

SELECTIVIDAD CASTILLA Y LEÓN - QUÍMICA - JUNIO 2005 -

BLOQUE A : SOLUCIÓN

- A - 1:** A partir de los siguientes datos termoquímicos: calor de formación del metano (g) partiendo de carbono (grafito) -17,89; calor de combustión del carbono (grafito) -94,05; calor de formación del agua (líquida) -68,32, todos ellos expresados en Kcal/mol y a 298°K. Calcule:
- El calor de combustión del metano.
 - ¿Cuántos gramos de metano haría falta quemar para calentar 30 litros de agua de densidad 1 g/cm³ desde la temperatura de 15°C hasta 80°C. Para ello considere que la caloría es el calor necesario para elevar un grado a un gramo de agua en el intervalo del problema.
 - ¿Qué volumen de aire se necesitará, medido en C.N., si el aire tiene la siguiente composición volumétrica: 80% de Nitrógeno y 20% de Oxígeno

RESOLUCIÓN

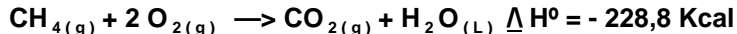
La reacción de combustión del metano es: $\text{CH}_{4(g)} + 2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(L)}$

Las ecuaciones termoquímicas cuyos datos nos ofrecen son:

- $\text{C}_{(grf)} + 2 \text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{CH}_{4(g)}; \Delta H^0 = - 17,89 \text{ Kcal}$
- $\text{C}_{(grf)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}; \Delta H^0 = - 94,05 \text{ Kcal}$
- $\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(L)}; \Delta H^0 = - 68,32 \text{ Kcal}$

Para obtener la reacción pedida, por aplicación de la ley de Hess hemos de combinarlas de la manera siguiente:

- $\text{CH}_{4(g)} \rightarrow \text{C}_{(grf)} + 2 \text{H}_{2(g)}; \Delta H^0 = + 17,89 \text{ Kcal}$
- $\text{C}_{(grf)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}; \Delta H^0 = - 94,05 \text{ Kcal}$
- $2 \text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(L)}; \Delta H^0 = - 136,64 \text{ Kcal}$



- b) La cantidad de calor necesaria para calentar esa cantidad de agua es:

$$\Delta Q = m \cdot c_e \cdot \Delta T = 30000 \cdot 1 \cdot (80 - 15) = 1950000 \text{ calorías} = 1950 \text{ Kcal}$$

De acuerdo con la reacción estequiométrica de combustión del metano, tenemos:

$\text{CH}_{4(g)}$ +	$2 \text{O}_{2(g)} \rightarrow$	$\text{CO}_{2(g)}$ +	$\text{H}_2\text{O}_{(L)}$	$\Delta H^0 = - 228,8 \text{ Kcal}$
1 mol = 16 g	2 moles = 64 g	1 mol = 44 g	1 mol = 18 g	- 228,8 Kcal
X	Y			- 1950 Kcal

La cantidad de metano necesaria será: $\left. \begin{array}{l} 16g\text{CH}_4 \text{ --- } 228,8\text{Kcal} \\ X \text{ --- } 1950 \end{array} \right\} \mathbf{X = 136 \text{ g de CH}_4}$

Y la cantidad de oxígeno: $\left. \begin{array}{l} 2\text{molesO}_2 \text{ --- } 228,8\text{Kcal} \\ Y \text{ --- } 1950 \end{array} \right\} \mathbf{Y = 17,05 \text{ moles de O}_2}$

Dado que el aire tiene un 20% de oxígeno en volumen, que es también su proporción en moles de acuerdo con la hipótesis de Avogadro, la cantidad de aire que se necesitará para este proceso es:

$\left. \begin{array}{l} 100\text{molesAIRE} \text{ --- } 20\text{molesO}_2 \\ Z \text{ --- } 17,05 \end{array} \right\} \mathbf{Z = 85,25 \text{ moles de aire. Dado que un mol de cualquier gas en condiciones normales ocupa 22,4 litros, el volumen de aire que se necesita es:}$

$$\mathbf{V = 85,25 \cdot 22,4 = 1909,6 \text{ litros de aire en C.N.}}$$

- A - 2:** Se hacen reaccionar 12,5 ml de una disolución acuosa de hidróxido de sodio 0,32 M con 50 ml de

ácido clorhídrico 0,10 M.

A) Calcule el pH de la disolución resultante

b) ¿Algún de los reactivos tendría la consideración de limitante? ¿Por qué?

RESOLUCIÓN

Las cantidades que tenemos de ambos reactivos puros, obtenidas a partir de la expresión que nos da la

Molaridad de una disolución, $M = \frac{n_{SOLUTO}}{L_{DISOLUC}}$ son:

$$\text{HCl: } 0,10 = \frac{n_{SOLUTO}}{0,050} ; n_{\text{HCl}} = 0,005 \text{ moles de HCl} ; \text{NaOH: } 0,32 = \frac{n_{SOLUTO}}{0,0125} ; n_{\text{NaOH}} = 0,004 \text{ moles de NaOH}$$

De acuerdo con la estequiometría de la reacción: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, vemos que los dos reactivos dados: HCl y NaOH reaccionan mol a mol.

Por ello, el reactivo limitante es el NaOH, pues el que se encuentra en menor cantidad y es el que se termina antes.

La cantidad de HCl que reacciona será de 0,004 moles, el mismo número de moles que tenemos de NaOH, por lo que al final de la reacción nos sobrarán:

$$0,005 - 0,004 = 0,001 \text{ moles de HCl que sobran al final de la reacción}$$

El volumen final será el resultante al mezclar las dos disoluciones: $0,050 + 0,0125 = 0,0625$ Litros. Por tanto la concentración final del ácido clorhídrico, que es la que nos va a servir para determinar el pH de la misma, es:

$$M = \frac{0,001}{0,0625} ; M_{\text{HCl}} = 0,016 \text{ Molar de HCl}$$

Para determinar el pH de esta disolución, vamos a disociar este HCl, el cual como es un ácido fuerte, estará completamente disociado:

	HCl	\rightleftharpoons	Cl ⁻ +	H ⁺
Inicial	0,016		---	---
En equilibrio	---		0,016	0,016

Por lo que el pH será: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,016 = 1,79$

A - 3: Se tiene el siguiente equilibrio gaseoso: $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$; $\Delta H = -135 \text{ Kcal}$. Indique de un modo razonado cómo influye sobre el desplazamiento del equilibrio:

- Un aumento de la temperatura
- Una disminución de la presión
- Un aumento de la concentración de oxígeno

RESOLUCIÓN

De acuerdo con el principio de Le Chatelier, que dice. "Si sobre un sistema en equilibrio se introduce una modificación en las condiciones, el equilibrio se desplazará en el sentido que se contrarreste la modificación introducida"

Por ello, pueden suceder los siguientes casos:

- Aumento de la temperatura:** se produce cuando se le suministra calor al sistema, por lo que éste tenderá a absorber parte del calor suministrado, es decir se favorece la reacción endotérmica, lo cual, para el equilibrio dado, en el cual se nos indica que se trata de un proceso exotérmico ($\Delta H = -135 \text{ Kcal}$), se desplazará hacia la izquierda (hacia los reactivos)

b) **Disminución de la presión:** Es análogo a un aumento del volumen, ya que si no varía la temperatura y de acuerdo con la ecuación general de los gases: $P \cdot V = P' \cdot V'$ si disminuye P, debe aumentar V para que se mantenga la igualdad.

Si tenemos en cuenta la expresión de la constante de equilibrio Kc para este caso:

$$K_c = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2[O_2]}; K_c = \frac{\left(\frac{n_{CO_2}}{V}\right)^2}{\left(\frac{n_{CO}}{V}\right)^2\left(\frac{n_{O_2}}{V}\right)}; K_c = \frac{(n_{CO_2})^2 \cdot V^3}{(n_{CO})^2(n_{O_2}) \cdot V^2} \quad K_c = \frac{(n_{CO_2})^2 \cdot V}{(n_{CO})^2(n_{O_2})}$$

Donde vemos que si aumenta el volumen, aumenta el valor del numerador de la fracción y para que se mantenga el valor de la constante de equilibrio ha de aumentar el denominador de la misma hasta que vuelva a cumplirse esta igualdad, por lo que el equilibrio debe desplazarse hacia la izquierda: hacia los reactivos. (Una disminución de la presión o un aumento del volumen desplazarán el equilibrio hacia el miembro en el cual exista mayor número de moles de gases)

c) **Un aumento de la concentración de oxígeno:** Si tenemos en cuenta el valor de la constante de equilibrio:

$$K_c = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2[O_2]}$$

si aumenta la concentración de oxígeno, aumenta el valor del denominador, por lo que el equilibrio se desplazará en el sentido que aumente el valor del numerador, y a la vez disminuya el denominador, es decir, se desplazará hacia la derecha; hacia los productos de la reacción.

A - 4: Defina los conceptos siguientes aportando algún ejemplo:

- a) Enlace iónico
- b) Enlace covalente
- c) Enlace metálico

Se trata de una cuestión exclusivamente teórica, a consultar en cualquier texto

A - 5: La etiqueta de una botella de ácido nítrico señala como datos del mismo: densidad 1,40 Kg/L y riqueza 65% en peso, además de señalar las características de peligrosidad.

- A) ¿Qué volumen de la misma se necesitará para preparar 250 ml de una disolución 0,5 Molar
- B) Explique el procedimiento seguido en el laboratorio y dibuje y nombre el material necesario para su preparación

RESOLUCIÓN

A) Haciendo un balance de materia, hemos de tener en cuenta que todo el HNO_3 existente en la disolución a preparar hemos de tomarlo del reactivo comercial de que se dispone, añadiéndole la cantidad de agua que sea necesaria.

Por ello, vamos a determinar la cantidad de HNO_3 puro necesario para preparar 250 cm³ de la disolución 0,5 Molar utilizando la expresión que nos define la Molaridad, en la cual conocemos la Molaridad (0,5) el volumen a preparar (250 ml) y la masa molecular del soluto HNO_3 (63,018) y así:

$$M = \frac{g_{SOLUTO}}{Pm_{SOLUTO} \cdot V_{DISOLUC}}; 0,5 = \frac{g_{SOLUTO}}{63,018 \cdot 0,25}; g_{SOLUTO} = 7,88 \text{ g. de } HNO_3 \text{ puro}$$

y estos 7,88 g del ácido nítrico puro hemos de tomarlos del reactivo comercial del que se dispone: del 65% en peso y $d = 1,40 \text{ Kg/L} = 1,40 \text{ g/ml}$

Se determina primero la masa del reactivo comercial teniendo en cuenta que tiene un 65% de riqueza:

$$65 = \frac{7,88.100}{g_{\text{REACTIVO}}} ; g_{\text{REACTIVO}} = \frac{7,88.100}{65} = 12,12 \text{ g de reactivo comercial}$$

y, conociendo la densidad de este reactivo comercial, podemos calcular el volumen del mismo que se necesita:

$$d = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} ; 1,4 = \frac{12,12}{V} ; V = \frac{12,12}{1,4} = 8,66 \text{ cm}^3$$

B) Para preparar esta disolución, se tomarían los 8,66 ml del reactivo comercial mediante una pipeta graduada de 10 ml provista de una pera de absorción (deberían tomarse 8,7 ml, pues las pipetas de uso común no tienen tanta precisión) y se trasvasan, a un matraz aforado de 250 ml, añadiéndole unos 100 ó 150 ml de agua destilada, agitando para homogeneizar la disolución, enrasando a continuación con más agua destilada

Se utilizaría una pipeta de 10 ml graduada y un matraz aforado de 250 ml; la pera de absorción es necesaria ya que el ácido nítrico del 65% es muy corrosivo y no debe aspirarse directamente con la pipeta desde la botella.:

