QUÍMICA
JULIO 2021
OPCIÓN A

Ejercicio 1. (Calificaciónn máxima: 2 puntos)

Responda a las siguientes cuestiones:

a) Los elementos A ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$), B ($1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ y C ($1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$). Identifique cada elemento y especifique el grupo y el periodo al que pertenece.

b) Considere los elementos D ($1s^2 2s^1$) y E ($1s^2 2s^2 2p^6$). La primera energía de ionización de uno de ellos es 2080,7 $kJ \cdot mol^{-1}$ y la del otro 520,2 $kJ \cdot mol^{-1}$. Justifique qué valor de la energía de ionización corresponde a cada uno.

c) ¿Cuántos electrones desapareados existen en los átomos de Na, N y Ne?

Solución:

a)
A: Magnesio, periodo 3 grupo 2
B: Carbono, periodo 2 grupo 14
C: Azufre, periodo 3 grupo 16

b) La energía de ionización es la energía que hay que suministrar a un átomo en estado gaseoso para arrancarle un electrón. Cuanto más pequeño es un átomo, sentirá más atracción núcleo-electrón y será necesaria más energía. Los elementos D y E tienen el mismo número de niveles energéticos, pero el elemento E tiene mayor número de cargas al tener mayor Z, por este motivo EI de E será 2080,7 KJ/mol y EI de D será 520,2 KJ/mol.

c) Na (Z=11) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ un electrón desapareado en el orbital 3s.
N (Z=7) $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ tiene 3 electrones desapareados en los orbitales 2p.
Ne (Z=10) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ tiene todos los orbitales llenos y no tiene electrones desapareados.

Ejercicio 2. (Calificación máxima: 2 puntos)

Para la reacción en fase gaseosa $2\ NO_2\ (g) + F_2\ (g) \rightarrow 2\ NO_2F\ (g)$ la ecuación de velocidad es $v = k\ [NO_2]\ [F_2]$. Responda las siguientes cuestiones:

a) Indique los órdenes parciales respecto de los reactivos y el orden total de la reacción.

b) Razone si es una reacción elemental.

c) Determine las unidades de la constante de velocidad.

d) Justifique, mediante la ecuación de Arrhenius, cómo afecta un aumento de temperatura a la velocidad de reacción.

Solución:

a) Los órdenes parciales corresponden con los exponentes de la ley de velocidad y el orden total es la suma de todos los órdenes parciales. En este caso, el orden parcial con respecto del NO_2 y del F_2 es 1 y el orden total sería 2.

mundoestudiante

b) No es una reacción elemental ya que el orden parcial del NO_2 no se corresponde con su coeficiente estequiométrico.

c)

$$v = k[NO_2][F_2]; \frac{mol}{L \cdot s} = K \cdot \frac{mol^2}{L^2}; K = \frac{L}{mol \cdot s}$$

d) Según la ecuación de Arrhenius: $K = A \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}}$ al aumentar la temperatura, la constante K también aumenta y por lo tanto aumentará la velocidad de la reacción.

Ejercicio 3. (Calificación máxima: 2 puntos)

Se hacen reaccionar dicromato de potasio y yoduro de potasio en presencia de ácido sulfúrico, dando lugar a sulfato de cromo (III), yodo y sulfato de potasio.

a) Formule las semirreacciones de oxidación y reducción e indique las especies oxidante y reductora.
b) Ajuste la reacción iónica y molecular global por el método del ion-electrón.
c) Determine el volumen de una disolución 0,25 M de dicromato de potasio que se necesita para obtener 5,0 g de yodo.

Dato. Masa atómica: I = 127.

Solución:

$$\underset{+1\ \ +6\ \ -2.}{K_2Cr_2O_7} + \underset{+1\ -1}{KI} + + \underset{+1\ +6\ -2}{H_2SO_4} \rightarrow \underset{+3\ \ +6\ -2.}{Cr_2(SO_4)_3} + \underset{0}{I_2} + \underset{+1\ +6\ -2}{K_2SO_4} + \underset{+1\ -2}{H_2O}$$

Reducción: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$ (Oxidante $Cr_2O_7^{2-}$)

Oxidación: $(2I^- \rightarrow I_2 + 2e)x3$ (Reductor I^-)

R. Iónica: $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

R. Global: $K_2Cr_2O_7 + 6KI + + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$

$$n_{I_2} = \frac{5}{127 \cdot 2} = 0{,}02mol$$

$$0{,}02molI_2 \cdot \frac{1molK_2Cr_2O_7}{3molI_2} = 6{,}56 \cdot 10^{-3}molK_2Cr_2O_7$$

$$6{,}56 \cdot 10^{-3}molK_2Cr_2O_7 \cdot \frac{1molK_2Cr_2O_7}{0.25\frac{mol}{l}K_2Cr_2O_7} = 0{,}027 \text{ ml}$$

Ejercicio 4. (Calificación máxima: 2 puntos)

Justifique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas.

a) El propanoato de metilo se obtiene mediante una reacción de esterificación a partir de ácido propanoico y etanol.
b) En la reacción de eliminación del compuesto butan−2−ol se obtiene como producto mayoritario but−1−eno.
c) El compuesto prop−2−en−1−ol es un isómero de función de la propanona.
d) El compuesto pent−2−eno en presencia de Br_2 da lugar a 2,3−dibromopentano.

mundoestudiante

Solución:

a) Falso. Se obtiene a partir del ácido propanoico y del metanol:

CH_3-CH_2-COOH + CH_3OH → CH_3-CH_2-COO-CH_3 + H_2O

b) Falso. Se obtiene como compuesto mayoritario el 2-buteno, según la regla de Saytzeff.

CH_3-CHOH-CH_2-CH_3 → CH_2=CH-CH_2-CH_3 + $\underline{CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3}$ (mayoritario)

c) Verdadero, ambos tienen la misma fórmula molecular y se diferencian en el grupo funcional.

Prop-2-en-1-ol CH_2OH-CH=CH-CH_2 → C_3H_6O

Propanona CH_3-CO-CH_3 → C_3H_6O

d) Verdadero: CH_2-CH_2=CH-CH_2-CH_3 + Br_2 → CH_3-CHBr-CHBr-CH_2-CH_3

<u>Ejercicio 5.</u> (Calificación máxima: 2 puntos)

Se prepara una disolución de ácido nitroso de pH = 2,42.

a) Determine la concentración inicial del ácido.
b) Calcule el grado de disociación del ácido.
c) A 200 mL de la disolución del enunciado se le adicionan 500 mg de NaOH. Escriba la reacción que transcurre y justifique si el pH de la disolución resultante es ácido, básico o neutro.

Datos. Ka (ácido nitroso) = 4,5·10-^{4}. Masas atómicas: H = 1; O = 16; Na = 23

Solución:

a) y b)

pH = 2,42 Ka (ácido nitroso) = $4{,}5\cdot10^{-4}$

$HNO_2 + H_2O \leftrightarrow NO_2^- + H_3O^+$

c_0	c		
c_r	cα		
c_{eq}	c(1-α)	cα	cα

$c\alpha = 10^{-2{,}42}$

$K_a = \frac{c\alpha\cdot c\alpha}{c(1-\alpha)}$ Como la Ka es muy pequeña, el ácido está muy poco disociado, lo que hace que se pueda despreciar 1-α al ser este prácticamente 1.

$$K_a = \frac{c\alpha\cdot c\alpha}{c} \rightarrow c = \frac{(c\alpha)^2}{K_a} \rightarrow c = \frac{\left(10^{-2{,}42}\right)^2}{4{,}5\cdot10^{-4}} = \frac{0{,}032mol}{L} \rightarrow 0{,}032\alpha = 10^{-2{,}42} \rightarrow$$
$$\alpha = 0{,}12$$

c) $HNO_2 + NaOH \longrightarrow NaNO_2 + H_2O$

$n(HNO_2) = M\cdot V = 0{,}036\cdot0{,}2 = 0{,}0072\ moles$ $\quad n(NaOH) = \frac{m}{Mm} = \frac{0{,}5}{40} = 0{,}0125\ moles$

Hay más moles de NaOH, por lo que se produce una neutralización parcial, quedando una disolución básica.

mundoestudiante

QUÍMICA
JULIO 2021
OPCIÓN B

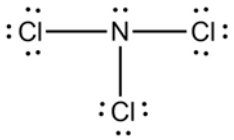
Ejercicio 1. (Calificación máxima: 2 puntos)

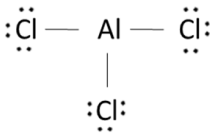
Considere las moléculas NCl_3 y $AlCl_3$.

a) Dibuje sus estructuras de Lewis.
b) Justifique las fuerzas intermoleculares presentes en el compuesto que forma cada molécula.
c) Indique la hibridación y el número de pares de electrones enlazantes y libres del átomo central de cada una de ellas.

Solución:

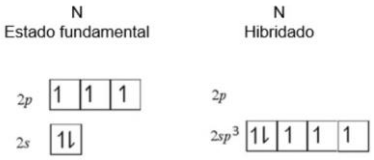
a)





b) Las fuerzas intermoleculares que se encuentran en el $AlCl_3$ son fuerzas de London al tratarse de una molécula apolar. Sin embargo, las del NCl_3 son fuerzas de dipolo-dipolo al ser una molécula polar. Esto es debido a sus geometrías (trigonal plana y piramidal trigonal, respectivamente) que hacen que la suma de los vectores de polaridad sean 0 en las apolares y distinto de 0 en las polares.

c) En el caso del $_{NCl3}$ la hibridación del átomo central es sp^3 ya que todos los enlaces de la molécula son simples de tipo σ por lo que todos los orbitales de valencia del N se hibridan.



Tiene 3 electrones enlazantes y dos electrones libres en sus orbitales híbridos.

En el caso del $AlCl_3$ la hibridación es sp^2 ya que a pesar de tener todos los enlaces de la molécula simples de tipo σ, el Al tiene un orbital p que está vacío por lo que no híbrida dicho orbital.

El Al tiene 3 pares enlazantes y ningún par libre.

mundoestudiante

Ejercicio 2. (Calificación máxima: 2 puntos)

Responda las siguientes cuestiones:

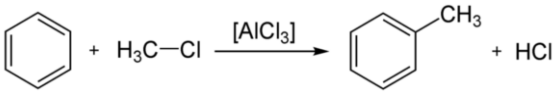
a) Formule la reacción que permite obtener metilbenceno (tolueno) a partir de clorometano e indique de qué tipo es.

b) Formule los siguientes compuestos: penta−2,4−dien−1,4−diol, but−3−in−2−ona y 4−fenil−2−metilpentan−1−ol.

c) Nombre y formule dos compuestos, isómeros de función, de fórmula molecular C_3H_6O.

Solución:

a)



Es una reacción de sustitución.

b)

penta−2,4−dien−1,4−diol $CH_2OH\text{-}CH{=}CH\text{-}COH{=}CH_2$

but−3−in−2−ona $CH_3\text{-}CO\text{-}C{\equiv}CH$

4−fenil−2−metilpentan−1−ol $CH_2OH\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}CH(C_6H_5)\text{-}CH_3$

c) $CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$ (Propanona)

$CHO\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ (Propanal)

Los isómeros de función son compuestos que tienen la misma fórmula molecular pero distinto grupo funcional.

Ejercicio 3. (Calificación máxima: 2 puntos)

Responda las siguientes cuestiones:

a) Ordene por orden creciente de pH las disoluciones acuosas de igual concentración de los siguientes compuestos: HF, NH_3, HCN y NaCl. Razone la respuesta.

b) Calcule la concentración de una disolución de ácido acético sabiendo que 75 mL de esta disolución se neutralizan con 100 mL de una disolución de hidróxido de potasio 0,15 M. *Datos. Ka (HF) = $1{,}4\cdot10^{-4}$; Kb (NH_3) = $1{,}8\cdot10^{-5}$; Ka (HCN) = $4{,}9\cdot10^{-10}$.*

Solución:

a)

$HF + H_2O \leftrightharpoons F^- + H_3O^+$ pH ácido

$NH_3 + H_2O \leftrightharpoons NH_4^+ + OH^-$ pH básico

$HCN + H_2O \leftrightharpoons CN^- + H_3O^+$ pH ácido

$NaCl \longrightarrow Na^+ + C^{l-}$ pH neutro al ser una sal formada por un ácido fuerte y una base fuerte.

Un ácido es más fuerte cuanto mayor es su constante, por lo que, el orden creciente de pH: HF < HCN < NaCl < NH_3

b) $$M_{ac}\cdot V_{ac}\cdot n^oH^+ = M_b\cdot V_b\cdot n^oOH^-$$

$$\text{Mac}\cdot 0{,}075\cdot 1 = 0{,}15\cdot 0{,}1\cdot 1 \rightarrow \text{Mac} = 0{,}2\text{M}$$

Ejercicio 4. (Calificación máxima: 2 puntos)

En un recipiente de 1,0 L a 300 °C se introducen 5,0 g de PCl_5. La presión final cuando se alcanza el equilibrio PCl_5 (g) ⇆ PCl_3 (g) + Cl_2 (g) es de 2,0 atm.

a) Calcule el grado de disociación del PCl_5.
b) Determine la presión parcial de cada uno de los gases en el equilibrio.
c) Calcule Kc y Kp.

Datos. R = 0,082 atm·L·K^{-1}·mol^{-1}. Masas atómicas: P = 31,0; Cl = 35,5.

Solución:

a) n_{PCl5} = 5g / 208,5g/mol = 0,024 mol

	PCl_5 (g) ⇆	PCl_3 (g) +	Cl_2 (g)
n_o	0,024		
n_r	x		
n_{eq}	0,024 - x	x	x
	0,006	0,018	0,018

$$P \cdot V = R \cdot n \cdot T \rightarrow 2 \cdot 1 = 0{,}082 \cdot n \cdot 573 \rightarrow \text{n} = 0{,}042 \text{ mol en el equilibrio}$$
$$0{,}042 = 0{,}024 - x + x + x \rightarrow \text{x} = 0{,}018 \text{ mol}$$
$$\text{x} = \text{n} \cdot \alpha \rightarrow 0{,}018 = 0{,}024 \cdot \alpha \rightarrow \alpha = 0{,}77$$

b)

$$P \cdot V = R \cdot n \cdot T \rightarrow P = \frac{RnT}{V}$$
$$P_{PCl5} = \frac{0{,}082 \cdot 0{,}006 \cdot 573}{1} = 0{,}28atm$$
$$P_{PCl3} = \frac{0{,}082 \cdot 0{,}018 \cdot 573}{1} = 0{,}84atm$$
$$P_{Cl2} = \frac{0{,}082 \cdot 0{,}018 \cdot 573}{1} = 0{,}84atm$$

c)

$$Kc = \frac{[Cl_2][PCl_3]}{[PCl_5]} = 0{,}054$$

$$Kp = Kc \cdot (RT)^{\Delta n} = 0{,}054 \cdot (0{,}082 \cdot 573)^1 = 2{,}54$$

Ejercicio 5. (Calificación máxima: 2 puntos)

Responda las siguientes cuestiones a partir de la reacción de oxidación-reducción (no ajustada): Cu^{2+} (ac) + H_2O —> Cu (s) + O_2 (g).

a) Razone si la reacción se produce de forma espontánea.
b) Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción, indicando en qué electrodo se deposita el cobre y en cuál se desprende oxígeno.
c) Determine cuánto cobre se deposita si se hace pasar una corriente de 0,50 amperios a través de 1,0 L de disolución de $CuSO_4$ 0,2 M durante 4 horas.

Datos. E^0(V): Cu^{2+}/Cu = 0,34; O_2/H_2O = 1,23. F = 96485 C. Masa atómica: Cu = 63,5.

Solución:

mundoestudiante

a y b)

Cátodo Cu^{2+} (ac) + 2e → Cu (s) E = 0,34 V x2

Ánodo º $2H_2O$ (l) → O_2 (g) + $4H^+$ + 4e E = -1,23V

$2Cu^{2+}$ (ac) + $2H_2O$ (l) → 2Cu (s) + O_2 (g) + $4H^+$ ET = 0,34 - 1,23 = -0,89V

Como $\Delta G = -nFE$, para que la reacción sea espontánea, E tiene que ser positivo. Por este motivo la reacción no es espontánea.

c)

$$m = \frac{Mm \cdot I \cdot T}{n^o e \cdot F};\ n = \frac{I \cdot T}{n^o e \cdot F};\ n = \frac{0{,}5 \cdot 4 \cdot 3600}{2 \cdot 96485} = 0{,}037 mol\ \text{Cu}$$

$$\text{m} = 0{,}037 \cdot 63{,}5 = 2{,}35\text{g de Cu se deposita.}$$

mundoestudiante