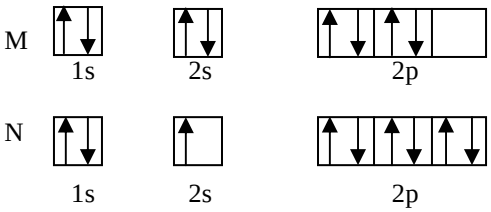
UNIVERSIDADES DE ASTURIAS / P.A.U. – LOGSE – JUNIO 2006 / ENUNCIADOS

BLOQUE 1.-

a) Razona si las siguientes configuraciones electrónicas de los átomos neutros M y N incumplen alguna de las reglas o principios que corresponden aplicar para establecer la configuración electrónica de los átomos en estado fundamental.



b) A qué grupo de la tabla periódica pertenecen cada uno de los elementos anteriores.

c) Razona cuál de ellos posee menor radio atómico.

d) ¿Cuáles son los valores de los números cuánticos n y l que le corresponden a un orbital 2p?

BLOQUE 2.-

a) Representa e indica la forma geométrica que adoptan los compuestos: CH_4O y CH_2O.

b) Indica el valor aproximado de los ángulos de enlace alrededor del átomo central de carbono en las moléculas de CH_4O y CH_2O.

c) Identifica el tipo de fuerza intermolecular más importante existente para cada sustancia en estado líquido.

DATOS: Z(H) = 1; Z(C) = 6; Z(O) = 8.

BLOQUE 3.-

3.- En un recipiente de 5 L se introducen 2,0 moles de PCl_5 (g) y 1,0 moles de PCl_3 (g). La temperatura se eleva a 250 ºC, estableciéndose el siguiente equilibrio: $PCl_5\,(g) \leftrightarrows PCl_3\,(g) + Cl_2\,(g)$.

Sabiendo que K_c para la reacción a esa temperatura vale 0,042, se pregunta:

a) Calcula la concentración de cloro en el equilibrio.

b) Calcula el valor de K_p a esa temperatura.

c) Calcula el % de disociación alcanzado por el PCl_5.

DATOS: R = 0,082 atm · l · mol^{-1} · K^{-1}.

Resultado: a) $[Cl_2] = 5{,}6 \cdot 10^{-2}$ M; b) K_p = 1,8 atm; c) α = 14 %.

BLOQUE 4.-

Para calcular la alcalinidad de un agua residual de una industria de sosa cáustica (NaOH), se tomó 50 mL de la misma y se gastaron 20 mL de HCl 0,1 M.

a) Dibuja el montaje experimental para llevar a cabo esta volumetría, indicando en dicho dibujo los materiales y sustancias utilizadas.

b) En el laboratorio se dispone de fenolftaleina (intervalo de viraje 8,3-10) y anaranjado de metilo (intervalo de viraje 3,1-4,4). Señala justificadamente si los dos indicadores serían válidos para señalar el punto final de la volumetría y escribe la reacción química que tiene lugar.

c) Calcula la concentración molar de la sosa cáustica en el agua y cual sería su pH.

Resultado: b) Los dos son válidos; c) [NaOH] = 0,04 M; pH = 12,6.

BLOQUE 5.-

La reacción principal del método de contacto en la fabricación de ácido sulfúrico es la oxidación catalítica del dióxido de azufre que se lleva a cabo a una temperatura de unos 400 ºC:

$$2SO_2\,(g) + O_2\,(g) \leftrightarrows 2\,SO_3\,(g) \qquad \Delta H = -198{,}2 \text{ kJ.}$$

a) ¿Qué cantidad de energía se desprende en la oxidación de 74,6 g de dióxido de azufre si la reacción se realiza a volumen constante?

b) Predecir justificadamente el signo de la variación de entropía de dicha reacción.

c) Justifica por qué la disminución de la temperatura favorece la espontaneidad de dicho proceso.

DATOS: R = 8,31 · 10^{-3} kJ · mol^{-1} · K^{-1}; M (SO_2) = 64 g · mol^{-1}.

Resultado: a) Q = – 115,51 kJ.

BLOQUE 6.-

En el laboratorio se han realizado los siguientes experimentos:

Experimento	Reactivos	Resultados
Tubo 1	Hilo de Ag + HCl	No hay reacción
Tubo 2	Lámina Al + HCl	Desprendimiento de gas

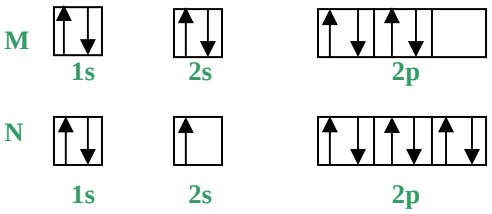
a) Justifica, utilizando los potenciales estándar de reducción, por qué no se observa reacción en el tubo 1.

b) Utilizando el método del ión-electrón, escribe la ecuación iónica ajustada de la reacción que ha tenido lugar en el tubo 2, indicando que especie se oxida y cual se reduce.

c) Dibuja un esquema de la pila que podría construirse utilizando la reacción del tubo 2 señalando el ánodo, cátodo y sentido del movimiento de los iones del puente salino.

DATOS: $E^o(Ag^+/Ag) = 0,80$ V; $E^o(Al^{3+}/Al) = -1,66$ V; $E^o(H^+/H_2) = 0,0$ V.

BLOQUE 1.- a) Razona si las siguientes configuraciones electrónicas de los átomos neutros M y N incumplen alguna de las reglas o principios que corresponden aplicar para establecer la configuración electrónica de los átomos en estado fundamental.



b) A qué grupo de la tabla periódica pertenecen cada uno de los elementos anteriores.
c) Razona cuál de ellos posee menor radio atómico.
d) ¿Cuáles son los valores de los números cuánticos n y l que corresponden a un orbital 2p?

Solución:

a) Una configuración electrónica es fundamental cuando los electrones que la componen se ubican en los orbitales de menor contenido energético, y no incumplen ninguno de los principios a aplicar para establecerla. Un análisis de las configuraciones electrónicas propuestas indica que ninguna de las dos es fundamental, pues en la M los electrones de los orbitales 2p, cuatros, se encuentran apareados, por lo que incumplen el principio de máxima multiplicidad de Hund; mientras que en la N, el orbital 2s aparece semilleno y los 2p llenos, incumpliendo el principio de mínima energía. Para que las configuraciones de los átomos M y N fueran fundamentales, en la del M ha de desaparearse uno de los electrones 2p y situarse en el orbital 2p vacío, y en el átomo N ha de desaparearse uno de los electrones 2p y situarse en el orbital 2s apareándose con el que aquí se encuentra.

b) El período al que pertenece un elemento químico viene dado por el número cuántico principal de su último nivel energético, es decir, de su capa de valencia, mientras que el grupo al que pertenece se asigna en función del número de electrones s, d o p de la capa de valencia. Si la capa de valencia la constituye sólo el orbital s, el grupo al que pertenece el elemento es el 1 o el 2, según posea el átomo 1 o 2 electrones en el orbital. Si se está completando un orbital d, el grupo al que pertenece el átomo viene dado por los electrones d más 2, es decir, grupo = 2 + nº e^- d. Si el orbital que se está completando es el p, el grupo al que pertenece el elemento viene dado por el número de electrones p más 12, es decir, por la expresión grupo = 12 + nº e^- p.

Luego, el elemento M corresponde al período 2º (n = 2), grupo 16 (12 + 4 e^- p), y el N al período 2º grupo 17 (14 + 5 e^- p).

c) El radio atómico es una propiedad periódica que disminuye al avanzar en un período, crece la carga nuclear que contrae el volumen atómico al atraer con más fuerza los electrones del mismo nivel energético, y aumenta al bajar en un grupo, pues aunque aumenta la carga nuclear, los electrones se sitúan en orbitales más alejados y la atracción es muy débil. Luego, como los elemento M y N corresponden al mismo período, el situado más a la izquierda, el M, es el de menor radio atómico.

d) A un orbital 2p le corresponde para **n** el valor 2 y para **l** el valor 1.

BLOQUE 2.- a) Representa e indica la forma geométrica que adoptan los compuestos: CH_3OH y CH_2O.

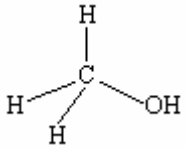
b) Indica el valor aproximado de los ángulos de enlace alrededor del átomo central de carbono en las moléculas de CH_4O y CH_2O.

c) Identifica el tipo de fuerza intermolecular más importante existente para cada sustancia en estado líquido.

DATOS: Z (H) = 1; Z (C) = 6; Z (O) = 8.

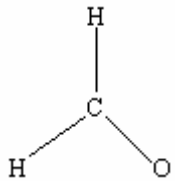
Solución:

a) En el compuestos metanol, CH_3OH, el átomo central de la molécula, el carbono, utiliza en sus uniones con los átomos de hidrógeno y oxígeno cuatro orbitales híbridos sp^3, y por estar rodeado sólo de pares de electrones enlazantes, estos orbitales se orientan en el espacio, desde el átomo de carbono, hacia los vértices de un tetraedro regular para conseguir la mínima repulsión electrostática



entre ellos, por lo que la geometría de la molécula es tetraédrica.

En el compuesto metanal, CH_2O, el átomo central de la molécula, el carbono, emplea para unirse mediante enlaces σ a los dos hidrógenos y oxígeno tres orbitales híbridos sp^2, y por solapamiento lateral entre el orbital 2p del carbono con el 2p del oxígeno por enlace π. Por no existir sobre el carbono ningún par de electrones libres, los orbitales híbridos sp^2 se orientan en el plano, desde el átomo de carbono, hacia los vértices de un triángulo equilátero para conseguir la mínima repulsión electrostática entre ellos, por lo que la geometría de la molécula es plana triangular.



b) En la molécula CH_4 con geometría tetraédrica regular, el ángulo de enlace HCH es de 109,5º, y en la molécula CH_2O con geometría molecular plana triangular, el ángulo HCH es de unos 120º.

c) Entre las moléculas de CH_3OH en las que los átomos de hidrógenos se unen a un átomo de pequeño radio y muy electronegativo como el oxígeno, la fuerza intermolecular que aparece es el enlace de hidrógeno; mientras que entre las moléculas de CH_2O, polar, el tipo de fuerza que aparece son las de Van der Waals dipolo-dipolo.

BLOQUE 4.- Para calcular la alcalinidad de un agua residual de una industria de sosa cáustica (NaOH), se tomó 50 mL de la misma y se gastaron 20 mL de HCl 0,1 M.

a) Dibuja el montaje experimental para llevar a cabo esta volumetría, indicando en dicho dibujo los materiales y sustancias utilizadas.

b) En el laboratorio se dispone de fenolftaleína (intervalo de viraje 8,3-10) y anaranjado de metilo (intervalo de viraje 3,1-4,4). Señala justificadamente si los dos indicadores serían válidos para señalar el punto final de la volumetría y escribe la reacción química que tiene lugar.

c) Calcula la concentración molar de la sosa cáustica en el agua y cual sería su pH.

Solución:

a) HAZ EL DIBUJO.

b) En el punto de equivalencia se forma la sal NaCl totalmente ionizada, y los iones, Na^+ y Cl^-, ácido y base conjugados muy débiles de las respectivas base y ácido muy fuertes, NaOH y HCl, por no sufrir hidrólisis, dejan el pH de la valoración en el valor 7. Debido a que el salto de pH para este tipo de valoraciones (base fuerte con ácido fuerte o viceversa) es muy grande (sobre unas 7 unidades), los dos indicadores propuestos pueden utilizarse. (Sería más apropiado un indicador cuyo intervalo de pH fuese 6,5 – 7,5). La reacción química que se produce es: $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$.

c) En la reacción de neutralización se observa que la base y el ácido reaccionan mol a mol, por lo que, conociendo los moles de HCl consumidos se conocen los moles de NaOH en el volumen de agua que se ha utilizado y, por tanto, su concentración molar. Los moles de HCl gastados son:

n (HCl) = M · V = 0,1 moles $\cancel{L}^{-1}$ · 0,020 $\cancel{L}$ = 0,002 moles, lo que indica que en los 50 mL de agua residual hay 0,002 moles de NaOH, siendo la concentración molar de esta disolución:

$$M = \frac{moles}{V} = \frac{0{,}002\ moles}{0{,}05\ L} = 0{,}04\ M.$$

Por tratarse de una base muy fuerte se encuentra totalmente ionizada en sus iones, Na^+ y OH^-, cuya concentración es 0,04 y, por tanto su pOH = – log [OH^-] = – log 0,04 = 1,4, y de la relación entre el pH y pOH se obtiene el valor de aquel: pH + pOH = 14 ⇒ pH = 14 – pOH = 14 – 1,4 = 12,6.

Resultado: b) Los dos son válidos; c) [NaOH] = 0,04 M; pH = 12,6.