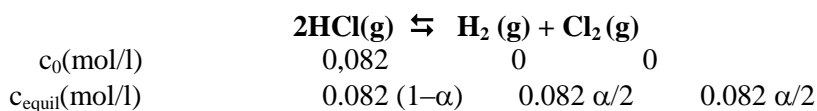
b) La concentración de cada uno de los gases presentes en el equilibrio. (0,6 ptos).

Datos: Masa atómica (Cl) = 35,5; (H) = 1**Solución.**

a) Procedemos en primer lugar a calcular la concentración del HCl en las condiciones indicadas:

$$P_m(\text{HCl}) = 36,5 \text{ uma.}$$

$$M = n^{\circ} \text{ de moles soluto/Volumen disolución} = (15/36,5)/ 5 = 0,082 \text{ M}$$



$$K_c = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{HCl}]^2} = \frac{(0.082\alpha/2)^2}{[0.082 (1-\alpha)]^2} = 0.82$$

Con lo que queda la siguiente ecuación:

$$\alpha^2 = 3.28\alpha^2 - 6.56\alpha + 3.28 \text{ que reordenada quedaría } 2.28\alpha^2 - 6.56\alpha + 3.28 = 0$$

Con lo cual α = 0.6447

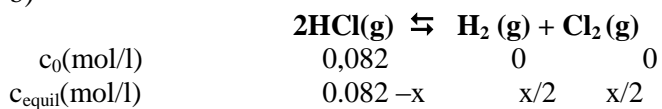
b) Y entonces

$$[\text{HCl}] = 0.082 (1 - 0.6447) = 0.029 \text{ M}$$

$$[\text{H}_2] = [\text{Cl}_2] = 0.082 \cdot 0.6447 / 2 = 0.026 \text{ M}$$

También se puede resolver de otra forma

b)



$$K_c = \frac{[\text{H}_2] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{HCl}]^2} = \frac{(x/2)^2}{(0.082-x)^2} = 0.82$$

Con lo que resolviendo la ecuación de segundo grado tengo que x = 0.0526

Y por tanto x = c α, de donde α = 0.642

Y ahora se hallan las concentraciones que dan lo mismo que antes, es decir:

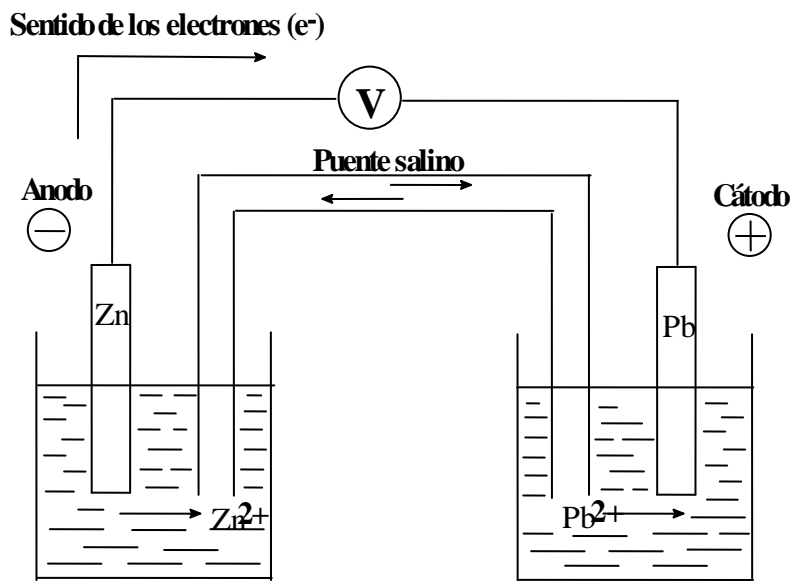
b)
 $[HCl] = 0.029M$
 $[H_2] = [Cl_2] = 0.026 M$

- 5.- Dados los pares (Pb^{2+} / Pb) y (Zn^{2+} / Zn) . Si queremos construir una pila galvánica (0,5 ptos c/u):
- Realiza un esquema de la misma, señalando cuál es el cátodo y cuál es el ánodo.
 - Escribe las reacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos y la reacción global.
 - Calcula el potencial estándar de la pila y escribe su notación.
 - ¿En qué dirección circulan los electrones por el circuito?
- Datos: $E^0 (Pb^{2+}/Pb) = -0,13 V$; $E^0 (Zn^{2+}/Zn) = -0,76 V$.

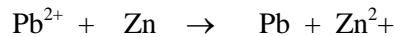
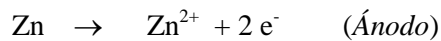
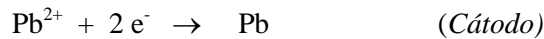
Solución.

a) Teniendo en cuenta el valor del potencial estándar como $E^0(Pb^{2+}/Pb) > E^0(Zn^{2+}/Zn)$ tenemos que la tendencia de los iones Pb^{2+} a reducirse a Pb es mayor que la de los iones Zn^{2+} a reducirse a Zn , por tanto podemos decir que el **electrodo de plomo** será el **cátodo**, lugar donde se produce la semirreacción de reducción y el **electrodo de cinc** será el **ánodo** donde se producirá la semirreacción de oxidación.

El esquema sería



b) La reacción iónica será pues:



c) $E^0_{\text{cel}} = E^0_{\text{catodo}} - E^0_{\text{anodo}} = -0,13 - (-0,76) = 0,63 V$.

Su notación será $Zn (s)|Zn^{2+}(ac) || Pb^{2+}(ac)|Pb (s)$

d) Los electrones circulan del ánodo al cátodo, así los electrones cedidos por el cinc circulan por el hilo conductor hasta el cátodo de plomo, donde el ion Pb^{2+} que está en contacto con él los capta y se reduce.