



INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA

Instrucciones

Código: 00 020

Duración: 2 horas

Material: Se permite utilizar calculadora. No se puede usar la tabla periódica de los elementos.

Puntuación: Cuestiones: Máximo 1 punto. Problema; Máximo; 1 punto

CUESTIONES

- 1.- ¿Por qué si existen los cloruros PCl_3 , PCl_5 y NCl_3 , no existe, en cambio, el NCl_5 ? ($Z(\text{P}) = 15$, $Z(\text{N}) = 7$).
- 2.- Determinar la masa atómica del galio, sabiendo que existen dos isótopos ^{69}Ga y ^{71}Ga , cuya abundancia relativa es 60,2% y 39,8%, respectivamente. Indicar la composición de los núcleos de ambos isótopos. Número atómico Ga = 31.
- 3.- Tenemos tres recipientes de igual capacidad. En uno introducimos 2 g de nitrógeno, en otro 2 g de metano y en otro 2 g de amoníaco, todos son gases y están a la misma temperatura. ¿Qué se puede decir sobre la presión en los tres recipientes? (Masas atómicas: H = 1, C = 12, N = 14).
- 4.- El agua oxigenada en medio ácido puede actuar como oxidante o como reductor. Escribir la semirreacción de oxidación y de reducción en cada caso.
- 5.- Clasifique las siguientes especies ya sea como un ácido o como una base (en el contexto del modelo de Brönsted-Lowry): NH_3 , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , OCl^- , NH_2^- . Formule ecuaciones que sustenten sus clasificaciones.
- 6.- Formular y nombrar nueve isómeros del heptano.

PROBLEMAS

- 1.- Una mezcla gaseosa, constituida inicialmente por 7,94 mol de hidrógeno y 5,30 mol de vapor de iodo, se calienta a 450 °C con lo que se forman en el equilibrio 9,52 mol de HI. Se pide: (a) Formular la reacción reversible correspondiente a este proceso, señalando como se modificará el estado de equilibrio al aumentar la temperatura y la presión. (b) Calcular la constante de equilibrio. (Datos: $\Delta H = -2,6$ kcal)
- 2.- Un ácido clorhídrico comercial contiene un 37% en peso de ácido clorhídrico y una densidad de 1,19 g/cc. ¿Qué cantidad de agua se debe añadir a 20 mL de este ácido para que la disolución resultante sea 0,1 M?. (Masas atómicas: H = 1, Cl = 35,5).

SOLUCIONES

CUESTIONES

- 1.- ¿Por qué si existen los cloruros PCl_3 , PCl_5 y NCl_3 , no existe, en cambio, el NCl_5 ? ($Z(\text{P}) = 15$, $Z(\text{N}) = 7$).

RESOLUCIÓN

El Cloro ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$) tiene un electrón desapareado en su última capa, por lo que solamente puede formar un enlace covalente normal compartiendo ese electrón con uno del átomo al que se una.

Para formar estos compuestos, tanto el átomo de Nitrógeno como el de Fósforo forman orbitales híbridos con aquellos orbitales en los que se encuentran sus electrones de valencia.

Las configuraciones electrónicas de ambos elementos son:

N: $1s^2 2s^2 2p^3$ por tanto puede formar orbitales híbridos con el orbital 2s y los tres orbitales p: Híbrido sp^3 y uno de los cuatro orbitales híbridos tiene ya 2 electrones, por lo que el Nitrogeno solamente puede formar tres enlaces covalentes normales; por ello, solamente puede formar el PCl_3

P: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ En este caso tiene también el mismo número de electrones en la última capa que el Nitrógeno, por lo que formará el PCl_3 igual que él, pero al tratarse de la tercera, en ella también existen los cinco orbitales 3d, aunque no tengan electrones, pero que sí pueden ser utilizados para formar orbitales híbridos si fuera necesario. Por ello, el fósforo tiene: 1 orbital 3s, 3 orbitales 3p y 5 orbitales 3d, en total 8 orbitales, por lo que sus cinco electrones pueden encontrarse desapareados en cinco orbitales diferentes: 1s, 3p y 1d, formando un híbrido: sp^3d , con lo cual puede unirse a 5

átomos de Cloro formando el PCl_5

2.- Determinar la masa atómica del galio, sabiendo que existen dos isótopos ^{69}Ga y ^{71}Ga , cuya abundancia relativa es 60,2% y 39,8%, respectivamente. Indicar la composición de los núcleos de ambos isótopos. Número atómico Ga = 31.

RESOLUCIÓN

El peso atómico es la masa atómica media de todos los isótopos de un elemento. Así, si tomamos una muestra de 100 átomos de Galio, tendremos 60,2 átomos del Ga-69 y 39,8 átomos del Ga-71, por lo que la media ponderada es:

$$P_a = \frac{69 \cdot 60,2 + 71 \cdot 39,8}{100}; \quad \mathbf{P_a = 89,796}$$

La composición del núcleo se obtiene teniendo en cuenta que el número atómico es el número de protones, en este caso ambos tienen 31 protones, mientras que el número másico es la suma de protones + neutrones, así:

$^{69}_{31}\text{Ga}$: 31 protones y (69-31 =) 38 neutrones

$^{71}_{31}\text{Ga}$: 31 protones y (71-31 =) 40 neutrones

3.- Tenemos tres recipientes de igual capacidad. En uno introducimos 2 g de nitrógeno, en otro 2 g de metano y en otro 2 g de amoníaco, todos son gases y están a la misma temperatura. ¿Qué se puede decir sobre la presión en los tres recipientes? (Masas atómicas: H = 1, C = 12, N = 14).

RESOLUCIÓN

Teniendo en cuenta la ecuación general de los gases: $\mathbf{P.V = n.R.T}$, si los tres recipientes tienen la misma capacidad (volumen) y se encuentran a la misma temperatura, la presión será directamente proporcional al número de moles de gas, por lo que aquel gas que contenga mayor número de moles, tendrá mayor presión.

NITRÓGENO: Peso molecular del $\text{N}_2 = 2 \cdot 14 = 28$; N° de moles = $\frac{2}{28} = 0,071$ moles de N_2

METANO: Peso molecular del $\text{CH}_4 = 12 + 1 \cdot 4 = 16$; N° de moles = $\frac{2}{16} = 0,125$ moles de CH_4

AMONIACO: Peso molecular del $\text{NH}_3 = 14 + 1 \cdot 3 = 17$; N° de moles = $\frac{2}{17} = 0,118$ moles de NH_3

Por tanto: $\mathbf{P_{\text{CH}_4} > P_{\text{NH}_3} > P_{\text{N}_2}}$

4.- El agua oxigenada en medio ácido puede actuar como oxidante o como reductor. Escribir la semirreacción de oxidación y de reducción en cada caso.

RESOLUCIÓN

Oxidante: $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Reductor: $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

5.- Clasifique las siguientes especies ya sea como un ácido o como una base (en el contexto del modelo de Brönsted-Lowry): NH_3 , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , OCl^- , NH_2^- . Formule ecuaciones que sustenten sus clasificaciones.

RESOLUCIÓN

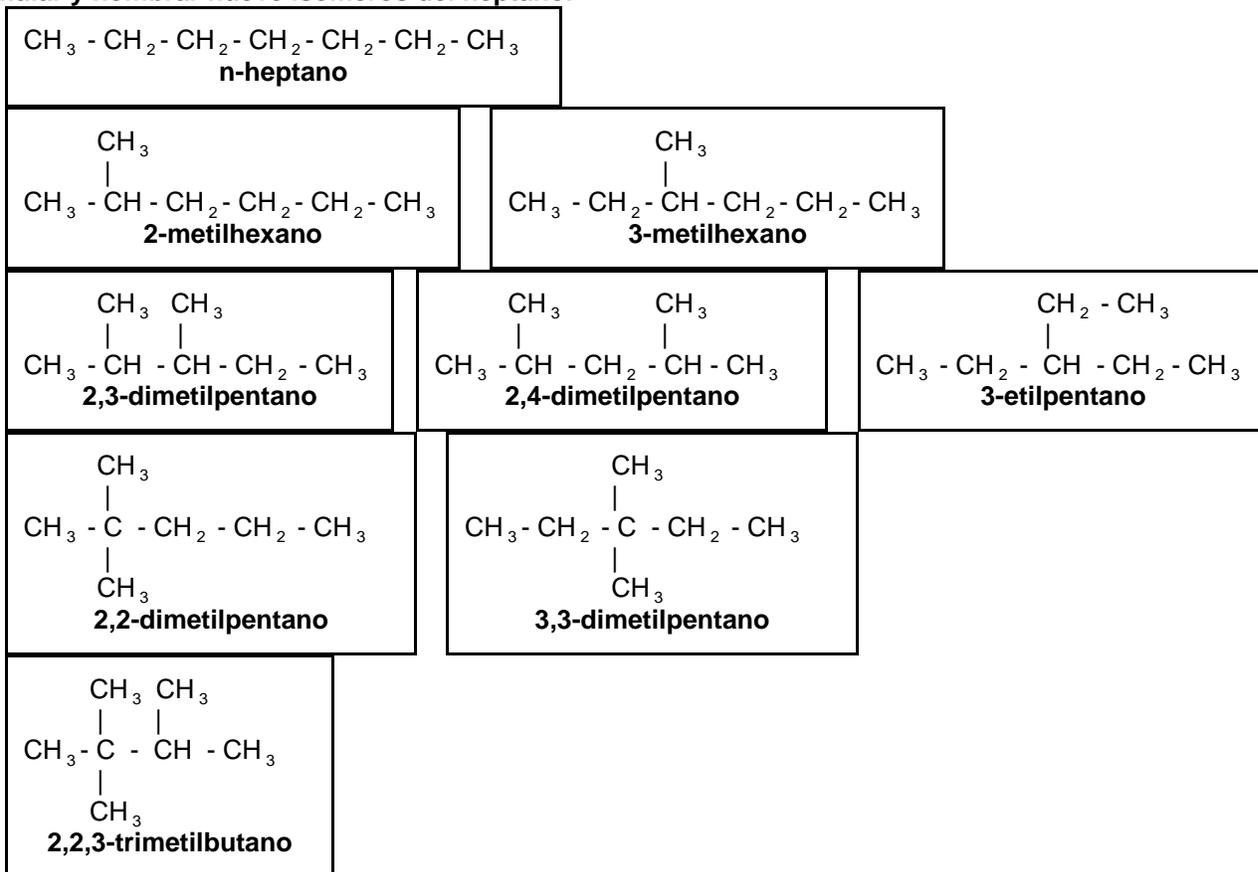
De acuerdo con la teoría ácido-base de Brönsted y Lowry: "Un ácido es aquella sustancia que es capaz de ceder protones al disolvente", mientras que "Una base es aquella sustancia que es capaz de aceptar protones del disolvente". Así, si tomamos como disolvente agua, por ejemplo, las correspondientes reacciones serán:

BASES:

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$$
$$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{OH}^-$$
$$\text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{OH}^-$$
$$\text{NH}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{OH}^-$$
$$\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$$

Este último compuesto puede comportarse también como ÁCIDO: $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$

6.- Formular y nombrar nueve isómeros del heptano.



PROBLEMAS

1.- Una mezcla gaseosa, constituida inicialmente por 7,94 mol de hidrógeno y 5,30 mol de vapor de yodo, se calienta a 450 °C con lo que se forman en el equilibrio 9,52 mol de HI. Se pide: (a) Formular la reacción reversible correspondiente a este proceso, señalando como se modificará el estado de equilibrio al aumentar la temperatura y la presión. (b) Calcular la constante de equilibrio. (Datos: $\Delta H = -2,6$ kcal)

RESOLUCIÓN:

La reacción que tiene lugar es: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$; $\Delta H = -5,2$ Kcal

El dato que nos dan para $\Delta H = -2,6$ Kcal/mol, dado que en esta reacción se forman 2 moles, deberá ser el doble. De acuerdo con el Principio de Le Chatelier, al aumentar la temperatura se favorecerá la reacción endotérmica, por lo que en este caso, la reacción se desplazará hacia la izquierda

Con los datos del primer proceso podemos calcular el valor de la constante de equilibrio para la reacción dada, los cuales tendremos que utilizarlos en el segundo proceso.

	H_2 +	I_2	\rightleftharpoons	2 HI	
Inicial	7,94	5,30		---	Siendo "x" el nº de moles de H_2 que reaccionan, que serán también las moles de I_2 que reaccionan, y se formarán "2.x" moles de HI, por lo que como se forman 9,52 moles de HI, resultará: $\text{que: } x = \frac{9,52}{2} = 4,76$
En equilibrio	$7,94 - x =$ $7,94 - 4,76 =$ 3,18	$5,30 - x =$ $5,30 - 4,76 =$ 0,54		$2x =$ 9,52	

La constante de equilibrio K_c es: $K_c = \frac{[KI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$; $K_c = \frac{\left[\frac{9,52}{V}\right]^2}{\left[\frac{3,18}{V}\right] \cdot \left[\frac{0,54}{V}\right]}$; **$K_c = 52,78$**

2.- Un ácido clorhídrico comercial contiene un 37% en peso de ácido clorhídrico y una densidad de 1,19 g/cc. ¿Qué cantidad de agua se debe añadir a 20 mL de este ácido para que la disolución resultante sea 0,1 M?. (Masas atómicas: H = 1, Cl = 35,5).

RESOLUCIÓN

La cantidad de HCl (soluta) que tenemos en los 20 mL de la disolución que nos dan la calculamos a partir de la densidad de la misma densidad: $d = \frac{m}{V}$; $1,19 = \frac{g}{20}$; $g = 23,8$ g de disolución, de los cuales, el

37 % son de soluto:

100 g disolución	-----	37 g HCl
23,8	-----	X

; $X = \frac{23,8 \cdot 37}{100} = 8,81$ g de HCl (soluta),

Soluta	Disolvente	Disolución	
8,81 +	14,99 =	23,8	gramos
		20	mL

y el volumen de la disolución final que se obtendrá lo calculamos a partir de la expresión de la Molaridad, teniendo en cuenta que el peso molecular del HCl es: $35,5 + 1 = 36,5$, así:

$$M = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot L_{DISOLUCION}}; 0,1 = \frac{8,81}{36,5 \cdot V}; L_{DISOLUCION} = \frac{8,81}{36,5 \cdot 0,1}; V = 2,414 \text{ Litros de disolución, por}$$

lo que como teníamos 20 mL, hemos de añadir agua hasta completar el volumen total:

$$V_{AGUA} = 2414 - 20 = \mathbf{2394 \text{ mL de agua hay que añadir}}$$