

CUESTIONES

- Entre las siguientes moléculas: O_3 , HCN, CO_2 , SO_2 , $BeCl_2$ y H_2O , ¿cuáles son lineales?
a. HCN, CO_2 , $BeCl_2$
b. O_3 , HCN, $BeCl_2$
c. HCN, CO_2 , SO_2
d. HCN, CO_2 , H_2O
- El número de electrones desapareados en iones Co^{2+} , en fase gas y en el estado fundamental, es:
b. 3
a. 2
c. 4
d. 5
- Las especies F^- , Na^+ y Mg^{2+} son isoelectrónicas, el orden correcto que indica el radio de las especies es:
a. $F^- > Na^+ > Mg^{2+}$
b. $Na^+ > F^- > Mg^{2+}$
c. $Mg^{2+} > Na^+ > F^-$
d. $F^- > Mg^{2+} > Na^+$
- ¿Qué tipo de fuerzas o interacciones hay que vencer al vaporizar etanol?
a. Puentes de hidrógeno
b. Enlaces covalentes
c. Enlaces iónicos
d. Enlaces metálicos
- Para las especies N_2 , O_2 , F_2 , si se ordenan de modo creciente de energía de enlace este es:
b. F_2 , O_2 , N_2
a. N_2 , O_2 , F_2
c. O_2 , F_2 , N_2
d. O_2 , N_2 , F_2
- Considerando las sustancias (I) $BeCl_2$ (II) BCl_3 (III) CCl_4 , serán no polares:
d. Todas
a. La II
b. Las I y II
c. Las I y III
- En la sustancia but-2-eno, la hibridación de los carbonos 1 y 2 es:
c. sp^3 y sp^2
a. sp y sp^2
b. sp y sp^3
d. Ambos sp^3
- ¿Qué afirmación es cierta sobre la estructura de Lewis más estable para CS_2 ?
b. Todos los enlaces son dobles enlaces
a. No tiene pares solitarios
c. El átomo central no tiene un octeto de electrones
d. Un átomo de azufre debe ser el átomo central para que la estructura sea estable
- La reacción siguiente: ácido metanoico + metanol \rightarrow agua + metanoato de metilo se denomina:
a. Esterificación
b. Adición
c. Saponificación
d. Eliminación

10. El 2-clorobut-2-eno y el clorociclobutano:

- a. No son isómeros
- b. Son isómeros de cadena**
- c. Son isómeros de posición
- d. Son isómeros geométricos

11. Indique el compuesto que tiene dos isómeros ópticos

- a. 1,2-dicloroetano
- b. 1,3-diclorobenceno
- c. Bromo-Cloro-Metano

d. 2-clorobutano

12. El producto X que se obtiene en la reacción: $\text{CH}_3\text{OH} + \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightarrow \text{X} + \text{H}_2\text{O}$, es:

a.		c.	
b.		d.	

13. Se dispone de 10 mL de una disolución de NaNO_3 2,0 M y de 40 mL de otra disolución de $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 0,5 M. Si se mezclan sin variación apreciable de volumen, la concentración del ion NO_3^- en la disolución será de

- a. 0,8 M
- b. 1,2 M**
- c. 1,6 M
- d. 1,8 M

14. Sean dos depósitos de igual volumen A y B. En el depósito A hay monóxido de carbono gas a una presión y temperatura. En el depósito B hay dióxido de carbono gas a la misma presión y doble temperatura ¿En qué depósito hay mayor número de moles?

- a. A**
- b. Hay el mismo número de moles en A y en B
- c. B
- d. A doble presión el dióxido de carbono se descompone

15. La densidad del dióxido de carbono líquido es de 1,101 g/mL. Si una persona ingiere 0,10 mL de dióxido de carbono líquido, el volumen del gas que se produciría en su cuerpo, medido a 37,0 °C y 1,00 atm de presión, será:

- a. 8,0 mL
- b. 16 mL
- c. 32 mL
- d. 64 mL**

16. ¿De dónde se puede extraer más cobre de 20 moles de Cu_2O o de 40 moles de CuO ?

- a. CuO
- b. Cu_2O
- c. Igual en ambos compuestos**
- d. No hay datos suficientes

17. La velocidad de reacción de una reacción química está influenciada directamente por:

- a. La temperatura del proceso**
- b. La espontaneidad de la reacción
- c. La entalpía de la reacción
- d. La fortaleza de los enlaces implicados en la reacción

18.

Los valores de la tabla recogidos para dos procesos químicos distintos nos indican que el proceso I tiene una velocidad de reacción mayor que el proceso II, ya que:

Reacción	Energía de activación ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	$\Delta_r H^\circ$ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	$\Delta_r G^\circ$ ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
I	1,5	- 3,0	- 8,0
II	2,0	- 1,5	- 4,0

a. Tiene menor energía de activación

b. Tiene mayor energía de activación y menor energía de Gibbs

c. Tiene menor energía de Gibbs y menor entalpía

d. Tiene menor energía de Gibbs

19. ¿Qué enunciado sobre las reacciones de segundo orden es correcto?

a. Las reacciones de segundo orden requieren más de una sustancia reaccionante

b. Las reacciones de segundo orden son más rápidas que las de primer orden

c. Las reacciones de segundo orden no se ven afectadas por los cambios en temperatura

d. No implica que intervengan dos moléculas en el proceso

20. La reacción entre NO e I_2 es de segundo orden respecto al NO y de primer orden respecto al I_2 . Cuando triplicamos la concentración de cada reactivo la velocidad se incrementa:

a. 3 veces

b. 6 veces

c. 18 veces

d. 27 veces

21. Las reacciones químicas son siempre espontáneas si:

a. Son endotérmicas y presentan una variación de entropía negativa

b. Son endotérmicas y presentan una variación de entropía positiva

c. Son exotérmicas y presentan una variación de entropía positiva

d. Son exotérmicas y presentan una variación de entropía negativa

22. Para estimar la entalpía de la reacción de combustión de acetileno $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$, (el agua queda como gas) disponemos de los datos correspondientes a las energías de enlace siguientes:

Enlace	C-C	C=C	$\text{C}\equiv\text{C}$	C-H	C-O	C=O	H-O	O-O	O=O
$E(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$	347	612	830	413	358	746	464	144	498

A partir de estos datos, la entalpía de combustión del acetileno será:

a. $-1011 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

b. $-1230 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

c. $-1494 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

d. $-2114 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

23. Para cierto proceso tenemos los siguientes valores: $\Delta H^\circ = -240 \text{ kJ}$ y $\Delta S^\circ = -110 \text{ J/K}$. Indica:

a. Es espontánea a cualquier temperatura

b. No es espontánea a cualquiera temperatura

c. Es espontánea a temperaturas inferiores a 2.181,8 K

d. Es espontánea a temperaturas superiores a 2.181,8 K

24. Para un cierto sistema en equilibrio, $K = 10^{+11}$. Esto significa que:

a. La reacción ocurre lentamente

b. La reacción ocurre rápidamente

c. El sistema en equilibrio contiene sobre todo productos

d. El sistema en equilibrio contiene sobre todo reactivos

25. El producto de solubilidad del hidróxido de magnesio es $5,7 \cdot 10^{-12}$. Calcula el pH de una disolución saturada de dicha sal.
- 11,1
 - 10,4**
 - 10,1
 - 9,4
26. Para el equilibrio $\text{CuCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$, la relación entre K_p y K_c es :
- $K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{-1}$
 - $K_p = K_c \cdot (n \cdot R \cdot T)^{-1}$
 - $K_c = [\text{CO}_2]$**
 - $K_c = \frac{[\text{CuO}] \cdot [\text{CO}_2]}{[\text{CuCO}_3]}$
27. Mezclamos 50 mL de sendas disoluciones de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y HCl, ambas 0,1 M. El pH final de la mezcla, supuesta la aditividad del volumen, será:
- 7,0
 - 12,7**
 - 13,0
 - 14,0
28. Dadas dos disoluciones de dos ácidos de la misma concentración: ácido acético ($k_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$) y ácido metanoico ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$), la que posee un pH más ácido es:
- La de ácido acético
 - Las dos igual
 - La de ácido metanoico**
 - Faltan datos para decidirse
29. Se disponen de tres disoluciones acuosas de NH_3 , NaOH, HCl, HNO_3 , todas 10^{-8} M, tendrán un pH >7,
- La de NH_3
 - La de NaOH
 - La de NH_3 y la NaOH**
 - Todas
30. Una disolución 0,001 M de una base débil $\text{B}(\text{OH})$ esta ionizada en un 12%, la constante de basicidad es:
- 10^{-3}
 - $1,3 \cdot 10^{-2}$
 - $1,36 \cdot 10^{-4}$
 - $1,6 \cdot 10^{-5}$**

COMENTARIOS

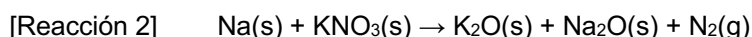
1. Si el estudiante resuelve algún apartado por un procedimiento diferente al planteado en esta solución, pero conceptualmente correcto, se le valorará con la máxima calificación asignada.
2. Los errores sólo se penalizarán en el apartado en el que se cometan.
3. Si para continuar resolviendo el problema necesitase usar un dato incorrecto o no calculado, y el procedimiento de resolución fuese correcto, el apartado correspondiente se contabilizará con la máxima calificación asignada.
4. Una vez corregidos los problemas, los resultados recogidos en una hoja Excel se enviarán, a la mayor brevedad, a Miguel Ferrero (mferrero@uniovi.es). Los exámenes se devolverán el lunes por la mañana a Miguel Ferrero.

PROBLEMAS

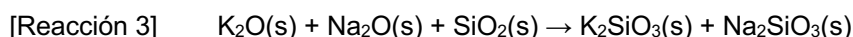
Problema 1. El airbag es un sistema de seguridad pasivo usado en automóviles que consiste en una bolsa que se hincha en unos 40 milisegundos desde que se produce el impacto del automóvil con un objeto a velocidades superiores a 30–40 km/h. Para conseguir un inflado tan rápido se usan reacciones químicas que liberan un gas. Uno de los métodos de inflado rápido de los airbags en automóviles consiste en la liberación de nitrógeno por descomposición de la azida de sodio según las reacciones no igualadas:



El sodio (sustancia peligrosa) debe eliminarse por lo que se hace reaccionar con nitrato de potasio según:



Como los óxidos de metales alcalinos son muy reactivos, se incluye dióxido de silicio que reacciona según:



con lo se produce un polvo de silicato de sodio y potasio inofensivo para el ser humano.

- 4 puntos.** Escriba la reacción global que se produce.
- 4 puntos** Halle la proporción en masa de la azida de sodio, nitrato de potasio y dióxido de silicio necesaria para que se produzcan los procesos descritos.
- 4 puntos** Calcule la cantidad de azida de sodio necesaria para inflar un airbag que contenga 50,0 L de dinitrógeno a la temperatura de 25 °C y una presión de 1 atm.

La azida de sodio se prepara comercialmente por reacción entre monóxido de dinitrógeno y amida de sodio

[NaNH₂(s)] según $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{NaNH}_2(\text{s}) \rightarrow \text{NaN}_3(\text{s}) + \text{NaOH}(\text{s}) + \text{NH}_3(\text{g})$ con $\Delta_r H = -280 \text{ kJ}$

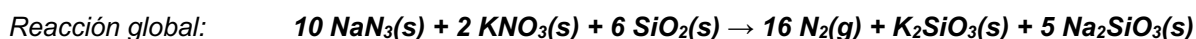
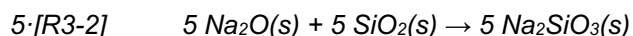
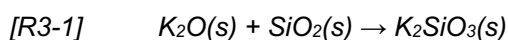
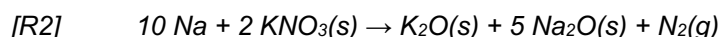
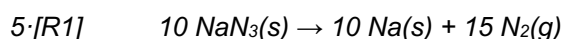
- 4 puntos** Halle la entalpía de descomposición de la azida de sodio descrita en la [Reacción 1].
- 4 puntos** Argumente si la variación de energía interna será mayor, menor o igual que la de entalpía.

Datos: $\Delta_f H^\circ / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$: $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) = +81,6$; $\text{NaNH}_2(\text{s}) = -123,8$; $\text{NaOH}(\text{s}) = -425,8$; $\text{NH}_3(\text{g}) = -45,9$

Masa atómicas/u: $\text{N} = 14,01$; $\text{O} = 16,00$; $\text{Na} = 23,00$; $\text{Si} = 28,01$; $\text{K} = 39,10$

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

a) En primer lugar, conviene desglosar la reacción [3], ya que en la [2] los óxidos formados están en distinta proporción, entonces quedaría: [R3-1]: $\text{K}_2\text{O}(\text{s}) + \text{SiO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3(\text{s})$ y [R3-2]: $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{SiO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{s})$



Puntuar medio punto cada reacción (6 reacciones por 0,5 puntos =3 puntos) y 1 punto la reacción final bien ajustada.

b) La proporción es: 10 moles $\text{NaN}_3(\text{s})$: 2 moles $\text{KNO}_3(\text{s})$: 6 moles $\text{SiO}_2(\text{s})$, pasándolo a gramos quedaría: 10·65,0 g $\text{NaN}_3(\text{s})$: 2·101,1 g $\text{KNO}_3(\text{s})$: 6·60,1 g $\text{SiO}_2(\text{s})$. Operando y tomando 100 g de azida de sodio como referencia queda: 100 g $\text{NaN}_3(\text{s})$: 31,1 g $\text{KNO}_3(\text{s})$: 55,5 g $\text{SiO}_2(\text{s})$

Un punto por cada cálculo que pase de moles a gramos (3 puntos) más 1 punto extra si calcula bien para 100 g de azida. Debe utilizar los coeficientes estequiométricos a los que llego en el apartado anterior (estén mal o bien).

c) El número de moles de nitrógeno es: $n_{N_2} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 50 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (273 + 25) \text{ K}} = 2,05 \text{ mol } N_2$,(2 puntos) y

según la estequiometría de la reacción: $2,05 \text{ mol } N_2 \cdot \frac{10 \text{ mol } NaN_3}{16 \text{ mol } N_2} \cdot \frac{65,0 \text{ g } NaN_3}{1 \text{ mol } NaN_3} = 83,3 \text{ g } NaN_3$ (2 puntos, ojo, si

es coherente con los coeficientes del apartado a valorar bien)

d) Para la reacción citada, como: $\Delta_r H^\circ = \sum_{\text{prod}} v_{\text{prod}} \cdot \Delta_f H^\circ_{\text{prod}} - \sum_{\text{reac}} v_{\text{reac}} \cdot \Delta_f H^\circ_{\text{reac}}$, sustituyendo:

$$-280 \text{ kJ} = \left(1 \frac{\text{mol } NH_3}{1 \text{ mol } NH_3} \cdot \frac{-45,9 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } NH_3} + 1 \frac{\text{mol } NaOH}{1 \text{ mol } NaOH} \cdot \frac{-425,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } NaOH} + 1 \text{ mol } NaN_3 \cdot \Delta_f H^\circ [NaN_3] \right) - \left(1 \frac{\text{mol } N_2O}{1 \text{ mol } N_2O} \cdot \frac{81,6 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } N_2O} + 2 \frac{\text{mol } NaNH_2}{1 \text{ mol } NaNH_2} \cdot \frac{-123,8 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } NaNH_2} \right) \quad (1 \text{ punto})$$

operando resulta $\Delta_f H^\circ [NaN_3(s)] = 25,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. (1 punto)

Para el proceso: $2 NaN_3(s) \rightarrow 2 Na(s) + 3 N_2(g)$, como $\Delta_r H^\circ = \sum_{\text{prod}} v_{\text{prod}} \cdot \Delta_f H^\circ_{\text{prod}} - \sum_{\text{reac}} v_{\text{reac}} \cdot \Delta_f H^\circ_{\text{reac}}$ y como las entalpías del dinitrógeno y del sodio son cero (1 punto), la entalpía de descomposición es

$$\Delta_r H^\circ = -2 \cdot \Delta_f H^\circ = -2 \frac{\text{mol}}{1 \text{ mol}} \cdot \frac{25,7 \text{ kJ}}{1 \text{ mol}} = -51,4 \text{ kJ} \quad (1 \text{ punto})$$

e) Como $\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V$, (1 punto) en este caso el proceso $2 NaN_3(s) \rightarrow 2 Na(s) + 3 N_2(g)$, transcurre con una gran variación de volumen al generarse tres moles de dinitrógeno (los sólidos apenas varían su volumen) (1 punto). Por tanto, $\Delta V > 0$, y $\Delta U = \Delta H - p \cdot \Delta V$, como ΔH es negativa y $p \cdot \Delta V$ es positiva (1 punto), el valor de la variación de energía interna será menos (más negativo) que la variación de entalpía. $\Delta U < \Delta H$ (1 punto)

Problema 2. El 9 de mayo de 2017 se emitió una moneda de plata conmemorativa de la adhesión al Tratado de la Unión Europea. Para analizarla, cortamos un trozo de la misma de 9,672 g, lo disolvemos en ácido nítrico y la disolución resultante la añadimos a un matraz aforado de 100 mL completando el volumen con agua destilada. A 20 mL de esta disolución se le añade cloruro de sodio hasta la completa precipitación de la plata como cloruro de plata; el precipitado se lava, seca y pesa obteniendo 2,377 g del precipitado. En el líquido resultante de la filtración se determina el cobre como óxido de cobre(II), siendo el peso de este 0,182 g.



- 10 puntos** Halle la composición de la aleación que forma la moneda (expresé el resultado en porcentaje en masa) e indique si la aleación tiene algún componente más.
- 10 puntos** Con el fin de recuperar la plata, al precipitado formado de AgCl se añade el volumen necesario de una disolución de amoníaco para disolver todo el precipitado por formación del complejo $[Ag(NH_3)_2]^+$. La disolución resultante se lleva a volumen en un matraz aforado de 100 mL. Halle la concentración de los iones presentes en la disolución si para el equilibrio $[Ag(NH_3)_2]^+(ac) \rightleftharpoons 2 NH_3(ac) + Ag^+(ac)$, K_d vale $6,8 \cdot 10^{-8}$.

Datos: Masa atómicas/u: Ag = 107,87; O = 16,00; Cl = 35,45; Cu = 63,55

a) Puesto que se han tomado 20 mL de la disolución preparada, la cantidad de la aleación en el matraz de 100 mL será:

$$20 \text{ mL} \cdot \frac{9,672 \text{ g aleación}}{100 \text{ mL dis}} = 1,934 \text{ g aleación} \quad (2 \text{ puntos})$$

Como toda la plata está como cloruro de plata, $2,377 \text{ g AgCl} \cdot \frac{1 \text{ mol AgCl}}{143,32 \text{ g AgCl}} \cdot \frac{1 \text{ mol Ag}}{1 \text{ mol AgCl}} \cdot \frac{107,87 \text{ g Ag}}{1 \text{ mol Ag}} = 1,789 \text{ g Ag}$, (2

puntos) que nos dará una riqueza en plata de $\frac{1,789 \text{ g Ag}}{1,934 \text{ g aleación}} \cdot 100 = 92,5 \% \text{ en Ag}$ (1 punto)

Respecto al cobre: $0,182 \text{ g CuO} \cdot \frac{1 \text{ mol CuO}}{79,55 \text{ g CuO}} \cdot \frac{1 \text{ mol Cu}}{1 \text{ mol CuO}} \cdot \frac{63,55 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 0,145 \text{ g Cu}$ (2 punto) que nos dará una riqueza en

cobre de:

$\frac{0,145 \text{ g Cu}}{1,934 \text{ g aleación}} \cdot 100 = 7,50 \% \text{ en Cu}$ (1 punto)

Como la suma de los porcentajes de cobre y plata es el 100 % no tendrá más impurezas. (2 puntos, ojo, si no les sale 100% y dicen que hay impurezas, darlo por bueno).

b) Si se disolvió todo el precipitado, podemos suponer que la concentración máxima del complejo formado debería ser:

$$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = \frac{2,377 \text{ g AgCl} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{143,32 \text{ g}}}{0,100 \text{ L}} = 0,166 \text{ M. (2 puntos)}$$

Considerado el equilibrio que se cita, las cantidades en él presentes serán las de la tabla adjunta. (2 puntos)

Como $K_d = \frac{[\text{NH}_3]^2 \cdot [\text{Ag}^+]}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+}$, sustituyendo

$$6,8 \cdot 10^{-8} = \frac{(2x)^2 \cdot x}{0,166 - x} = \frac{4x^3}{0,166 - x} \quad (2)$$

	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{ac}) \text{ (M)}$	$\text{NH}_3(\text{ac}) \text{ (M)}$	$\text{Ag}^+(\text{ac}) \text{ (M)}$
Inicial	0,166	—	—
Reacciona	—x	+2x	x
equilibrio	0,166 – x	2x	x

puntos) Dado el valor de la constante podremos suponer que $0,166 - x \approx 0,166$, con lo que operando $x = 0,00141 \text{ M}$. (2 puntos)

Por lo tanto, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 0,165 \text{ M}$; $[\text{Ag}^+] = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ (si su hubiese resuelto la ecuación de tercer grado exactamente, $x = 0,001401 \text{ M}$). Además, debemos considerar la existencia de los iones Cl^- que será $[\text{Cl}^-] = 0,166 \text{ M}$ (2 puntos)

Problema 3. En repostería y pastelería, con el objeto de dar volumen y esponjosidad a la masa para pasteles, se usa, entre otros productos, el hidrógenocarbonato de sodio (NaHCO_3) para liberar dióxido de carbono que, en último término, es responsable de que la masa “suba” y se esponje. Su uso se puede realizar de dos maneras:

Vía húmeda: A la masa para hacer pasteles se le añade una mezcla de hidrógenocarbonato de sodio con crémor potásico (hidrógenotartrato de potasio, $\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6$) que, al entrar en contacto con la humedad de la masa, tiene lugar la reacción: $\text{NaHCO}_3(\text{ac}) + \text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6(\text{ac}) \rightarrow \text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{CO}_2(\text{g})$

Vía seca: A la masa se le añade hidrógenocarbonato de sodio en polvo de modo que, al hornear la masa, se produce la descomposición térmica siguiente (reacción no igualada): $\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

Con el fin de estudiar estos procesos hacemos lo siguiente:

- I. Puesto que en una receta dice que se debe tomar doble masa de crémor potásico que de hidrógenocarbonato de sodio, pesamos y mezclamos 5,300 g de hidrógenocarbonato de sodio y 10,600 g de hidrógenotartrato de potasio. La experiencia se realiza a 20 °C y en un recipiente de 2,000 L de capacidad.
- II. En otro recipiente de 2,000 L de capacidad, introducimos 5,300 g de hidrógenocarbonato de sodio, calentando el recipiente a 100 °C, temperatura a la que, para el equilibrio que se establece, $K_p = 0,233$ (cuando las presiones parciales se expresan en atmósferas)

- a. **9 puntos** Si se considera que la efectividad del proceso depende del dióxido de carbono liberado, indique que proceso será más efectivo para “subir” la masa
- b. **7 puntos** Para el equilibrio heterogéneo del proceso II, halle el rendimiento de la reacción.
- c. **4 puntos** Indique como se modificará el rendimiento del proceso II si, en vez de partir de 5,300 g de NaHCO_3 , tomamos 10,600 g.

Datos: Masa atómicas/u: $H = 1,01$; $O = 16,00$; $Na = 23,00$; $C = 12,01$; $K = 39,10$

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

a) Cantidad de CO_2 (proceso A):

La reacción está igualada, por lo tanto, debemos estudiar si hay algún reactivo en exceso.

$$\left[\frac{m(\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6)}{m(\text{NaHCO}_3)} \right]_{\text{estequiométrica}} = \frac{188,19 \text{ g KC}_4\text{H}_5\text{O}_6}{84,02 \text{ g NaHCO}_3} = 2,240 \text{ y } \left[\frac{m(\text{KC}_4\text{H}_5\text{O}_6)}{m(\text{NaHCO}_3)} \right]_{\text{problema}} = \frac{10,600 \text{ g KC}_4\text{H}_5\text{O}_6}{5,300 \text{ g NaHCO}_3} = 2. \text{ Puesto que la relación}$$

estequiométrica es mayor que la del problema, sobrá el hidrógenocarbonato de sodio, debiendo hacer el cálculo con el hidrógenotartato de potasio (**2 puntos**). $10,600 \text{ g KC}_4\text{H}_5\text{O}_6 \cdot \frac{1 \text{ mol KC}_4\text{H}_5\text{O}_6}{188,19 \text{ g KC}_4\text{H}_5\text{O}_6} \cdot \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol KC}_4\text{H}_5\text{O}_6} = 0,0563 \text{ mol CO}_2$ (**1 punto**)

Cantidad de CO_2 (proceso B):

La reacción igualada correspondiente al equilibrio es $2 \text{ NaHCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$. (**1 punto**) Puesto que sólo hay dos gases en proporción 1:1, $K_p = p_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{H}_2\text{O}} = (p_{\text{CO}_2})^2$ (**2 puntos**) ya que ambas presiones parciales son iguales, entonces,

despejando y sustituyendo $p_{\text{CO}_2} = \sqrt{K_p} = 0,483 \text{ atm}$ (**1 punto**) que se corresponde con

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{p_{\text{CO}_2} \cdot V}{R \cdot T} = \frac{0,483 \text{ atm} \cdot 2 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (273 + 100) \text{ K}} = 0,0316 \text{ mol CO}_2. \text{ (1 punto)}$$

En resumen, puesto que en el proceso I, se libera más doble número de moles de dióxido de carbono que en el II, será más efectivo el proceso I. (**1 punto**)

b) Puesto que se liberaron 0,0316 mol CO_2 , esta será la cantidad, en moles, de NaHCO_3 que reaccionó (**2 puntos**), y que se corresponde con una cantidad en masa de $0,0316 \text{ mol CO}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{1 \text{ mol CO}_2} \cdot \frac{84,02 \text{ g NaHCO}_3}{1 \text{ mol NaHCO}_3} = 2,655 \text{ g NaHCO}_3$. (**3 puntos**)

Por lo tanto, el rendimiento del proceso será: $\frac{2,655 \text{ g}}{5,300 \text{ g NaHCO}_3} \cdot 100 = 50,1 \%$ (**2 puntos**)

c) Puesto que es un equilibrio heterogéneo (**2 puntos**), el rendimiento no cambiará por tener un exceso de una sustancia pura sólida (**2 puntos**). El resultado seguiría siendo del 50,1 %.