QUÍMICA
ORDINARIA 2025

Ejercicio 1. Responda a las siguientes preguntas:
a) (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 ΔGr^o a 300 K. Justifique la espontaneidad de la reacción.
b) (0,75 puntos) Una de las aplicaciones del nitrato de amonio es como explosivo, ya que en ciertas condiciones (temperaturas por encima de 175 ºC) 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 ΔHr^o y ΔSr^o. Determine ΔGr^o a 450 K para dicha reacción. Considere que ΔHr^o y ΔSr^o no cambian con la temperatura. Justifique si la reacción es exotérmica y espontánea.
c) (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.
d) (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	ΔG_f^o ($kJ \cdot mol^{-1}$)	ΔH_f^o ($kJ \cdot mol^{-1}$)	S^o ($J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$)
NH_4NO_3	−184	−366	151
HNO_3	−81		
NH_3	−17		
N_2O		82	220
H_2O		−241	189

Solución:

a) $HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$

$\Delta Gr^o = \Sigma\, \Delta Gr^o_{productos} - \Sigma\, \Delta Gr^o_{reactivos}$ $\Delta Gr^o = -184 - (-81 - 17) = -86$ KJ/mol.

Dado que el valor es < 0, la reacción es espontánea, por lo que sucede de manera natural, sin un aporte externo de energía.

b) $NH_4NO_3 \rightarrow 2\, H_2O + N_2O$

$\Delta Hr^o = \Sigma\, \Delta Hr^o_{productos} - \Sigma\, \Delta Hr^o_{reactivos}$ $\Delta Hr^o = [2x\,(-241) + 82] - (-366) = -34$ KJ/mol.

La reacción es exotérmica ya que el valor de $\Delta Hr^o < 0$, se desprende calor.

$\Delta Sr^o = \Sigma\, \Delta Sr^o_{productos} - \Sigma\, \Delta Sr^o_{reactivos}$ $\Delta Sr^o = [220 + 2x\,(189)] - 151 = 447$ J/Kmol.

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \rightarrow -34 - (450x\ 0{,}447) = -235{,}15$ KJ/mol.

La reacción es espontánea dado que $\Delta Gr^o < 0$.

NOTA: Un fallo muy habitual es no poner todo en las mismas unidades, entropía debe de ir en KJ/Kmol ya que la entalpía está en KJ/mol.

c) $NH_4NO_3 \rightarrow HNO_3 + NH_3$

V= K $[NH_4NO_3]$

$$V = K[NH_4NO_3] \rightarrow K = \frac{V}{[NH_4NO_3]} \rightarrow \frac{molL^{-1}s^{-1}}{molL^{-1}} \rightarrow s^{-1}$$

La reacción será de orden 1 respecto a los reactivos para favorecer que las unidades de la constante de velocidad sean s^{-1}.

NOTA: Un fallo muy común es confundir la reacción de descomposición con la velocidad de descomposición.

d) Según la ecuación de Arrhenius: $K = Ae^{-\frac{Ea}{RT}}$, si disminuye la temperatura, también lo hará el valor de K, que es la constante de velocidad, y por lo tanto, también lo hará la velocidad al ser directamente proporcionales.

Ejercicio 2A. Dadas las configuraciones electrónicas de tres elementos en estado fundamental X: $[Ar]4s^2$, Y: $[Ne]3s^2\ 3p^2$ y Z: $[He]2s^22p^5$:
a) (0,5 puntos) Determine su posición en la tabla periódica (periodo y grupo).
b) (0,5 puntos) Indique nombre y símbolo de los elementos Y y Z.
c) (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).
d) (0,75 puntos) Defina electronegatividad y justifique cuál de los elementos X, Y o Z es el más electronegativo.

Solución:

a) X: Grupo 2. Periodo 4. Y: Grupo 14. Periodo 3 Z: Grupo 17. Periodo 2

b) Y: Silicio (Si) Z: Flúor (F)

c)

(2, 1, 0, +1/2): Permitido. $2p^2$. No corresponde a ninguno de los elementos del enunciado.

(3, 0, 1, −1/2): No permitido, ya que el número cuántico ml va desde –l hasta l, como consecuencia al ser l=0, ml no podrá ser jamás -1.

(3, 2, 0, +1/2): Permitido. $3d^3$. No corresponde a ninguno de los elementos del enunciado.

(4, 4, 0, +1/2): No permitido, el número cuántico l va desde n hasta n-1, como n=4, el máximo valor que puede tomar es el 3.

d)

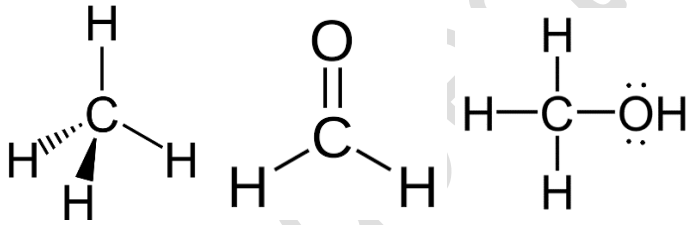
La electronegatividad es la tendencia que tiene el átomo de atraer hacia si el par de electrones compartidos en el enlace con otro elemento. En la tabla periódica aumenta dentro de un mismo periodo hacia la derecha debido a un incremento en la carga nuclear efectiva, los electrones se hallarán más atraídos hacia el núcleo al haber mayor número de protones. Por otro lado, disminuye en un grupo al bajar

debido a la mayor distancia al núcleo que presentan, como consecuencia de presentar mayor número de capas. El flúor es el elemento más electronegativo de la tabla periódica, por ello, se concluye que Z es el elemento con mayor electronegatividad, ya que este dista 1 electrón de presentar configuración de gas noble, por lo que tenderá a atraer hacia sí el par compartido. Por otro lado, los dos elementos X e Y, se hallan en periodos 4 y 3 respectivamente, la carga nuclear efectiva disminuye, ya que al presentar más capas que el flúor (periodo 2) va a sentir menos atracción por el los protones del núcleo, por ende, ambos serán menos electronegativos.

Ejercicio 2B. Considere las siguientes moléculas, cuyas temperaturas de ebullición se indican entre paréntesis: CH_3OH (338 K), HCHO (254 K) y CH_4 (111 K):
a) (0,5 puntos) Dibuje la estructura de Lewis de los tres compuestos.
b) (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.
c) (0,75 puntos) Justifique los diferentes valores de las temperaturas de ebullición indicadas. d) (0,5 puntos) ¿Cuál/es es/son soluble/s en agua? Justifique la respuesta.

Solución:

a) CH_4 HCHO CH_3OH



b) Hibridación:
En el caso de CH_4, el átomo central C presenta hibridación sp^3.
En el caso de HCHO, el átomo central C presenta hibridación sp^2.
En el caso de CH_3OH, el átomo central C presenta hibridación sp^3.
Geometría:
CH_4: Atendiendo a la RPECV, la molécula presenta una nube electrónica de 4 pares de electrones en torno al átomo central, todos ellos enlazantes y ninguno sin enlazar, como consecuencia su geometría es tetraédrica.
HCHO: La molécula presenta una nube electrónica de 3 pares de electrones en torno al átomo central, todos ellos enlazantes y ninguno sin enlazar, como consecuencia su geometría es trigonal plana.
CH_3OH: El metanol se halla rodeado de una nube electrónica de 4 pares de electrones en torno al átomo central, todos de ellos enlazantes y ninguno sin enlazar, como consecuencia su geometría es tetraédrica.

c) CH_4: El metano se trata de una molécula apolar ya que es simétrica, por lo tanto su momento dipolar es de 0, como consecuencia, las únicas fuerzas intermoleculares presentes serán las de London, las más débiles dentro de las

covalentes. Es por ello que la temperatura de ebullición es la menor, porque se necesitará suministrar menos energía para vencer dichas fuerzas intermoleculares y cambiar de estado.

HCHO: La molécula es polar ya que a pesar de ser trigonal plana, presenta diferentes átomos haciéndola asimétrica con momento dipolar distinto de 0. Al ser una molécula covalente polar las fuerzas intermoleculares que presentan son dipolo-dipolo y tendrá un valor intermedio entre las otras dos moléculas.

CH_3OH: La molécula es polar al ser asimétrica. Además presenta enlaces de hidrógeno ya que estos se dan entre el H y átomos muy pequeños y electronegativos como el N, O, F. Estas son las fuerzas intermoleculares más fuertes entre los covalentes y como consecuencia presentará la mayor temperatura de ebullición.

d) El agua es una molécula polar, por lo tanto, solo serán solubles en ellas aquellas sustancias que a su vez sean también polares. Como tratado en apartados anteriores, excepto el metano que es apolar, el metanol y el formaldehído son solubles en agua.

Ejercicio 3A. Responda a las siguientes cuestiones:

a) (0,5 puntos) Nombre los siguientes compuestos, e indique a qué tipo de compuesto orgánico pertenecen:

i) $CH_3{-}CH(CH_3){-}CH_2{-}C(CH_2CH_3)(CH_3){-}CH_2{-}CHO$

ii) $CH_2{=}CH{-}O{-}CH_2{-}CH_3$

b) (1 punto) Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos, nombrando el/los grupo/s funcional/es presente/s:

i) 3−etil−3,5−dimetilhexan−2−ol ii) ácido 4−etenilhept−2−enoico

iii) 4−etilhexan−3−ona iv) 3−etil−4−metilheptanamida

c) (1 punto) Formule y nombre dos isómeros de cadena no cíclicos del hexano.

Solución:

a) i) 3-etil-3,5-dimetilhexanal : grupo aldehído ii) eteniletiléter : grupo éter

b) i) CH_3-CHOH-C(CH_3)(CH_2CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3 : grupo alcohol.

ii) CH_3-CH_2-CH_2-CH(CH=CH_2)-C=CH-COOH : grupo ácido carboxílico.

iii) CH_3-CH_2-CH(CH_2CH_3)-CO-CH_2-CH_3 : grupo cetona.

iv) NH_2CO-CH_2-CH(CH_2CH_3)-CH_2(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3 : grupo amida.

c) El hexano presenta formula molecular: C_6H_{14}, siendo sus dos isómeros de cadena NO cíclicos:

CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3 2,3-dimetilbutano

CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3 2-metilpentano

Ejercicio 3B. Responda a las siguientes cuestiones:

a) (1 punto) Justifique si para el compuesto $CH_3{-}CH_2{-}CHOH{-}CH_3$ son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. Escriba las reacciones correspondientes si las hubiere, y nombre los productos:

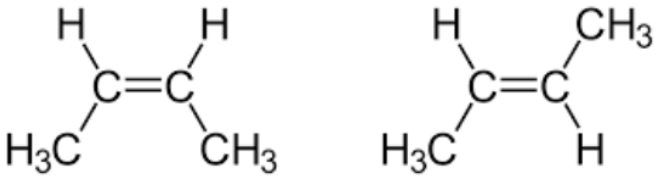
i) Al reaccionar con H_2SO_4 concentrado da prioritariamente dos compuestos isómeros geométricos.
ii) Puede adicionar agua para dar butano.
b) (0,5 puntos) Formule, en cada caso, el compuesto que presente las siguientes condiciones:
i) Un aldehído de tres carbonos que contenga átomos con hibridación sp.
ii) 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 $CH_3{-}CHOH{-}CH_3$ y $CH_3{-}CH_2{-}CH_3$:
i) Justifique cuál tiene mayor temperatura de fusión.
ii) Formule la reacción de obtención de $CH_3{-}CHOH{-}CH_3$ 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.

Solución:

a) i) Verdadero, una reacción de un alcohol secundario en presencia de H_2SO_4 forma dos isómeros geométricos, cis y trans.

$$CH_3{-}CH_2{-}CHOH{-}CH_3 + H_2SO_4 \rightarrow \underset{\text{(mayoritario) (But-2-eno)}}{CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3} + \underset{\text{(minoritario) (But-1-eno)}}{CH_3{-}CH_2{-}CH{=}CH_2} + H_2O$$

Desarrollando el producto mayoritario obtenemos los dos isómeros geométricos el cis y trans respectivamente:



Cis-but-2-eno + trans-but-2-eno

ii) Falso, carece de dobles enlaces para poder dar lugar a una reacción de adición.

b) i) $CHO{-}C{\equiv}CH$
ii) $CH_2{=}CH{-}NH{-}CH_3$

c) i) $CH_3{-}CHOH{-}CH_3$ y $CH_3{-}CH_2{-}CH_3$
De los dos compuestos, el primero es aquel que va a poseer mayor punto de fusión al poseer enlaces de hidrógeno, O-H.
ii) $CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2O/H^+ \rightarrow CH_3{-}CHOH{-}CH_3$
Se trata de una reacción de adición que sigue la regla de Markonikov, se da en medio ácido y el producto representado es el mayoritario ya que el H se añade al carbono menos sustituido.

Ejercicio 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 25ºC se preparan 250 mL de una disolución 0,250 M de este ácido con 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 ºC 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.
c) (0,5 puntos) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio.

Solución:

a)

	C_3H_7COOH + H_2O ⇌	$C_3H_7COO^-$ +	H_3O^+
$C_{inicial}$	0,250	----------	----------	----------
$C_{reaccicona}$	0,250 α	----------	----------	----------
$C_{equilibrio}$	0,250-0,250 α	----------	0,250 α	0,250 α

Como pH=2,72 y además conocemos que: pH= -Log $[H_3O^+]$ → 2,72 = - Log $[H_3O^+]$ → $[H_3O^+] = 10^{-2,72}$, podemos despejar α ya que: $[H_3O^+]$ = 0,250 α → $10^{-2,72}$ = 0,250 α → α = 0,00762 x 100 → 0,762%.
Conociendo el valor del grado de disociación, podemos despejar el valor de la constante.

$$Ka = \frac{[C_3H_7COO^-][H_3O^+]}{[C_3H_7COOH]} \rightarrow \frac{(0{,}250\alpha)^2}{0{,}250-0{,}250\ \alpha} \rightarrow \frac{(0{,}250x0{,}00762)^2}{0{,}250-0{,}250\ x\ 0{,}00762} = 1{,}46 \cdot 10^{-5}$$

Como pKa = - Log (Ka) → pKa = - Log ($1{,}46 \cdot 10^{-5}$) → pKa = 4,84
b)
C_3H_7COONa se trata de una sal que se disocia en sus iones según:

$$C_3H_7COONa\ (s) \rightarrow C_3H_7COO^-\ (aq) + Na^+(aq)$$

· $C_3H_7COO^-$ es la base conjugada fuerte del ácido débil C_3H_7COOH, como consecuencia, sufre hidrólisis según:

$$C_3H_7COO^-\ (aq) + H_2O(aq) \rightarrow C_3H_7COOH\ (aq) + OH^-(aq)$$

· Na^+ es el ácido conjugado débil de la base fuerte NaOH y por ello no sufre reacción de hidrólisis.
Como conclusión, la disolución de butanoato de sodio será básica, pH>7, teniendo un pH superior a la disolución del enunciado que al tratarse de un ácido tendrá un pH<7.
c) Una disolución reguladora, es una disolución tampón, aquella que resiste cambios en el pH tras adicionar cantidades reducidas de ácido o base. Este tipo de disoluciones están formadas por un ácido débil y una base conjugada o una base débil y su ácido conjugado. En conclusión, sí se puede formar una disolución reguladora con C_3H_7COONa y C_3H_7COOH.

Ejercicio 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 ºC, y la reacción N_2 (g) + 3 H_2 (g) ⇄ 2 NH_3 (g) alcanza el equilibrio, obteniéndose ΔHr < 0 y una concentración de NH_3 (g) de 0,00375 $mol \cdot L^{-1}$.
a) (1 punto) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total.
b) (0,5 puntos) Obtenga Kp y Kc.

c) (0,5 puntos) Justifique si el rendimiento del proceso aumenta realizándolo a menor temperatura.
d) (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 atm·L· mol^{-1}·K^{-1}.

Solución:

	$N_2(g)$ +	$3H_2(g)$ ⇌	$2NH_3\ (g)$
$n_{inicial}$	0,02	0,03	----------
$n_{reaccicona}$	X	3X	----------
$n_{equilibrio}$	0,02-X	0,03-3X	2X

a) Se conoce que la concentración de NH_3 en el equilibrio es 0,00375M, asumiendo 2,50 L: 2X= 0,00938mol → X=0,00469mol.

Calculando el número total de moles en el equilibrio → nT = 0,02-X+0,03-3X+2X → 0,02 -0,00469 + 0,03-3·0,00469 + 2· 0,00469 → nT = 0,04062 mol

PV=nRT → n = 0,04062 mol · 0,082atmL/mol·K·673,15 K / 2,5 → 0,897 atm.

Para calcular las presiones parciales empleamos la ley de Dalton → $P_i = \frac{n_{soluto}}{n_{total}} \cdot P_T$

$$P_{N_2} = \frac{0,02 - 0,00469}{0,04062} \cdot 0,897 = 0,338\ atm$$

$$P_{H_2} = \frac{0,03 - 3 \cdot 0,00469}{0,04062} \cdot 0,897 = 0,351\ atm$$

$$P_{NH_3} = \frac{2 \cdot 0,00469}{0,04062} \cdot 0,897 = 0,207\ atm$$

b) $Kp = \frac{{P_{NH_3}}^2}{P_{N_2}{P_{H_2}}^3} = \frac{0,207^{\,2} atm}{0,338\ atm \cdot 0,351^{\,3} atm} = 2,93$

$Kc = Kp \cdot (RT)^{-\Delta n} \rightarrow 2,93 \cdot (0,082 \cdot 673)^{-(-2)} = 8923$

c) Según Le Chatelier, cuando la temperatura disminuye el equilibrio se desplaza en el sentido en el que la reacción desprenda calor, como en este caso la reacción es exotérmica, el equilibrio se desplazará a productos, aumentando el rendimiento de la reacción.

d) Cuando se añade un gas inerte como el N_2, el equilibrio no sufre ninguna modificación ya que la reacción no depende de este gas sino de los representados en la reacción.

mundoestudiante