

FQI - Septiembre - 2012 - Original

PROBLEMA (3,5 puntos)

En la combustión de 1 g de butano (C_4H_{10}) gaseoso a 25°C y 1 atm. de presión se desprenden 49,57 kJ. Se pide:

- La reacción de combustión del butano y el volumen de oxígeno en condiciones normales necesario para la combustión de 100 L de butano.
- La entalpía molar de la formación del butano.
- Si en un determinado proceso el consumo de butano es 30000 L/hora y se sabe que sólo se aprovecha el 99,5 % ¿Cuántos litros de CO_2 se emiten diariamente a la atmósfera?

Datos: ΔH_f° en kJ/mol para $CO_{2(g)}$ y $H_2O_{(l)}$ son respectivamente -393,5 y -285,8

CUESTIONES (4,0 puntos)

- El ácido nítrico utilizado en la fabricación de explosivos, abonos, etc. normalmente no supera el 50 % de riqueza ¿Qué volumen de un ácido nítrico concentrado (70 % en peso y una densidad de 1,50 g/mL) debe tomarse para preparar 1000 L de ácido al 50 % y con una densidad, 1,40 g/mL?
- La desintegración radiactiva es un proceso de primer orden. Si la vida media del C-14 es 5730 años y se parte de una cantidad original de 1 kg de C-14. Calcular cuántos gramos quedan al cabo de 57106,9 años.
- Describe brevemente el método más importante de obtención industrial de ácido sulfúrico.
- Al calentar el azúcar sacarosa se produce una reacción de caramelización transformándose en un producto marrón viscoso que se hace rígido al enfriar, formado por una mezcla de dos compuestos, con un grupo carbonilo, de fórmula molecular $C_6H_{12}O_6$. Indique ¿qué relación guardan estos compuestos entre sí:
 - Si en ambos el grupo carbonilo (- C=O) es tipo cetona
 - Si en uno de ellos el grupo carbonilo (- C=O) es tipo aldehído y en el otro es tipo cetona?
- Justifique si las siguientes afirmaciones son correctas o no e ilustre las respuestas con fórmulas químicas:
 - Kevlar es el nombre comercial de la fibra de carbono
 - Las parafinas sulfonadas no son sulfatos de alquilo
 - El nylon 4,10 se sintetiza a partir de butadieno
 - Las siglas BTX definen a un potente explosivo

TEMA (2,5 puntos)

Materiales cerámicos y refractarios. Definición. Composición. Proceso de fabricación de materiales cerámicos

SOLUCIONES

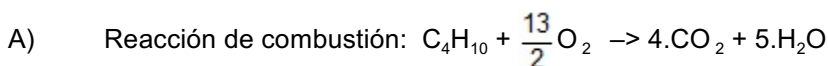
PROBLEMA (3,5 puntos)

En la combustión de 1 g de butano (C_4H_{10}) gaseoso a 25°C y 1 atm. de presión se desprenden 49,57 kJ. Se pide:

- La reacción de combustión del butano y el volumen de oxígeno en condiciones normales necesario para la combustión de 100 L de butano.
- La entalpía molar de la formación del butano.
- Si en un determinado proceso el consumo de butano es 30000 L/hora y se sabe que sólo se aprovecha el 99,5 % ¿Cuántos litros de CO_2 se emiten diariamente a la atmósfera?

Datos: ΔH_f° en kJ/mol para $CO_{2(g)}$ y $H_2O_{(l)}$ son respectivamente -393,5 y -285,8

RESOLUCIÓN



En esta reacción vemos que por cada mol de butano (22,4 L en C.N.) Se necesitan $\frac{13}{2}$ mol de O_2

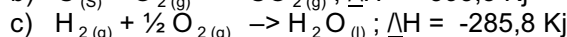
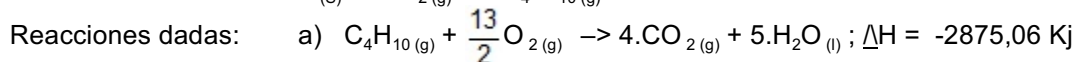
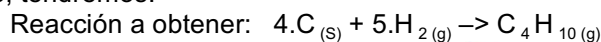
$(\frac{13}{2} \cdot 22,4 \text{ L en C.N.})$. Por tanto para los 100 L de butano tendremos:

$$\left. \begin{array}{l} 22,4 \text{ L butano} \text{ --- } \frac{13}{2} \cdot 22,4 \text{ L oxigeno} \\ 100 \text{ L butano} \text{ --- } \text{-----} X \end{array} \right\} X = 650 \text{ Litros de } O_2 \text{ medidos en C.N.}$$

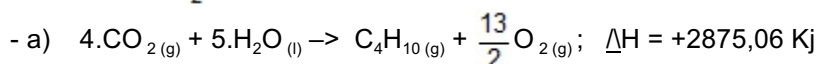
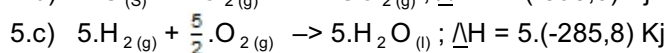
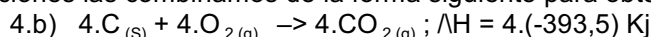
B) Para calcular la entalpía molar de formación del butano, hemos de partir de la entalpía de la

reacción de combustión: Nos dicen que la combustión de 1 g de butano desprende 49,57 Kj, ($\Delta H = -49,57$ Kj, pues al indicarnos que es calor desprendido, ΔH es negativo) por lo que 1 mol de butano (pm = 58) desprenderá: $\Delta H = 58 \cdot (-49,57) = -2875,06$ Kj. Además nos dan las entalpías de formación del CO_2 y H_2O .

Por ello, tendremos:



Estas tres reacciones las combinamos de la forma siguiente para obtener la reacción dada:



C) Para calcular la cantidad de CO_2 emitida, volvemos a la reacción de combustión del butano que ya

teníamos: $\text{C}_4\text{H}_{10(g)} + \frac{13}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow 4 \cdot \text{CO}_{2(g)} + 5 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ en la que vemos que por cada mol de

butano (22,4 L en C.N.) Se desprenden 4 moles de CO_2 (4.22,4 Litros en C.N.) Si el rendimiento es del 100%, por tanto para los 30000 L/h de butano tendremos:

$\left. \begin{array}{l} 22,4 \text{ L butano} \text{ --- } 4,22,4 \text{ L CO}_2 \\ 30000 \text{ L butano} \text{ --- } X \end{array} \right\} X = 120000 \text{ Litros/h de CO}_2 \text{ medidos en C.N., con un}$

rendimiento del 100% en la combustión, pero dado que el rendimiento es solamente del 99,5%, se obtendrá el 99,5% de esa cantidad, que es:

$$120000 \cdot \frac{99,5}{100} = 119400 \text{ L/h, y en un día (24 horas) serán } = 119400 \cdot 24 =$$

2.865.600 Litros/día emitidos de CO_2

CUESTIONES (4,0 puntos)

1. El ácido nítrico utilizado en la fabricación de explosivos, abonos, etc. normalmente no supera el 50 % de riqueza ¿Qué volumen de un ácido nítrico concentrado (70 % en peso y una densidad de 1,50 g/mL) debe tomarse para preparar 1000 L de ácido al 50 % y con una densidad, 1,40 g/mL?

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 concentrado 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 1000 cm³ de la disolución del 50% utilizando tanto esta riqueza como la densidad de este ácido, que también conocemos: 1,40 g/ml. (Dado que nos dan los datos en Litros, utilizaremos la densidad en Kg/L, cuyo valor es también 1,40 Kg/L)

A partir de la densidad obtenemos la masa del ácido a preparar: $d = \frac{m}{V}$; $1,40 = \frac{m}{1000}$;

siendo: $m = 1400$ Kg, la masa de la disolución a obtener, en la cual el 40% es soluto HNO_3 puro,

mientras que el resto es disolvente agua; $\text{Kg HNO}_3 = 1400 \cdot \frac{50}{100} = 700$ Kg de HNO_3 puro y estos 700 Kg hemos de tomarlos del reactivo concentrado del que se dispone: del 70% en peso y $d = 1,50$ g/ml

Se determina primero la masa del reactivo comercial teniendo en cuenta que tiene un 70% de riqueza:

$$70 = \frac{700 \cdot 100}{\text{Kg}_{\text{REACTIVO}}}; \text{Kg}_{\text{REACTIVO}} = \frac{700 \cdot 100}{70} = 1000 \text{ Kg de reactivo concentrado}$$

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

$$\text{necesita: } d = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}; 1,50 = \frac{1000}{V}; V = \frac{1000}{1,50};$$

V = 666,6 Litros hemos de tomar del HNO₃ concentrado del 70%

2. La desintegración radiactiva es un proceso de primer orden. Si la vida media del C-14 es 5730 años y se parte de una cantidad original de 1 kg de C-14. Calcular cuántos gramos quedan al cabo de 57106,9 años.

RESOLUCIÓN

Teniendo en cuenta que el Periodo de semidesintegración es el tiempo que una cantidad de material radioactivo tarda en reducirse a la mitad y que estas desintegraciones son reacciones de

orden 1, su ecuación de velocidad es: $\text{Ln} \frac{N_o}{N} = K.t$ Donde N_o es el número inicial de átomos y

N es el nº final, que es la mitad del inicial, así, tendremos que: $\frac{N_o}{N} = 2$, y t es el tiempo en el cual transcurre esa transformación, que en este caso es: 5730 años, por lo que la ecuación anterior nos queda: $\text{Ln} 2 = k.5730 \implies k = 1,2097.10^{-4}$ años, que es la constante de desintegración.

Si aplicamos este valor a la ecuación de velocidad anterior, en la que conocemos tanto la cantidad inicial (1 Kg) como el tiempo ($t = 57106,9$ años): $\text{Ln} \frac{1000}{N} = 1,2097.10^{-4}.57106,9$, de

donde al despejar: $\frac{1000}{N} = e^{6,893} = 1000,47 \implies N = \frac{1000}{1000,35}$;

N = 0,9995 g nos quedarán al cabo de ese tiempo

3. Describa brevemente el método más importante de obtención industrial de ácido sulfúrico.

Ver página 345 y siguientes del texto recomendado

4. Al calentar el azúcar sacarosa se produce una reacción de caramelización transformándose en un producto marrón viscoso que se hace rígido al enfriar, formado por una mezcla de dos compuestos, con un grupo carbonilo, de fórmula molecular C₆H₁₂O₆. Indique ¿qué relación guardan estos compuestos entre sí :

- Si en ambos el grupo carbonilo (- C=O) es tipo cetona
- Si en uno de ellos el grupo carbonilo (- C=O) es tipo aldehído y en el otro es tipo cetona?

RESOLUCIÓN

A) Si en ambos compuestos el grupo carbonilo es de tipo cetona, solamente se pueden diferenciar en la posición del mismo, por lo que ambos compuestos serán isómeros de posición.

B) En este caso ambos compuestos se diferencian en que en uno de ellos el grupo carbonilo es de tipo cetona y en el otro de tipo aldehído, por lo que se trata de dos funciones orgánicas diferentes; por ello en este caso serán isómeros de función.

En ambos casos podría darse el caso que, además de lo indicado, las cadenas carbonadas tuvieran diferente forma, por lo que además de lo indicado serían isómeros de cadena, pero no nos dan datos suficientes para poder afirmar este hecho.

5. Justifique si las siguientes afirmaciones son correctas o no e ilustre las respuestas con fórmulas químicas:

- Kevlar es el nombre comercial de la fibra de carbono
- Las parafinas sulfonadas no son sulfatos de alquilo
- El nylon 4,10 se sintetiza a partir de butadieno
- Las siglas BTX definen a un potente explosivo

RESOLUCIÓN:

a) Kevlar es el nombre comercial de la fibra de carbono

El Kevlar es una poliamida aromática: $\left[-\text{OC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{NH}- \right]_n$ en la cual los grupos se encuentran en posiciones *para*- , **por tanto NO se trata de una fibra de carbono propiamente dicha**

b) Las parafinas sulfonadas no son sulfatos de alquilo

Las parafinas son muy poco reactivas, no fáciles de sulfonar. La sulfonación suele darse más en los hidrocarburos aromáticos, y se trata de la introducción del grupo sulfónico ($-\text{SO}_3\text{H}$) en el anillo aromático utilizando como reactivo el SO_3 (En realidad se utiliza ácido sulfúrico fumante: H_2SO_4 con SO_3 disuelto).

Los sulfatos de alquilo son compuestos en los que se sustituyen los H del ácido sulfúrico por radicales orgánicos, por ejemplo: $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$: sulfato de metilo .

Por tanto efectivamente, **NO SE TRATA DEL MISMO TIPO DE COMPUESTOS**

c) El nylon 4,10 se sintetiza a partir de butadieno.

El Nylon primitivo se sintetiza a partir de los siguientes compuestos:

ácido adípico (Ác. Hexanodioico): $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

Hexametilendiamina: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$,

y se le llamó, después Nylon 6,6, pues eran 6 los átomos de carbono de cada uno de sus componentes.


En este caso nos indican Nylon 4,10, por lo que estará formado por los compuestos:

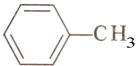
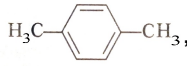
- Ácido butanodioico: $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$

- Decametilendiamina: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

En ninguno de los casos se trata de un derivado del butadieno

D) d) Las siglas BTX definen a un potente explosivo

Las siglas BTX se utilizan para designar a las mezclas en diferentes proporciones de Benceno: 

Tolueno:  y Xileno (dimetilbencenos), por ejemplo: p-xileno: , por lo que no se trata de explosivos.

TEMA (2,5 puntos)

Materiales cerámicos y refractarios. Definición. Composición. Proceso de fabricación de materiales cerámicos

Ver páginas 401 y siguientes del texto recomendado

Texto recomendado: QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA. Caselles, M.J., Gómez, M.R., Molero, M. y Sardá, J.. UNED.