

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente el examen, responda 4 preguntas de la siguiente forma:

- Responda a la pregunta 1 (sin optatividad).
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 2A y 2B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 3A y 3B.
- Responda a una pregunta a elegir entre las preguntas: 4A y 4B.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN:

90 minutos. Cada pregunta tiene una calificación máxima de 2,5 puntos

1) Responda a las siguientes preguntas:

- (0,75 puntos) El nitrato de amonio es un compuesto con muchas aplicaciones, cuya síntesis se realiza por reacción directa de ácido nítrico y amoniaco. Escriba la reacción ajustada que se produce y, haciendo uso de la Tabla, calcule ΔG_r° a 300 K. Justifique la espontaneidad de la reacción.
- (0,75 puntos) Una de las aplicaciones del nitrato de amonio es como explosivo, ya que en ciertas condiciones (temperaturas por encima de 175 °C) se produce de forma explosiva la reacción de descomposición que da lugar a óxido de dinitrógeno y agua. Escriba la reacción ajustada y con los datos de la Tabla calcule ΔH_r° y ΔS_r° . Determine ΔG_r° a 450 K para dicha reacción. Considere que ΔH_r° y ΔS_r° no cambian con la temperatura. Justifique si la reacción es exotérmica y espontánea.
- (0,5 puntos) Escriba la ley de velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio considerando que las unidades de su constante de velocidad son s^{-1} , e indique el orden de la reacción.
- (0,5 puntos) Explique cómo afecta a la velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio una disminución de la temperatura.

Tabla. Datos termodinámicos a 300K.

Compuesto	$\Delta G_f^\circ (KJ \cdot mol^{-1})$	$\Delta H_f^\circ (KJ \cdot mol^{-1})$	$S^\circ (J \cdot K^{-1} mol^{-1})$
NH ₄ NO ₃	-184	-366	151
HNO ₃	-81		
NH ₃	-17		
N ₂ O		82	220
H ₂ O		-241	189

2A) Dadas las configuraciones electrónicas de tres elementos en estado fundamental X: [Ar]4s², Y: [Ne]3s² 3p² y Z: [He]2s² 2p⁵ :

- (0,5 puntos) Determine su posición en la tabla periódica (periodo y grupo).
- (0,5 puntos) Indique nombre y símbolo de los elementos Y y Z.
- (0,75 puntos) Justifique si es posible o no cada una de las siguientes combinaciones de números cuánticos. En los casos afirmativos, razone si puede corresponder al electrón más externo de alguno de los elementos del enunciado, indicando a cuál: (2, 1, 0, +1/2); (3, 0, 1, -1/2); (3, 2, 0, +1/2); (4, 4, 0, +1/2).
- (0,75 puntos) Defina electronegatividad y justifique cuál de los elementos X, Y o Z es el más electronegativo.

2B) Considere las siguientes moléculas, cuyas temperaturas de ebullición se indican entre paréntesis: CH₃OH (338 K), HCHO (254 K) y CH₄ (111 K):

- (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis de los tres compuestos.
- (0,75 puntos) Indique la hibridación del átomo de carbono y la geometría de cada una de las moléculas del enunciado utilizando el modelo de RPECV.
- (0,75 puntos) Justifique los diferentes valores de las temperaturas de ebullición indicadas.
- (0,5 puntos) ¿Cuál/es es/son soluble/s en agua? Justifique la respuesta.

3A) Responda a las siguientes cuestiones:

- (0,5 puntos) Nombre los siguientes compuestos, e indique a qué tipo de compuesto orgánico pertenecen:
 - CH₃-CH(CH₃)-CH₂-C(CH₂CH₃)(CH₃)-CH₂-CHO
 - CH₂=CH-O-CH₂-CH₃
- (1 punto) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos, nombrando el/los grupo/s funcional/es presente/s:
 - 3-etil-3,5-dimetilhexan-2-ol
 - ácido 4-etenilhept-2-enoico
 - 4-etilhexan-3-ona
 - 3-etil-4-metilheptanamida
- (1 punto) Formule y nombre dos isómeros de cadena no cíclicos del hexano.

3B) Responda a las siguientes cuestiones:

- (1 punto) Justifique si para el compuesto CH₃-CH₂-CHOH-CH₃ son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. Escriba las reacciones correspondientes si las hubiere, y nombre los productos:
 - Al reaccionar con H₂SO₄ concentrado da prioritariamente dos compuestos isómeros geométricos.
 - Puede adicionar agua para dar butano.
- (0,5 puntos) Formule, en cada caso, el compuesto que presente las siguientes condiciones:
 - Un aldehído de tres carbonos que contenga átomos con hibridación sp.
 - Una amina secundaria de tres átomos de carbono, con el átomo de nitrógeno unido a un carbono con hibridación sp³ y a otro carbono con hibridación sp².
- (1 punto) Dados los compuestos CH₃-CHOH-CH₃ y CH₃-CH₂-CH₃:
 - Justifique cuál tiene mayor temperatura de fusión.
 - Formule la reacción de obtención de CH₃-CHOH-CH₃ a partir del alqueno correspondiente, indicando el medio en el que transcurre (ácido, básico), el tipo de reacción y si se trata del producto minoritario y la regla que sigue.

4A) El ácido butanoico (C_3H_7COOH) es un ácido monoprótico débil que se utiliza en muchas aplicaciones de la vida cotidiana, por ejemplo, para mantener la frescura del pan, como aromatizante en jarabes o para mejorar la jugosidad de la carne, entre otras. A $25\text{ }^\circ\text{C}$ se preparan 250 mL de una disolución 0,250 M de este ácido con $\text{pH} = 2,72$.

- (1,5 puntos) Escriba ajustada la reacción de disociación en agua y calcule el porcentaje de disociación del ácido y el pK_a .
- (0,5 puntos) A $25\text{ }^\circ\text{C}$ se prepara una disolución de butanoato de sodio (C_3H_7COONa). Razone, si su pH será mayor, menor o igual que el de la disolución del enunciado.
- (0,5 puntos) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio.

4B) En un recipiente de 2,50 L se introducen 0,0200 mol de N_2 y 0,0300 mol de H_2 . Se eleva la temperatura hasta $400\text{ }^\circ\text{C}$, y la reacción $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$ alcanza el equilibrio, obteniéndose $\Delta H_r < 0$ y una concentración de $NH_3(g)$ de $0,00375\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- (1 punto) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total.
 - (0,5 puntos) Obtenga K_p y K_c .
 - (0,5 puntos) Justifique si el rendimiento del proceso aumenta realizándolo a menor temperatura.
 - (0,5 puntos) Razone cómo varía la concentración de N_2 cuando se añade al equilibrio un gas inerte como el Ar a volumen y temperatura constantes.
- Dato. $R = 0,0820\text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

BRAVOSOL
Sistemas Personalizados de Enseñanza

SOLUCIONES

1) Responda a las siguientes preguntas:

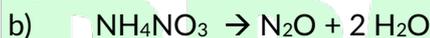
- (0,75 puntos) El nitrato de amonio es un compuesto con muchas aplicaciones, cuya síntesis se realiza por reacción directa de ácido nítrico y amoniaco. Escriba la reacción ajustada que se produce y, haciendo uso de la Tabla, calcule ΔG_r° a 300 K. Justifique la espontaneidad de la reacción.
- (0,75 puntos) Una de las aplicaciones del nitrato de amonio es como explosivo, ya que en ciertas condiciones (temperaturas por encima de 175 °C) se produce de forma explosiva la reacción de descomposición que da lugar a óxido de dinitrógeno y agua. Escriba la reacción ajustada y con los datos de la Tabla calcule ΔH_r° y ΔS_r° . Determine ΔG_r° a 450 K para dicha reacción. Considere que ΔH_r° y ΔS_r° no cambian con la temperatura. Justifique si la reacción es exotérmica y espontánea.
- (0,5 puntos) Escriba la ley de velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio considerando que las unidades de su constante de velocidad son s^{-1} , e indique el orden de la reacción.
- (0,5 puntos) Explique cómo afecta a la velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio una disminución de la temperatura.

Tabla. Datos termodinámicos a 300K.			
Compuesto	$\Delta G_f^\circ (KJ \cdot mol^{-1})$	$\Delta H_f^\circ (KJ \cdot mol^{-1})$	$S^\circ (J \cdot K^{-1}mol^{-1})$
NH ₄ NO ₃	-184	-366	151
HNO ₃	-81		
NH ₃	-17		
N ₂ O		82	220
H ₂ O		-241	189



$$\Delta G_r^\circ = \sum \Delta G_{productos}^\circ - \sum \Delta G_{reactivos}^\circ$$

$$\Delta G_r^\circ = -184 - (-81 - 17) = -86 \text{ KJ/mol} \text{ Como el valor de } \Delta G_r^\circ < 0 \text{ la reacción es espontánea.}$$



$$\Delta H_r^\circ = \sum \Delta H_{productos}^\circ - \sum \Delta H_{reactivos}^\circ$$

$$\Delta H_r^\circ = [2 \Delta H_{H_2O} + \Delta H_{N_2O}] - \Delta H_{NH_4NO_3} = [2(-241) + 82] - (-366) = -34 \text{ KJ/mol}$$

$$\Delta S_r^\circ = \sum S_{productos}^\circ - \sum S_{reactivos}^\circ = [S_{H_2O}^\circ + S_{N_2O}^\circ] - S_{NH_4NO_3}^\circ = [2(189) + 220] - 151 = 447 \text{ J/mol K}$$

$$\Delta G_r^\circ = \Delta H - T\Delta S = (-34) - [450 \cdot 447 \cdot 10^{-3}] = -235'15 \text{ KJ/mol}$$

El proceso es exotérmico puesto que $\Delta H_r^\circ < 0$ y además es espontáneo porque $\Delta G_r^\circ < 0$

c) Como K tiene como unidades s^{-1} la ecuación de la velocidad tiene que ser:

$$v = K [NH_4NO_3]$$

Podemos comprobarlo despejando K y viendo las unidades que nos da:

$$K = \frac{v}{[NH_4NO_3]} = \frac{mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}{mol \cdot L^{-1}} = s^{-1}$$

Y el orden de la reacción es 1.

d) Al disminuir la temperatura, según Arrhenius ($k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$), también disminuye el valor de K y como consecuencia de ello, baja la velocidad de reacción.

2A) Dadas las configuraciones electrónicas de tres elementos en estado fundamental X: $[Ar]4s^2$, Y: $[Ne]3s^2 3p^2$ y Z: $[He]2s^2 2p^5$:

- (0,5 puntos) Determine su posición en la tabla periódica (período y grupo).
- (0,5 puntos) Indique nombre y símbolo de los elementos Y y Z.
- (0,75 puntos) Justifique si es posible o no cada una de las siguientes combinaciones de números cuánticos. En los casos afirmativos, razone si puede corresponder al electrón más externo de alguno de los elementos del enunciado, indicando a cuál: $(2, 1, 0, +1/2)$; $(3, 0, 1, -1/2)$; $(3, 2, 0, +1/2)$; $(4, 4, 0, +1/2)$.
- (0,75 puntos) Defina electronegatividad y justifique cuál de los elementos X, Y o Z es el más electronegativo.

a) Teniendo en cuenta las configuraciones que nos dan en el ejercicio:

X: $[Ar]4s^2$ Grupo: 2 (alcalinotérreo) y Período: 4

Y: $[Ne]3s^2 3p^2$ Grupo 14 (carbonoideo) y Período: 3

Z: $[He]2s^2 2p^5$ Grupo 17 (halógeno) y Período: 2

- Y es el Silicio (Si)
Z es el Flúor (F)

c) Sabiendo que los números cuánticos toman valores según: n es el número cuántico principal que coincide (en estos casos) con el período de los elementos, l toma valores desde $(0...(n-1))$; $m = (-l, 0, +l)$ y s puede ser $(-1/2)$ o $(+1/2)$; analizamos cada una de las combinaciones que nos dan.

$(2, 1, 0, +1/2)$: Sí es posible

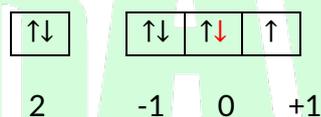
$(3, 0, 1, -1/2)$: No es posible porque si $l = 0$, m solo puede ser también 0

$(3, 2, 0, +1/2)$: Sí es posible

$(4, 4, 0, +1/2)$: No es posible porque n y l nunca pueden ser iguales.

De los dos posibles, sabiendo que n es 2 en uno y 3 en otro, solo podrían ser los números del F y del Si respectivamente. Comprobamos si coinciden con los números del último electrón en estado estacionario. Para ello hacemos la configuración y vemos la posición del último electrón:

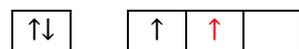
F ($Z = 9$) = $1s^2 2s^2 2p^5$



Los números del último electrón (en rojo) serían $n = 2$; $l = 1$ (porque está en un orbital p); $m = 0$ y $s = +1/2$; luego coincide con el que nos dan $(2, 1, 0, +1/2)$

Hacemos igual con el Si

Si ($Z = 14$) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



En este caso, los números cuánticos serían $(3, 1, 0, -1/2)$ que no es el propuesto en el ejercicio. Para que l fuera 2, el último electrón debería pasar de un orbital p a uno d después de una excitación, y como están en estado fundamental, no es el caso.

d) Se define la electronegatividad como la tendencia relativa de los átomos para atraer los electrones de otros átomos con los que están enlazados (formando enlaces).

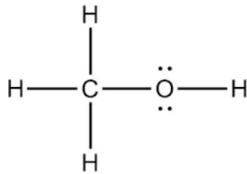
En este caso, el más electronegativo es el Flúor ya que al atraer un solo electrón, completa su capa de valencia según la regla del octeto.

2B) Considere las siguientes moléculas, cuyas temperaturas de ebullición se indican entre paréntesis: CH₃OH (338 K), HCHO (254 K) y CH₄ (111 K):

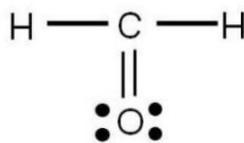
- (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis de los tres compuestos.
- (0,75 puntos) Indique la hibridación del átomo de carbono y la geometría de cada una de las moléculas del enunciado utilizando el modelo de RPECV.
- (0,75 puntos) Justifique los diferentes valores de las temperaturas de ebullición indicadas.
- (0,5 puntos) ¿Cuál/es es/son soluble/s en agua? Justifique la respuesta.

a) Estructura de Lewis:

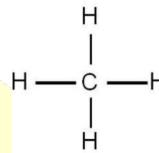
CH₃OH



HCHO



CH₄



b) Teniendo en cuenta que hibridan los átomos centrales y:

Hibridan: • Los orbitales que forman enlaces σ

• Los orbitales que están llenos (contienen dos electrones) y semilenos (con un solo electrón)

No hibridan:

- Los orbitales que forman enlaces π
- Los orbitales sin electrones

En cada caso vemos que:

El C del metanol (CH₃OH) tiene hibridación sp^3 .

El C del metanal (HCHO) tiene hibridación sp^2 ya que hay un doble enlace entre el C y el O

El C del metano (CH₄) tiene hibridación sp^3

En cuanto a la geometría, en los tres compuestos, el C no tiene electrones libres, luego no se produce ninguna repulsión hacia los enlaces adyacentes, pero sus geometrías no son iguales.

El CH₃O es tetraédrica, con un ángulo aproximado de 109'5°.

El HCHO es trigonal plana por la unión del C con el O mediante un enlace doble, con un ángulo de 104'5°

Y el CH₄ es tetraédrica, con ángulo de 109'5°.

c) La diferencia en la temperatura de fusión se debe al tipo de enlaces intermoleculares que pueden formar los distintos compuestos. El metanol puede formar puentes de hidrógeno que son más fuertes que las fuerzas de Van der Waals, en el caso del metanal, forma uniones dipolo-dipolo entre sí, si bien puede formar puentes de hidrógeno con otras moléculas distintas como el agua. El metano, solo forma uniones mediante fuerzas de London, que son las uniones más débiles de las tres y por eso la temperatura de fusión es la más baja.

d) Son solubles en agua los que contienen O, en este caso el metanol (CH₃OH) y el metanal (HCHO)

3A) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (0,5 puntos) Nombre los siguientes compuestos, e indique a qué tipo de compuesto orgánico pertenecen:
- $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CHO}$
 - $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_2\text{-CH}_3$
- b) (1 punto) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos, nombrando el/los grupo/s funcional/es presente/s:
- 3-etil-3,5-dimetilhexan-2-ol
 - ácido 4-etenilhept-2-enoico
 - 4-etilhexan-3-ona
 - 3-etil-4-metilheptanamida
- c) (1 punto) Formule y nombre dos isómeros de cadena no cíclicos del hexano.

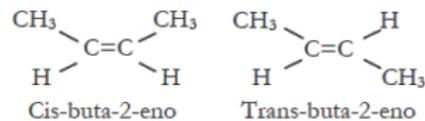
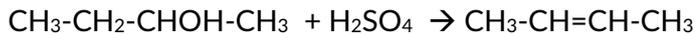
- a) i) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{CH}_3)(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CHO}$
3-etil-3,5-dimetil-hexan-al. El grupo funcional es un **aldehído**
- ii) $\text{CH}_2=\text{CH-O-CH}_2\text{-CH}_3$
Etoxieteno o etoxietileno. Es un **éter**.
- b) i) 3-etil-3,5-dimetilhexan-2-ol
 $\text{CH}_3\text{-CHOH-C}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$ El grupo funcional es un **alcohol**
- ii) ácido 4-etenilhept-2-enoico
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}=\text{CH}_2)\text{-CH}=\text{CH-COOH}$ Es un **ácido** con dobles enlaces en su cadena
- iii) 4-etilhexan-3-ona
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$. Es una **cetona**
- iv) 3-etil-4-metilheptanamida
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_2\text{-CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CONH}_2$. Es una **amida**
- c) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Este es el hexano de fórmula empírica C_6H_{14} y dos isómeros de cadena pueden ser:
- $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ El **2-metil-pentano**
 - $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$ El **2,3-dimetil-butano**

3B) Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Justifique si para el compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. Escriba las reacciones correspondientes si las hubiere, y nombre los productos:
- Al reaccionar con H_2SO_4 concentrado da prioritariamente dos compuestos isómeros geométricos.
 - Puede adicionar agua para dar butano.
- b) (0,5 puntos) Formule, en cada caso, el compuesto que presente las siguientes condiciones:
- Un aldehído de tres carbonos que contenga átomos con hibridación sp .
 - Una amina secundaria de tres átomos de carbono, con el átomo de nitrógeno unido a un carbono con hibridación sp^3 y a otro carbono con hibridación sp^2 .
- c) (1 punto) Dados los compuestos $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$:
- Justifique cuál tiene mayor temperatura de fusión.
 - Formule la reacción de obtención de $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ a partir del alqueno correspondiente, indicando el medio en el que transcurre (ácido, básico), el tipo de reacción y si se trata del producto minoritario y la regla que sigue.

a) i) Verdadera.

Si hacemos la reacción nos da un compuesto mayoritario que es el 2-buteno



ii) Falso. Si a un alcohol se le añade agua, se mezclan, pero no dan alcanos.

b) i) $\text{HC}\equiv\text{C-CO-H}$ En los C 2 y 3 hay una hibridación sp

ii) $\text{CH}_2=\text{CH-NH-CH}_3$ El carbono CH tiene hibridación sp^2 mientras que el CH_3 tiene hibridación sp^3

c) i) Entre los dos compuestos, el 2-propanol tiene mayor punto de fusión porque puede formar enlaces mediante puentes de hidrógeno, mientras que el propano se une mediante fuerzas de Van der Waals y al ser más débiles, necesitan menos temperatura para su fusión.

ii) $\text{CH}_2=\text{CH-CH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$

Es una reacción de adición de agua en medio ácido y para que salga este compuesto como mayoritario ha seguido la regla de Markovnikov. No es el producto minoritario.

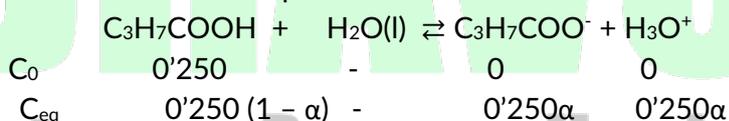
4A) El ácido butanoico ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) es un ácido monoprótico débil que se utiliza en muchas aplicaciones de la vida cotidiana, por ejemplo, para mantener la frescura del pan, como aromatizante en jarabes o para mejorar la jugosidad de la carne, entre otras. A 25°C se preparan 250 mL de una disolución 0,250 M de este ácido con $\text{pH} = 2,72$.

a) (1,5 puntos) Escriba ajustada la reacción de disociación en agua y calcule el porcentaje de disociación del ácido y el pKa.

b) (0,5 puntos) A 25°C se prepara una disolución de butanoato de sodio ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$). Razone, si su pH será mayor, menor o igual que el de la disolución del enunciado.

c) (0,5 puntos) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio.

a) Ponemos la reacción en equilibrio:



Como sabemos cuál es el pH de la reacción, podemos calcular la concentración de H_3O^+

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,72} = 1'905 \cdot 10^{-2}$$

Como $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_0\alpha$, podemos calcular el grado de disociación:

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_0} = \frac{1'905 \cdot 10^{-2}}{0'250} = 7'62 \cdot 10^{-2} \text{ que en tanto por ciento es } 0'762\%$$

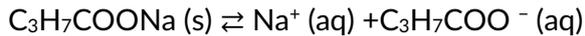
Una vez hemos calculado el grado de disociación, podemos calcular las concentraciones en el equilibrio de todas las especies y la K_a , necesaria para determinar la pKa

$$K_a = \frac{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}]} = \frac{0'250 \alpha^2}{1 - \alpha} = \frac{0'25(7'62 \cdot 10^{-2})^2}{1 - 7'62 \cdot 10^{-2}} = 1'57 \cdot 10^{-5}$$

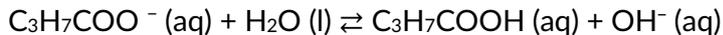
El pKa = $-\log K_a$, luego:

$$\text{pKa} = -\log 1'57 \cdot 10^{-5} = 4'80$$

b) Vamos a estudiar la disolución acuosa del butanoato de sodio



El catión Na^+ no reacciona con el agua, pero sí lo hace el anión, de modo:



Esta reacción como produce un exceso de OH^- , la disolución dará un pH básico.

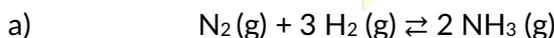
c) Las disoluciones reguladoras la forman un ácido débil y una sal que provenga de la disolución de este ácido junto con una base fuerte o; una base débil junto con la sal que proviene de la disolución de esta base junto con un ácido fuerte.

En este caso partimos del ácido butanoico, que es un ácido débil y el butanoato de sodio que es una sal procedente de este ácido y una base fuerte (NaOH), luego sí se formará una solución reguladora.

4B) En un recipiente de 2,50 L se introducen 0,0200 mol de N_2 y 0,0300 mol de H_2 . Se eleva la temperatura hasta 400°C , y la reacción $\text{N}_2 \text{ (g)} + 3 \text{H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 \text{ (g)}$ alcanza el equilibrio, obteniéndose $\Delta H_r < 0$ y una concentración de $\text{NH}_3 \text{ (g)}$ de $0,00375 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

- (1 punto) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total.
- (0,5 puntos) Obtenga K_p y K_c .
- (0,5 puntos) Justifique si el rendimiento del proceso aumenta realizándolo a menor temperatura.
- (0,5 puntos) Razone cómo varía la concentración de N_2 cuando se añade al equilibrio un gas inerte como el Ar a volumen y temperatura constantes.

Dato. $R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.



Sabemos que la $[\text{NH}_3]$ en el equilibrio es $0'00375 \text{ mol/L}$. A partir de la ecuación de los gases ideales podemos calcular la presión parcial del amoníaco en el equilibrio

$$P\cdot V = n\cdot R\cdot T \rightarrow P_{\text{NH}_3} = \frac{n}{V} R T \rightarrow P_{\text{NH}_3} = 0'00375 \cdot 0'082 \cdot 673 = 0'20694 \text{ atm}$$

Para calcular el resto de presiones, podemos hacer la tabla de equilibrio calculando las concentraciones del N_2 y H_2 a partir de la concentración del NH_3

Para ello, calculamos primero los moles de NH_3 : $n^\circ \text{ moles} = M \cdot V = 0'00375 \text{ mol/L} \cdot 2'5 \text{ L} = 0'009375 \text{ mol}$
Eso son los moles de amoníaco que por estequiometría es $2x$, luego la x es $0'009375/2 = 4'6875 \cdot 10^{-3}$

	$\text{N}_2 \text{ (g)}$	+	$3 \text{H}_2 \text{ (g)}$	\rightleftharpoons	$2 \text{NH}_3 \text{ (g)}$
n_0	0'0200		0'0300		0
Cambios	-x		-3x		+2x
n_{eq}	$0'0200 - x$		$0'0300 - 3x$		0'009375
C_{eq}	$\frac{0'0200 - 0'0046875}{2'5}$		$\frac{0'0300 - (3 \cdot 0'0046875)}{2'5}$		0'00375

Y ya podemos calcular las presiones del N_2 y del H_2

$$P_{\text{N}_2} = \frac{n}{V} R T \rightarrow P_{\text{N}_2} = \frac{0'0200 - 0'0046875}{2'5} \cdot 0'082 \cdot 673 = 0'3377 \text{ atm}$$

$$P_{H_2} = \frac{n}{V} R T \rightarrow P_{H_2} = \frac{0'0200 - (3 \cdot 0'0046875)}{2'5} \cdot 0'082 \cdot 673 = 0'3518 \text{ atm}$$

Como ya sabíamos la presión del amoníaco, sumamos las tres y obtenemos la presión total:

$$P_T = P_{NH_3} + P_{N_2} + P_{H_2} = 0'20694 + 0'3377 + 0'3518 = 0'8965 \text{ atm}$$

b) Calculamos la Kp:

$$Kp = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} \cdot P_{H_2}^3} = \frac{(0'20694)^2}{(0'3377) \cdot (0'3518)^3} = 2.912 \text{ atm}^{-2}$$

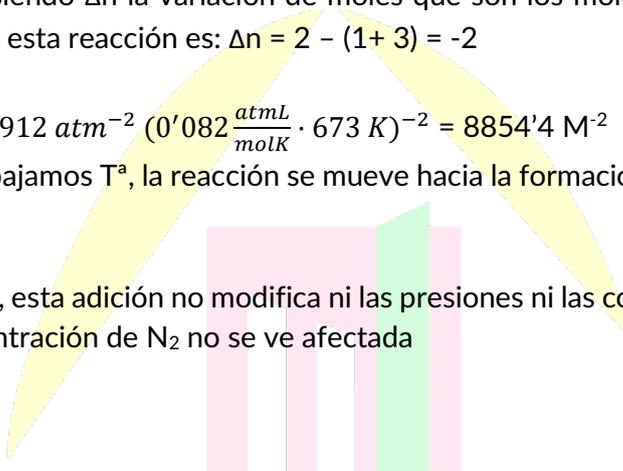
A partir de la relación entre la Kp y la Kc, calculamos Kc, de modo que:

$Kc = Kp (R \cdot T)^{-\Delta n}$ siendo Δn la variación de moles que son los moles de los productos menos los moles de los reactivos y en esta reacción es: $\Delta n = 2 - (1 + 3) = -2$

$$Kc = Kp (R \cdot T)^{-\Delta n} = 2.912 \text{ atm}^{-2} \left(0'082 \frac{\text{atmL}}{\text{molK}} \cdot 673 \text{ K}\right)^{-2} = 8854'4 \text{ M}^{-2}$$

c) Como es exotérmica, si bajamos T^a , la reacción se mueve hacia la formación de los productos y por tanto aumenta el rendimiento.

d) Si se añade un gas inerte, esta adición no modifica ni las presiones ni las concentraciones de los reactivos y producto, luego la concentración de N_2 no se ve afectada



BRAVOSOL

Sistemas Personalizados de Enseñanza