

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

- Tras añadir una cierta cantidad de AgCl a un cierto volumen de agua, remover enérgicamente y esperar un tiempo adecuado se han depositado en el fondo 2 gramos de sólido. Si posteriormente añadimos 1 gramo más de AgCl , a la misma temperatura, podremos afirmar que:
 - ha cambiado la concentración de Cl^- de la disolución.
 - tendremos exactamente 3 gramos de sólido en el fondo.
 - tendremos menos de 3 gramos de sólido en el fondo.
 - el AgCl no es soluble en agua.
- De acuerdo con el modelo atómico de Bohr,
 - los electrones sólo tienen energía cinética.
 - los electrones tienen aceleración a pesar de no variar su energía cinética.
 - los electrones tienen la misma velocidad en cualquier órbita.
 - los electrones excitados no quedan descritos por este modelo.
- ¿Cuál de las siguientes proposiciones es correcta con relación a la glucosa, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$?
 - los porcentajes en masa de C y de O son los mismos que en el CO.
 - El % en masa de C y de O son iguales.
 - La razón entre el número de átomos de C, H y O es la misma que en la 1,3-dihidroxiacetona, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CO}-\text{CH}_2\text{OH}$.
 - El mayor porcentaje en masa le corresponde al hidrógeno.
- Considerando las siguientes especies químicas:
$${}_{50}^{112}\text{Sn}, {}_{18}^{40}\text{Ar}, {}_{52}^{122}\text{Te}, {}_{29}^{59}\text{Cu}, {}_{19}^{39}\text{K}, {}_{48}^{120}\text{Cd},$$
podemos afirmar que:
 - el ${}_{48}^{120}\text{Cd}$ posee el menor número de neutrones.
 - el ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ es la de menor masa atómica.
 - el ${}_{18}^{40}\text{Ar}$ posee el menor número de electrones.
 - el ${}_{50}^{112}\text{Sn}$ posee el mayor número de protones.
- Si la relación e/m (carga/masa) del protón es de $\underline{X} \text{ Cg}^{-1}$, si su carga es de $\underline{Y} \text{ C}$ y se considera que su masa es de 1 g mol^{-1} , el valor del número de Avogadro tendrá que ser igual a:
 - Y/X
 - $Y + X$
 - X/Y
 - $1/Y$
- Se desea preparar una disolución en la que la concentración del ion $(\text{NO}_3)^-$ sea 0,25 M, y se dispone de 500 mL de una disolución de $\text{K}(\text{NO}_3)$ 0,20 M. ¿Qué volumen de disolución de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 0,30 M habría que añadir?
 - 250 mL
 - 35,70 mL
 - 71,40 mL
 - 142,80 mL
- Un recipiente **A** de 30 litros está lleno de hidrógeno a 4 atm y 273 K. Si sacamos de él cierta cantidad de hidrógeno, que en c.n. tiene un volumen de 60 litros, la presión a la que se encontrará el hidrógeno en **A** después de la extracción
 - será de 2 atm.
 - valdrá 1 atm.
 - se habrá reducido hasta 0,2 atm.
 - seguirá siendo de 4 atm.
- Cierto gas tiene una densidad de $3,17 \text{ g dm}^{-3}$ en c.n. La masa molar de dicho gas es
 - $38,65 \text{ g mol}^{-1}$
 - 71 g mol^{-1}
 - 7 g mol^{-1}

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

d) 86,12 gmol⁻¹

9. La siguiente reacción: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$

alcanza el equilibrio a la temperatura de 150 °C siendo $K_C = 3,20 \text{ moles} \cdot \text{dm}^{-3}$. ¿Cuál debe ser el volumen del reactor en el que transcurre la reacción para que en él estén en equilibrio 1 mol de N_2O_4 y 2 moles de NO_2 ?

- a) 1,60 litros
- b) 0,80 litros
- c) 1,25 litros
- d) 2,50 litros

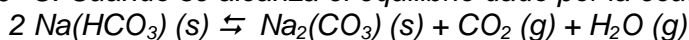
10. Se dispone de una disolución acuosa de hidróxido de sodio al 20% en masa. La fracción molar de soluto es

- a) 0,10
- b) 0,20
- c) 0,18
- d) 1,43

11. Las especies químicas: H (1), He⁺ (2) y Li²⁺ (3) son isoelectrónicas. Señale cuál será la ordenación correcta de sus radios.

- a) $R_1 = R_2 = R_3$
- b) $R_1 > R_2 > R_3$
- c) $R_2 > R_3 > R_1$
- d) $R_3 > R_2 > R_1$

12. En un recipiente vacío se introduce cierta cantidad de hidrogenocarbonato de sodio sólido y se calienta hasta 120 °C. Cuando se alcanza el equilibrio dado por la ecuación química:



la presión en el interior del recipiente es de 2,26 atm. Indique el valor de K_p para dicho proceso en las citadas condiciones.

- a) 6,63 atm²
- b) 5,12 atm²
- c) 1,28 atm²
- d) 1,13 atm²

13. La solubilidad en agua del fluoruro de calcio, CaF_2 , es de 0,016 gdm⁻³ a la temperatura de 18 °C. El valor del producto de solubilidad del bromuro de calcio a esa temperatura debe ser

- a) $3,4 \times 10^{-11}$
- b) $4,0 \times 10^{-8}$
- c) $8,2 \times 10^{-8}$
- d) $1,7 \times 10^{-10}$

14. La ecuación de velocidad correspondiente a la reacción $A(g) + B(g) \longrightarrow C(g)$ viene dada por la expresión $v = k[A][B]$. En dos experiencias distintas, I y II, se han utilizado los mismos moles de gases reaccionantes, pero en I el volumen ocupado por ellos era el doble que en II. ¿Cuál será la relación entre las velocidades de formación de C en una y otra experiencia?

- a) $v_I = v_{II}$
- b) $v_I = 2 v_{II}$
- c) $4 v_I = v_{II}$
- d) $2 v_I = v_{II}$

15. P y Q son átomos de distintos elementos situados en el mismo período y que tienen 5 y 7 electrones de valencia, respectivamente. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a dichos átomos?

- a) P tiene una mayor primera energía de ionización que Q.
- b) Q tiene menor afinidad electrónica que P
- c) P tiene mayor radio atómico que Q

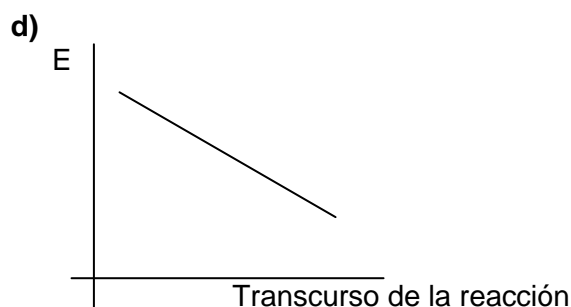
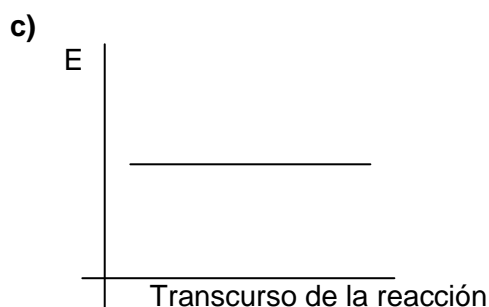
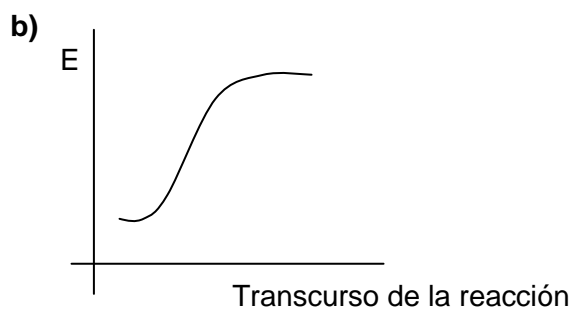
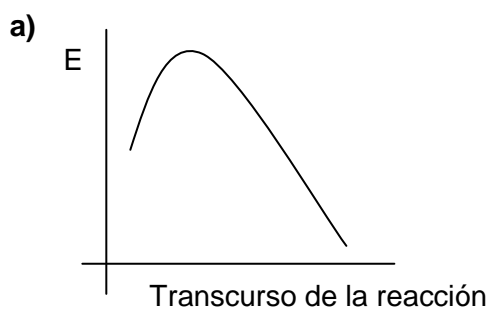
EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

d) El enlace P-Q será apolar

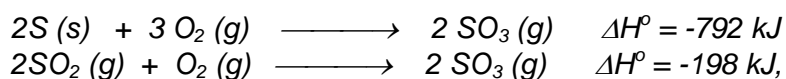
16. ¿En cuál de las siguientes sustancias cabe esperar que exista una mayor interacción molecular?

- a) F₂ (g)
- b) H₂ (g)
- c) H₂S (g)
- d) HF (g)

17. Para el proceso endotérmico $\text{Cl}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{Cl} (\text{g})$, ¿Cuál de los siguientes diagramas energéticos se ajusta al proceso?



18. Sabiendo que



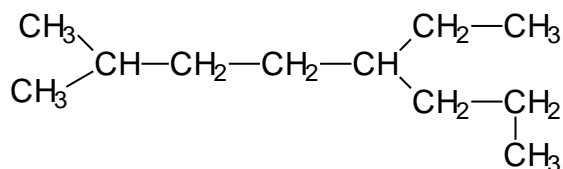
¿cuál será el valor de la entalpía estándar de formación del dióxido de azufre?

- a) -594 kJmol⁻¹
- b) -297 kJmol⁻¹
- c) -990 kJmol⁻¹
- d) -126 kJmol⁻¹

19. El electrón más energético del elemento de número atómico 20 queda definido por la notación cuántica

- a) (4,1,-1,+1/2)
- b) (4,0,-1,-1/2)
- c) (3,2,-2,+1/2)
- d) (4,0,0,-1/2)

20. El nombre sistemático de la sustancia



EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

es:

- a) 5-etil-2-metiloctano
- b) 2-metil-5-etiloctano
- c) 2-metil-5-propilheptano
- d) 1,6-dimetil-3-etilheptano

21. ¿Qué volumen de una disolución 0,2 M contiene 3,5 moles de soluto?

- a) 17,5 mL
- b) 17,5 L
- c) 15,7 dm³
- d) 7,0 mL

22. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es **incorrecta**.

- a) La energía que posee un electrón del orbital 3s es diferente de la que posee un electrón del orbital 2s.
- b) Los electrones de cada orbital tienen el mismo número cuántico spin.
- c) Cuando todos los electrones de un átomo poseen la mínima energía que pueden tener se dice que el átomo está en su estado fundamental.
- d) En el átomo de oxígeno no existen electrones desapareados.

23. Si hacen falta 18,5 moles de tetracloroetano, C₂Cl₄, de densidad 1,63 gcm⁻³, ¿qué volumen será necesario tomar de este líquido?

- a) 30,22 mL
- b) 11,33 mL
- c) 5,01 L
- d) 1,88 L

24. La masa de agua liberada en la combustión completa de 1 g de octano será

- a) 0,079 g
- b) 1,42 g
- c) 18 g
- d) 162 g

25. ¿A qué elemento, de entre los siguientes, le corresponde el menor valor de la segunda energía de ionización?

- a) Na
- b) K
- c) Ar
- d) Mg

26. La vida media del ⁵⁵Cr radioactivo es de 1,8 horas. Si tenemos en cuenta que el tiempo necesario para llevar una muestra de este isótopo desde el reactor hasta nuestro laboratorio es de 10,8 horas indique la cantidad de isótopo que hay que tomar para disponer finalmente de 1 mg de ⁵⁵Cr en el laboratorio.

- a) 128 mg
- b) 64 mg
- c) 32 mg
- d) 11 mg

27. ¿En cuál de los siguientes procesos cabe esperar que ΔH^0 y ΔG^0 sean similares?

- a) $2Al(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 2Fe(s) + Al_2O_3(s)$
- b) $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$
- c) $2NO_2(g) \rightarrow N_2O_4(g)$
- d) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

28. Considere la reacción en equilibrio $2 \text{NO} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$. ¿Qué le ocurrirá a la concentración de NO cuando, sin variar la temperatura, disminuyamos hasta 1/3 de su valor inicial el volumen del recipiente que contiene la mezcla gaseosa en equilibrio?

- a) Se triplicará.
- b) Se hará seis veces mayor.
- c) Se reducirá a la tercera parte.
- d) No variará.

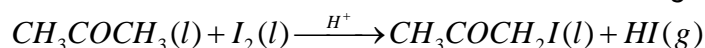
29. ¿En cuál de los siguientes compuestos no se cumple la regla del octeto para el átomo central?

- a) CO_2
- b) NF_3
- c) OF_2
- d) PF_5

30. ¿Cuál será la presión total en el interior de un recipiente de 2 L que contiene 1 g de He, 14 g de CO y 10 g de NO a 27 °C?

- a) 21,61 atm
- b) 13,28 atm
- c) 1,24 atm
- d) 0,31 atm

31. La propanona reacciona con el yodo en disolución ácida según la ecuación química:



Los datos obtenidos al estudiar la reacción vienen dados en la siguiente tabla

| [propanona], M | [I ₂], M | [H ⁺], M | Velocidad relativa |
|----------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 0.01 | 0.01 | 0.01 | 1 |
| 0.02 | 0.01 | 0.01 | 2 |
| 0.02 | 0.02 | 0.01 | 2 |
| 0.02 | 0.01 | 0.02 | 4 |

¿Cuál es la ecuación de velocidad para esta reacción?

- a) $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{I}_2]$
- b) $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3]^2$
- c) $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{I}_2][\text{H}^+]$
- d) $v = k[\text{CH}_3\text{COCH}_3][\text{H}^+]$

32. El átomo de N en las especies químicas NH_3 , $(\text{NH}_2)^-$ y $(\text{NH}_4)^+$ está rodeado siempre de ocho electrones. Seleccione la relación que expresa correctamente el orden creciente del ángulo de enlace H-N-H.

- a) NH_3 , $(\text{NH}_2)^-$, $(\text{NH}_4)^+$
- b) NH_3 , $(\text{NH}_4)^+$, $(\text{NH}_2)^-$
- c) $(\text{NH}_4)^+$, $(\text{NH}_2)^-$, NH_3
- d) $(\text{NH}_2)^-$, NH_3 , $(\text{NH}_4)^+$

33. Los valores de las cuatro primeras energías de ionización de un elemento químico son: 578, 1817, 2745 y 11578, en kJmol^{-1} . ¿Cuál podría ser dicho elemento?

- a) Na
- b) Mg
- c) Al
- d) P

34. ¿Cuál de las siguientes moléculas tiene el mayor momento dipolar?

- a) H_2
- b) HCl

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

- c) HBr
- d) HI

35. ¿Cuál de las siguientes estructuras electrónicas le corresponderá a un elemento con número de oxidación máximo de +3?
- a) $1s^2 2s^2 2p^3$
 - b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
 - c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
 - d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$
36. Considere el siguiente sistema en reacción en un recipiente cerrado y una vez alcanzado el equilibrio
- $$\text{Ca}(\text{CO}_3)(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g) \quad \Delta H^\circ = +178,3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$
- A una temperatura determinada, ¿quién será proporcional a la constante de equilibrio?
- a) la cantidad de $\text{Ca}(\text{CO}_3)(s)$, $\text{CaO}(s)$ y $\text{CO}_2(g)$ en el equilibrio.
 - b) la cantidad inicial de $\text{CO}_2(g)$.
 - c) la cantidad de $\text{CO}_2(g)$ en el equilibrio.
 - d) la cantidad de $\text{Ca}(\text{CO}_3)(s)$ inicial.
37. A 50,0 mL de una disolución de ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4(ac)$, se le añadió la suficiente cantidad de una disolución de cloruro de bario, $\text{BaCl}_2(ac)$. El sulfato de bario formado, $\text{Ba}(\text{SO}_4)(s)$, se separó de la disolución y se pesó en seco. Si se obtuvieron 0,71 g de $\text{Ba}(\text{SO}_4)(s)$, ¿cuál era la molaridad de la disolución de ácido sulfúrico?
- a) 0,06 M
 - b) 0,60 M
 - c) 1,20 M
 - d) 0,12 M
38. Para una reacción química I se sabe que $\Delta G^\circ = 0$; para otra reacción química II se sabe que $\Delta G^\circ < 0$; para la reacción química III se sabe que $\Delta G^\circ > 0$. Si son K_I , K_{II} y K_{III} las correspondientes constante termodinámicas de equilibrio de los procesos I, II y III, respectivamente, ¿cómo se ordenan los valores de dichas constantes?
- a) $K_I > K_{II} > K_{III}$
 - b) $K_{II} > K_I > K_{III}$
 - c) $K_{II} > K_{III} > K_I$
 - d) $K_{III} > K_I > K_{II}$
39. ¿Cuál es el estado de oxidación del vanadio en el compuesto $(\text{NH}_4)(\text{VO}_3)$?
- a) +1
 - b) +3
 - c) +5
 - d) +7
40. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es **falsa**
- a) Se alcanza el equilibrio químico cuando la concentración de reactivos es igual a la concentración de productos.
 - b) Se alcanza el equilibrio químico cuando la velocidad de la reacción inversa se iguala a la velocidad de la reacción directa.
 - c) Al aumentar la temperatura de un sistema en equilibrio éste evoluciona favoreciendo la reacción endotérmica.
 - d) En un sistema en equilibrio, un catalizador disminuye, en la misma magnitud, la energía de activación requerida para la reacción directa y para la inversa.

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

PROBLEMA 1

La propulsión de vehículos teniendo como combustible hidrógeno se presenta actualmente como la alternativa, respecto al motor de explosión clásico, con mayores posibilidades de éxito inmediato. Las principales ventajas que se plantean son la cantidad prácticamente ilimitada de combustible que puede estar disponible y los residuos no contaminantes del proceso. Todo el sistema se basa en hacer reaccionar hidrógeno gaseoso (H_2) con oxígeno gaseoso (O_2) para obtener agua (que sería el único producto del proceso).

Imaginemos que un ingeniero industrial, que intenta diseñar el mencionado sistema de propulsión, le pide ayuda dado que carece de los conocimientos químicos necesarios. ¿Sería capaz de resolver todas sus interrogantes?

A) Para empezar, le dice que ha encontrado en una tabla los siguientes datos:

| Bloque de datos A | Bloque de datos B |
|--|---|
| $\Delta G_{f,298}^0 = -237,2 \text{ kJmol}^{-1}$ | $\Delta G_{f,298}^0 = -228,6 \text{ kJmol}^{-1}$ |
| $\Delta H_{f,298}^0 = -285,8 \text{ kJmol}^{-1}$ | $\Delta H_{f,298}^0 = -241,8 \text{ kJmol}^{-1}$ |
| $\Delta S_{f,298}^0 = -163,2 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ | $\Delta S_{f,298}^0 = -44,4 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ |

Él sabe que uno de estos conjuntos de datos corresponde al proceso en el que el agua aparece en forma gaseosa y el otro al que el agua se produce en forma líquida, ¿pero cuál corresponde a cuál? Razónelo

B) A continuación le pide que le aclare por qué es interesante esta reacción para obtener energía y que le diga cuánta energía se puede obtener de cada kg de combustible en cada uno de los procesos.

C) También quiere saber si se obtendrá, trabajando a 25°C , agua líquida o en estado gaseoso.

D) Por último, indica que es muy importante para él optimizar el rendimiento energético. Técnicamente puede limitar las temperaturas a las que se produce la reacción dentro de un determinado rango con un valor mínimo de 0°C , pero ¿cuál sería el valor máximo que se debería permitir?.

Nota: Asuma que los valores de ΔH_f^0 y ΔS_f^0 no varían en el rango de temperaturas de trabajo y que siempre vamos a poder mantener las condiciones estándar de reactivos y productos.

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

PROBLEMA 2

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Considere el equilibrio de descomposición del SbCl_5 (g) establecido a $182\text{ }^\circ\text{C}$:



En un reactor químico se introduce SbCl_5 y se eleva su temperatura hasta $182\text{ }^\circ\text{C}$. Una vez alcanzado el equilibrio, se determina que el porcentaje en volumen de cloro en la mezcla gaseosa es del 10%, siendo la presión en el interior del reactor de 7,46 atm.

Calcule:

- Las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
- El valor de K_C y K_P .
- El porcentaje en volumen de Cl_2 si la mezcla se expande hasta 2 atm, manteniéndose constante la temperatura.

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

PROBLEMA 3

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Una gota (0,05 mL) de HCl 12 M se extiende sobre una hoja delgada de aluminio de 0.10 mm de espesor. Suponga que todo el ácido reacciona y traspasa la lámina de un lado a otro. Conociendo que la densidad del aluminio es de $2,70 \text{ gcm}^{-3}$, ¿cuál será el área del agujero circular producido? ¿Qué volumen de hidrógeno, medido a $27 \text{ }^\circ\text{C}$ y 101000 Pa , se habrá producido?

EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

PROBLEMA 4

El amoníaco, si duda uno de los compuestos mas importantes de la industria química, se obtiene industrialmente mediante el proceso ideado por Fritz Haber (1868-1934) en colaboración con el ingeniero químico Carl Bosch (1874-1940), en 1914. La preparación de hidróxido de amonio y la obtención de urea son dos de sus muchas aplicaciones.

- ¿Qué volumen de amoníaco, medido en las condiciones del proceso (400 °C y 900 atm), se obtendría a partir de 270 litros de hidrógeno y 100 litros de nitrógeno, medidos en las mismas condiciones, si se sabe que el rendimiento de la reacción es del 70%.
- ¿Cuántos litros de hidróxido de amonio, del 28% y densidad 0,90 gcm⁻³, se podrán preparar con el amoníaco obtenido en el apartado anterior?
- La urea (carbamida), CO(NH₂)₂, es un compuesto sólido cristalino que se utiliza como fertilizante y como alimento para los rumiantes, a los que facilita el nitrógeno necesario para la síntesis de las proteínas. Su obtención industrial se lleva a cabo por reacción entre dióxido de carbono y amoníaco a 350 °C y 35 atm. ¿Cuál será el volumen de dióxido de carbono y el de amoníaco, medidos ambos en las condiciones del proceso, necesarios para obtener 100 kg de urea si el rendimiento del proceso es del 80%?

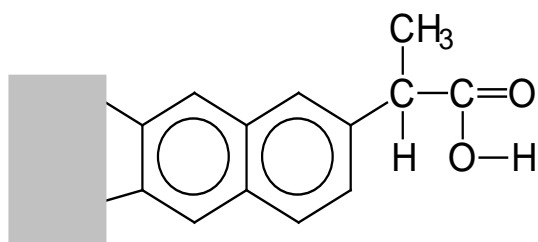
EXÁMEN VIII OLIMPIADA DE QUÍMICA DE LA REGIÓN DE MURCIA 2003

SUPUESTO PRÁCTICO

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Gracias al trabajo altruista del grupo "QUÍMICOS SIN FRONTERAS" se ha logrado sintetizar un producto que muestra prometedoras aplicaciones para el tratamiento de diversas enfermedades. Por desgracia, al ir a recuperar los datos y anotaciones que se hicieron durante el proceso de análisis del producto, al que se le asignó el nombre de *ODOTARUC*, algunos bits o bytes debían estar dañados ya que al imprimir el fichero para dar a conocer las características del producto encontraron lo siguiente:

- ✓ Masa molecular del *Odotaruc*: $200,0 \text{ g mol}^{-1}$
- ✓ La combustión de $1,0 \text{ g}$ de *Odotaruc* consume $51,2 \text{ g}$ de oxígeno y produce $12,6 \text{ g}$ de agua y $61,6 \text{ g}$ de CO_2 .
- ✓ No presenta ninguna función alcohol.
- ✓ La fórmula estructural del *Odotaruc* es:



Le pedimos que, basándose en la información que se ha podido recuperar, determine la fórmula molecular del *Odotaruc* y establezca su fórmula estructural, dada la importancia que para el género humano puede tener el medicamento o sus posibles derivados. Gracias