BLOQUE 1

CUESTIÓN 1A.- Sean dos elementos A y B cuyos números atómicos son Z (A) = 28 y Z (B) = 35. Contesta a las siguientes cuestiones:

a) Escribe la configuración electrónica en el estado fundamental de ambos elementos.
b) ¿Qué elemento tiene el potencial de ionización más elevado?
c) ¿Qué elemento tiene los átomos más pequeños? Razona la respuesta.
d) En el caso que los elementos A y B se pudieran combinar para formar un compuesto estable y neutro, ¿cuál es la fórmula más probable del compuesto?

Solución:

a) Las configuraciones electrónicas son:
A (Z = 28): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^8$; B (Z = 35): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$;

b) El potencial de ionización es una propiedad periódica que aumenta al avanzar en un período desde la izquierda a la derecha. Se debe, a que al aumentar la carga nuclear e introducirse el electrón que se gana en el mismo nivel energético (capa de valencia), la fuerza atractiva núcleo-electrón diferenciador se va incrementando, por lo que se necesita más energía para arrancar un electrón, es decir, aumenta la energía de ionización. Luego, al encontrarse los elementos A y B en el mismo período, el 4º, el elemento B, por ser el que se encuentra más a la derecha, es el de mayor potencial de ionización.

c) El radio atómico es otra propiedad periódica que disminuye al avanzar en un período hacia la derecha. La razón se encuentra en que al avanzar en el período aumenta la carga nuclear, mientras que el electrón que se va introduciendo lo hace en el mismo nivel energético (capa de valencia), por lo que la fuerza atractiva núcleo-electrón diferenciador se va haciendo cada vez más intensa, provocando en el átomo una disminución de su radio. Luego, el átomo del elemento B, el situado más a la derecha en el período es el de menor tamaño.

d) Cuando dos o más átomos tienden a formar un compuesto neutro, lo hacen compartiendo electrones o ganándolos y cediéndolos. En ambos casos, los átomos adquieren configuración electrónica del gas noble siguiente o anterior, o la configuración electrónica más estable.

Un átomo del elemento de transición A pierde 3 electrones y se transforma en el ión A^{3+}, con 5 electrones d, $3d^5$, (orbital semilleno estable) y 2 electrones s, $4s^2$ (orbital completo estable), mientras que un átomo del elemento B gana un electrón y forma el anión B^-, con la configuración del gas noble Kr.
La fórmula del compuesto que se forma es: AB_3.

BLOQUE 2

PROBLEMA 2A.- Se dispone en el laboratorio de una disolución de ácido nítrico, HNO_3, del 36 % de riqueza y 1,18 kg · L^{-1} de densidad. Teniendo en cuenta que el ácido nítrico es un ácido fuerte, calcula:

a) La molaridad de la disolución.
b) El pH de la disolución resultante de añadir 5 mL de la disolución de HNO_3 inicial a 600 mL de agua.
c) El pH de la disolución resultante de mezclar 125 mL de la disolución de HNO_3 del apartado anterior con 175 mL de una disolución de NaOH de concentración 0,075 M.

DATOS: A_r (H) = 1 u; A_r (N) = 14 u; A_r (O) = 16 u; $K_w = 10^{-14}$.

Solución:

M (HNO_3) = 63 g · mol^{-1}.
a) La molaridad de la disolución de HNO_3 es:

$$1{,}18\frac{\cancel{kg\ disolución}}{L\ disolución}\cdot\frac{1000\ \cancel{g\ disolución}}{1\ \cancel{kg\ disolución}}\cdot\frac{36\ \cancel{g\ HNO_3}}{100\ \cancel{g\ disolución}}\cdot\frac{1\ mol\ HNO_3}{63\ \cancel{g\ HNO_3}} = 6{,}74\ \text{M}.$$

b) Los 5 mL de la disolución anterior contiene un número de moles que al diluirlos en 600 mL de agua, proporciona a la nueva disolución una nueva concentración, de la que depende el pH.

Los moles de HNO_3 contenidos en los 5 mL de disolución son:

$M = \frac{moles}{volumen} \Rightarrow moles = M \cdot V = 6{,}74$ moles $\cdot \cancel{L}^{-1} \cdot 0{,}005 \cancel{L} = 0{,}034$ moles, que al encontrarse disueltos en un volumen de 605 mL de disolución, adquiere ésta una concentración:

$M = \frac{moles}{Volumen} = \frac{0{,}034\ moles}{0{,}605\ L} = 0{,}056$ M, que es la concentración de iones H_3O^+, por ser el ácido HNO_3 muy fuerte, siendo el pH de la disolución: pH = – log $[H_3O^+]$ = – log 0,056 = 1,25.

c) La reacción de neutralización es: $HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$.

Para comprobar si la reacción es completa o sobra alguno de los reactivos, se obtienen los moles de cada uno de ellos y se comprueba que cumplen con la estequiometría de la reacción. Si la reacción es completa el pH de la disolución resultante será 7, ácida si sobran moles de ácido y básica si lo que sobran son moles de base. La sal $NaNO_3$, totalmente ionizada, cuyos iones son ácido conjugado, Na^+, extremadamente débil y base conjugada, NO_3^-, también muy débil, no sufre hidrólisis, por lo que para nada influye en el pH provocado por el posible exceso de ácido o base.

Moles de HNO_3 mezclados: n (HNO_3) = M · V = 0,056 moles $\cdot \cancel{L}^{-1} \cdot 0{,}125 \cancel{L}$ = 0,007 moles;

Moles de NaOH mezclados: n(NaOH) = M · V = 0,075 moles $\cdot \cancel{L}^{-1} \cdot 0{,}175 \cancel{L}$ = 0,013moles.

Como la reacción transcurre consumiéndose 1 mol de base por mol de ácido, los moles de base que se consumen son 0,007 moles, sobrando 0,013 – 0,007 = 0,006 moles de NaOH, que al encontrarse disueltos en un volumen total de 0,125 + 0,175 = 0,300 L, proporciona a la nueva disolución una concentración: $M = \frac{moles}{Volumen} = \frac{0{,}006\ moles}{0{,}300\ L} = 0{,}02$ M, que es la concentración de iones OH^-, por ser la base muy fuerte y estar totalmente ionizada, siendo el pOH de la disolución:

pOH = – log $[OH^-]$ = – log 0,02 = 1,7, y el pH: pH = 14 – pOH = 14 – 1,7 = 12,3.

Resultado: a) $[HNO_3]$ = 6,74 M; b) pH = 1,25; c) pH = 12,3.

BLOQUE 3

CUESTIÓN 3B.- Considera las siguientes semirreacciones redox cuyos potenciales estándar se indican:

Semirreacciones de reducción	E^o (V)
Cl_2 (g) + 2 e^- → 2 Cl^-	1,36
I_2 (g) + 2 e^- → 2 I^-	0,535
Pb^{2+} (aq) + 2 e^- → Pb (s)	– 0,126
V^{2+} (aq) + 2 e^- → V (s)	– 1,18

a) Identifica el agente oxidante más fuerte.
b) Identifica el agente reductor más fuerte.
c) Señala, justificando la respuesta, la (s) especie (s) que puede (n) ser reducida (s) por el Pb (s). Escribe la (s) ecuación (es) química (s) correspondiente (s).

Solución:

a) Para todo par redox, mientras más positivo sea su potencial estándar de reducción, mayor es el carácter oxidante de la especie oxidada de su semirreacción, ocurriendo ésta, preferentemente, en la forma en que se encuentra escrita. Luego, de las semirreacciones propuestas, el agente más oxidante es el Cl_2.

b) Del mismo modo pero en sentido inverso, para todo par redox, mientras más negativo sea su potencial estándar de reducción, mayor es el carácter reductor de la especie reducida de su semirreacción, ocurriendo ésta, preferentemente, en el sentido contrario al que se encuentra escrita. Luego, el metal V es el agente reductor más fuerte de los propuestos en las semirreacciones de reducción.

c) $Pb - 2\,e^- \rightarrow Pb^{2+}$
$Cl_2 + 2\,e^- \rightarrow 2\,Cl^-$,
$Pb + Cl_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2\,Cl^-$.

$Pb - 2\,e^- \rightarrow Pb^{2+}$
I_2 (g) $+ 2\,e^- \rightarrow 2\,I^-$
$Pb + I_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2\,I^-$.

Si el potencial de las reacciones es positivo la reacción es espontánea y si es negativo es imposible. El potencial de cada reacción se obtiene de la expresión $E^o_r = E^o_{cátodo} - E^o_{ánodo}$, en la que corresponde el cátodo al par más positivo o menos negativo, y el ánodo al más negativo o menos positivo. Luego: E^o_{r1} = 1,36 V – (–0,126) V = 1,486 V; E^o_{r2} = 0,535 V – (–0,126) V = 0,661 V.

www.yoquieroaprobar.es

BLOQUE 4

PROBLEMA 4A.- Sabiendo que el producto de solubilidad, K_{ps}, del hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$, vale a 25 ºC $5{,}5 \cdot 10^{-6}$, calcula:

a) La solubilidad molar del hidróxido.
b) El pH de una disolución saturada de esta sustancia.
c) El volumen de una disolución 0,045 M de HCl que es necesario añadir a 75 mL de una disolución saturada de hidróxido de calcio para neutralizarla.

Solución:

a) El equilibrio de disociación del hidróxido de calcio es: $Ca(OH)_2 \leftrightarrows Ca^{2+} + 2\ OH^-$,

De la estequiometría del equilibrio de solubilidad se deduce que, si la solubilidad de la sal en disolución es S, en moles · L^{-1}, la solubilidad de los iones Ca^{2+} es S, y la de los iones OH^- es 2 · S.

Del producto de solubilidad: $P_s = [Ca^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = S \cdot (2 \cdot S)^2 = 4 \cdot S^3$, sustituyendo las variables conocidas por sus valores, despejando S y operando:

$$5{,}5 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{5{,}5 \cdot 10^{-6}}{4}} = \sqrt[3]{1{,}375 \cdot 10^{-6}} = 1{,}1 \cdot 10^{-2} \text{ moles} \cdot L^{-1}.$$

b) La concentración de OH^- es: $[OH^-] = 2 \cdot 1{,}59 \cdot 10^{-5} = 3{,}18 \cdot 10^{-5}$ M, correspondiendo a la disolución un pOH: $pOH = -\log [OH^-] = -\log 1{,}1 \cdot 10^{-2} = 2 - \log 1{,}1 = 2 - 0{,}04 = 1{,}96$.

El pH de la disolución es: $pH = 14 - pOH = 14 - 1{,}96 = 12{,}04$.

c) Al adicionar HCl a la disolución, todo el $Ca(OH)_2$ va reaccionando hasta completar la reacción de neutralización: $Ca(OH)_2 + 2\ HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O$, en la que se aprecia como por cada mol de $Ca(OH)_2$ que reacciona se consumen 2 moles de HCl, por lo que determinando los moles de $Ca(OH)_2$ que contienen los 75 mL de disolución saturada, y el doble de moles son los que se consumen de HCl, a partir de los cuales se determina el volumen en el que están contenidos.

Moles de Ca $(OH)_2$: $n\ [Ca(OH)_2] = M \cdot V = 1{,}1$ moles $\cancel{L^{-1}} \cdot 0{,}075 \cancel{L} = 8{,}25 \cdot 10^{-2}$ moles, por lo que de HCl se necesitarán consumir $2 \cdot 8{,}25 \cdot 10^{-2} = 0{,}165$ moles de HCl, que se encuentran disueltos en el volumen de disolución: $M = \frac{moles}{Volumen} \Rightarrow V = \frac{moles}{M} = \frac{0{,}165 \cancel{moles}}{0{,}045 \cancel{moles} \cdot L^{-1}} = 3{,}67$ L.

Resultado: a) $S = 1{,}1 \cdot 10^{-2}$ M; b) pH = 12,04; c) V (HCl) = 3,67 L.

BLOQUE 5

CUESTIÓN 5A.- Explica por qué se dice del ozono que es un gas beneficioso pero, al mismo tiempo, también perjudicial para la vida en la Tierra.

Solución:

El ozono es un gas que si se respira, aún en pequeñas concentraciones, es tóxico, provocando o activando enfermedades respiratorias, asma, alergias, etc., pudiendo causar hasta la muerte. A causa de la actividad automovilística e industrial, el ozono se encuentra en concentraciones crecientes en las zonas urbanas de elevado desarrollo.

Entre los efectos beneficiosos que produce el ozono se encuentra:

1º.- Ser un buen agente desinfectante, empleándose en la eliminación de virus y bacterias del aire. En la industria se emplea en depuradoras, y en medicina se utiliza la ozonoterapia.

2º.- Es un filtro que evita el paso de las radiaciones U.V. de longitud de onda inferior a 300 nm, las cuales son perjudiciales para la vida en la superficie terrestre, dejando pasar las de longitud de onda larga que son las que permiten la vida en la Tierra.

3º.- En la industria se emplea como agente en la síntesis de ciertos compuestos orgánicos.

www.yoquieroaprobar.es