



Pruebas de Acceso a las
Universidades
de Castilla y León

QUÍMICA
JUNIO 2009
Opción B

Texto para
los alumnos
2 páginas

CRITERIOS GENERALES DE EVACUACIÓN

El alumno deberá contestar a uno de los dos bloques A o B con sus problemas y cuestiones. Cada bloque consta de cinco preguntas. Cada una de las preguntas puntuará como máximo dos puntos.

La calificación máxima (entre paréntesis al final de cada pregunta) la alcanzarán aquellos ejercicios que, además de bien resueltos, estén bien explicados y argumentados, cuidando la sintaxis y la ortografía y utilizando correctamente el lenguaje científico, las relaciones entre las cantidades físicas, símbolos, unidades, etc.

DATOS GENERALES

Los valores de las constantes de equilibrio que aparecen en los problemas deben entenderse que hacen referencia a presiones expresadas en atmósferas y concentraciones expresadas en mol.L⁻¹.

Constantes universales

$$N_A = 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ N.m}^{-2}$$

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Masas atómicas:

H = 1,008; C = 12,01; O = 16,00; Mg = 24,31; S = 32,07; Cl = 35,45; K = 39,10; Ca = 40,08; Mn = 54,94.

BLOQUE B

- El carbonato de magnesio reacciona con ácido clorhídrico para dar cloruro de magnesio, dióxido de carbono y agua.
 - Calcule el volumen de ácido clorhídrico, de densidad 1,16 g/cm³ y 32 % en peso, que se necesitará para que reaccione con 30,4 g de carbonato de magnesio. (hasta 1,0 punto)
 - Si en el proceso anterior se obtienen 7,6 litros de dióxido de carbono, medidos a 1 atm y 27°C, ¿Cuál ha sido el rendimiento de la reacción? (hasta 1,0 punto)
- El vanadio, de número atómico 23, se encuentra en la naturaleza formando dos isótopos con masas iguales a 50 y 51 uma.
 - Determinar el número de neutrones y de protones que tiene cada uno de los isótopos. (hasta 0,6 puntos)
 - Escribir la configuración electrónica del vanadio. (hasta 0,6 puntos)
 - Calcular la abundancia relativa de los dos isótopos si la masa atómica, que aparece en las tablas periódicas, del vanadio es igual a 50,94 uma. (hasta 0,8 puntos)
- La reacción $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)}$ transcurre a 150°C con una $K_c = 3,20$.
¿Cuál debe ser el volumen del reactor en la que se realiza la reacción para que esté en equilibrio 1 mol de $N_2O_{4(g)}$ con 2 moles de $NO_{2(g)}$? (hasta 1,0 punto)
 - Responda, razonadamente, si la siguiente proposición es cierta o falsa: "Un cambio de presión en cualquier reacción química en equilibrio modifica siempre las concentraciones de los componentes" (hasta 1,0 punto)
- Calcule la constante de ionización de un ácido débil monoprótico que está ionizado al 2,5 % en disolución 0,2 M. (hasta 1,0 punto)
 - Se desea preparar 1 litro de disolución de ácido clorhídrico que tenga el mismo pH que la disolución anterior. ¿Qué volumen de HCl de concentración 0,4 M habrá que tomar? (hasta 1,0 punto)
- Nombre los compuestos orgánicos y los grupos funcionales que contienen. Señale el tipo de hibridación que presentan los átomos de carbono.
 - CH₃ - CH₂ - CONH₂ (hasta 0,5 puntos)
 - CH₃ - CHOH - CH₂ - CH₃ (hasta 0,5 puntos)
 - CH₃ - CH₂ - NH - CH₃ (hasta 0,5 puntos)
 - CH₃ - CH₂ - COOCH₃ (hasta 0,5 puntos)

SOLUCIONES

1º - El carbonato de magnesio reacciona con ácido clorhídrico para dar cloruro de magnesio, dióxido de carbono y agua.

- Calcule el volumen de ácido clorhídrico, de densidad 1,16 g/cm³ y 32 % en peso, que se necesitará para que reaccione con 30,4 g de carbonato de magnesio. (hasta 1,0 punto)

b. Si en el proceso anterior se obtienen 7,6 litros de dióxido de carbono, medidos a 1 atm y 27°C, ¿Cuál ha sido el rendimiento de la reacción? (hasta 1,0 punto)

RESOLUCIÓN

La reacción que tiene lugar es: $\text{MgCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

De acuerdo con la estequiometría de esta reacción, tendremos:

$\text{MgCO}_3 +$	2HCl	\rightarrow	$\text{MgCl}_2 +$	$\text{CO}_2 +$	H_2O
1 mol = 84,32 g	2 mol = 2.36,45 = 72,9 g		1 mol	1 mol = 44,01 g	1 mol
30,4 g	X			Y	

De donde: $X = \frac{30,4 \cdot 2 \cdot 36,45}{84,32} = 26,28 \text{ g de HCl se necesitan}$

Puesto que se tiene una disolución del 32% y $d = 1,16 \text{ g/mL}$, el volumen de la misma en el cual se tienen esos 26,28 g de h Cl es:

Soluto	Disolv.	Disolución	$\left. \begin{array}{l} 100 - - - 32 \\ X - - 26,28 \end{array} \right\} x = 82,125 \text{ g de disolución}$
26,28 g +	55,845 g	82,125 g	
		70,80 mL	$d = \frac{m}{V}; 1,16 = \frac{82,125}{V}; V = \frac{82,125}{1,16} \text{ V} = 70,8 \text{ mL de HCl}$

La masa de CO_2 obtenida se determina aplicando la ecuación de Clapeyron de los gases:

$$P.V = \frac{g}{Pm} . R.T \implies 1.7,6 = \frac{g}{44,01} . 0,082.300 ; \mathbf{g = 13,60 \text{ g. de CO}_2 \text{ realmente obtenidos}}$$

La cantidad teórica que se habría obtenidos con un rendimiento del 100% se determina a partir de la estequiometría de la reacción:

$$Y = \frac{30,4 \cdot 44,01}{84,32} = 15,87 \text{ g de CO}_2 \text{ si R=100\%.$$

Por tanto el rendimiento de este proceso es: $\left. \begin{array}{l} 15,87 \text{ g} - - - 100\% \\ 13,60 \text{ g} - - - - X \end{array} \right\} X = \frac{13,60 \cdot 100}{15,87}; \mathbf{R = 85,70\%}$

2º - El vanadio, de número atómico 23, se encuentra en la naturaleza formando dos isótopos con masas iguales a 50 y 51 uma.

- Determinar el número de neutrones y de protones que tiene cada uno de los isótopos. (hasta 0,6 puntos)
- Escribir la configuración electrónica del vanadio. (hasta 0,6 puntos)
- Calcular la abundancia relativa de los dos isótopos si la masa atómica, que aparece en las tablas periódicas, del vanadio es igual a 50,94 una. (hasta 0,8 puntos)

RESOLUCIÓN

$${}_{23}^{50}\text{V}; \text{N}^\circ \text{ protones} = 23 \text{ protones}; \text{N}^\circ \text{ neutrones} = 50 - 23 = 27 \text{ neutrones}$$

$${}_{23}^{51}\text{V}; \text{N}^\circ \text{ protones} = 23 \text{ protones}; \text{N}^\circ \text{ neutrones} = 51 - 23 = 28 \text{ neutrones}$$

Configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$

La Masa atómica que aparece en las tablas es la media ponderada de las masas de todos los isótopos de un elemento, por lo que si el Vanadio tiene dos isótopos, vamos a tomar 100 átomos del mismo, y suponemos que en ellos hay "x" átomos del isótopo V-50, y por tanto habrá (100 - x) átomos del isótopo V-51, y así la masa atómica media es:

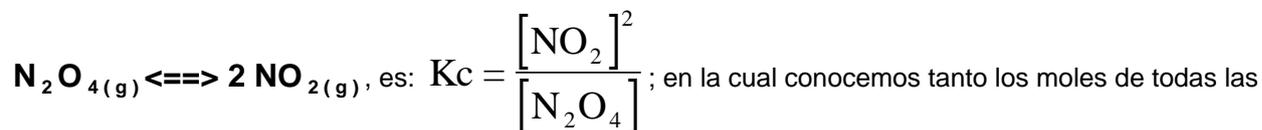
$$50,94 = \frac{x \cdot 50 + (100 - x) \cdot 51}{100}; 5094 = 50 \cdot x - 51 \cdot x + 5100; x = 6$$

Es decir, la composición será: **6% de V-50**
94% de V-51

- 3º - a. La reacción $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2 NO_{2(g)}$ transcurre a 150°C con una $K_c = 3,20$.
¿Cuál debe ser el volumen del reactor en la que se realiza la reacción para que estén en equilibrio 1 mol de $N_2O_{4(g)}$ con 2 moles de $NO_{2(g)}$? (hasta 1,0 punto)**
- b. Responda, razonadamente, si la siguiente proposición es cierta o falsa: "Un cambio de presión en cualquier reacción química en equilibrio modifica siempre las concentraciones de los componentes" (hasta 1,0 punto)**

RESOLUCIÓN

La expresión de la constante de equilibrio K_c para la reacción propuesta :



sustancias que intervienen como el valor de la propia K_c , y al sustituir, nos queda:

$$3,20 = \frac{\left(\frac{2}{V}\right)^2}{\left(\frac{1}{V}\right)}; 3,20 = \frac{4}{V} \Rightarrow V = \frac{4}{3,20}; \mathbf{V=1,25 \text{ litros}}$$

La Ley de Le Chatelier nos permite predecir los cambios que experimenta un equilibrio cuando se modifica alguna de las condiciones, pues nos dice que "Si en un sistema en equilibrio se modifica alguna de las condiciones, éste se desplazará en el sentido en el cual se contrarreste la modificación introducida"

"Si se aumenta la presión de un sistema en equilibrio, éste se desplazará hacia el miembro en el cual haya menos moles de gas", ya que si disminuye el nº de moles de gas, lo hace también el volumen y ello compensará los aumentos de presión (Ley de Boyle: $P \cdot V = P' \cdot V'$).
Por tanto, las variaciones de presión modificará las concentraciones de los componentes "si hay variación del nº total de moles de gas" pero no la modificará si el nº de moles de gas en reactivos y productos es el mismo.

- 4º - a. Calcule la constante de ionización de un ácido débil monoprótico que está ionizado al 2,5 % en disolución 0,2 M. (hasta 1,0 punto)**
- b. Se desea preparar 1 litro de disolución de ácido clorhídrico que tenga el mismo pH que la disolución anterior. ¿Qué volumen de HCl de concentración 0,4 M habrá que tomar? (hasta 1,0 punto)**

RESOLUCIÓN

La estequiometría de la disociación de un ácido monoprótico débil es:

	HA	\rightleftharpoons	$A^- +$	H^+	Siendo $X = N^\circ$ moles/L de HA disociados, que nos indican que es el 2,5%, es decir: $x = 2,5\% \text{ de } 0,2 = \mathbf{0,005}$
Inicial	0,2		---	---	
Equilibrio	$0,2 - X = 0,2 - 0,005$		$x = 0,005$	$x = 0,005$	

Y así, K_a será: $K_a = \frac{[A^-] \cdot [H^+]}{[HA]}$; $K_a = \frac{0,005 \cdot 0,005}{0,2 - 0,005}$; $\mathbf{K_a = 1,28 \cdot 10^{-4}}$

El pH de esta disolución es: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$; $\text{pH} = -\lg 0,005 = 2,3$

Para que una disolución de HCl tenga ese mismo pH, la concentración de protones en ella tiene que ser también la misma que en este ácido: $[\text{H}^+] = 0,005$. Teniendo en cuenta la estequiometría de la disociación del ácido clorhídrico, que es un ácido fuerte y por tanto está completamente disociado, tendremos que:

	HCl	\rightleftharpoons	$\text{Cl}^- +$	H^+	Si la concentración de H^+ ha de ser 0,005 Molar, puesto que es un ácido fuerte completamente disociado, la concentración inicial del ácido será también: c = 0,005 Molar
Inicial	C		---	---	
Equilibrio	---		c	c = 0,005	

Si se ha de preparar 1 litro de esa disolución, la cantidad de ácido necesaria será

$$M = \frac{n_{\text{SOLUTO}}}{L}; 0,005 = \frac{n_{\text{SOLUTO}}}{1}; n_{\text{SOLUTO}} = 0,005 \text{ MOLES DE HCl se necesitan}$$

Y si estos moles se han de tomar de una disolución 0,4 Molar, el volumen de la misma que los contendrá

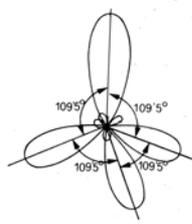
$$\text{es: } 0,4 = \frac{0,005}{L}; L = \frac{0,005}{0,4}; L = 0,0125 \text{ L} = 12,5 \text{ mL de la disolución 0,4 Molar se necesitan}$$

5º - Nombre los compuestos orgánicos y los grupos funcionales que contienen. Señale el tipo de hibridación que presentan los átomos de carbono.

- a. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CONH}_2$ (hasta 0,5 puntos)
 b. $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (hasta 0,5 puntos)
 c. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$ (hasta 0,5 puntos)
 d. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_3$ (hasta 0,5 puntos)

RESOLUCIÓN

FÓRMULA	NOMBRE	GRUPO FUNCIONAL
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CONH}_2$	PROPANOAMIDA	AMIDA: $-\text{CONH}_2$
$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	2-BUTANOL	ALCOHOL: $-\text{OH}$
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH} - \text{CH}_3$	ETILMETILAMINA	AMINA: $-\text{NH}-$
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOCH}_3$	PROPANOATO DE METILO	ÉSTER: $-\text{COO}-$

<p>Híbridos sp^3 En ellos se produce una reordenación de los electrones de la última capa que se redistribuyen quedando de la forma: $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$, por lo que aparecen cuatro orbitales semillenos, capaces de formar enlaces, los cuales se orientan simétricamente en el espacio de tal manera que el átomo de carbono ocupará el centro de un tetraedro regular y los cuatro orbitales híbridos, que son idénticos entre sí, están orientados hacia los vértices de dicho tetraedro. Esta hibridación sp^3 es la más frecuente ya que es la responsable de la formación de los enlaces sencillos que forma el átomo de carbono.</p>	
---	---

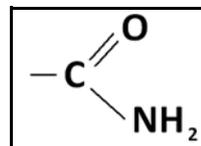
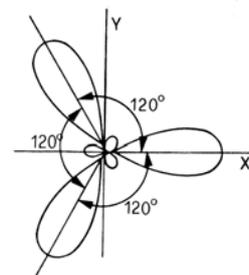
Esta hibridación la tienen, por tanto, todos los carbonos que tienen todos sus enlaces simples, que son los que forman parte de los grupos: $-\text{CH}_3$; $-\text{CH}_2$ y $-\text{CHOH}-$

Los carbonos que forman parte del grupo amida ($-\text{CONH}_2$) y del grupo éster ($-\text{COO}-$) tienen un enlace doble uniendo el C a un Oxígeno, por lo que en ellos la hibridación será otra:

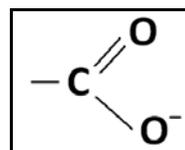
Híbridos sp^2 : En ocasiones la hibridación de los cuatro orbitales de la 2ª capa no es completa ya que uno de los orbitales 2p queda sin hibridar. Es característico de los compuestos en los que el átomo de carbono se une mediante un doble enlace a otros átomos.

En estos casos, los tres orbitales híbridos sp^2 se sitúan en un mismo plano, dirigidos hacia los vértices de un triángulo equilátero en cuyo centro se encuentra el átomo de carbono, mientras que el orbital 2p sin hibridar es perpendicular a dicho plano.

Cuando se unen dos átomos de carbono por un doble enlace, se forma una molécula plana en la que el átomo de carbono se encuentra en el centro de su triángulo equilátero en dos de cuyos vértices se sitúan los enlaces simples uno con un átomo de Carbono y otro con el grupo NH_2 en el caso de la amida y con el O en el éster, mientras que por el tercer vértice se une al otro átomo de oxígeno por medio de un enlace σ y también por un enlace π formado al solaparse las nubes electrónicas de los orbitales 2p no hibridados, las cuales se sitúan por encima y por debajo del plano que contiene a los átomos de carbono y oxígeno (o Nitrógeno en el caso del grupo amida)



Grupo amida



Grupo éster