



PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 1

JUNIO 2025

TERMOQUÍMICA

CINÉTICA QUÍMICA



VÍDEOS ÚTILES PARA REPASAR

En estos vídeos podrás repasar temas interesantes para preparar este examen.

No dejes de revisar mi canal, pues iré añadiendo nuevos.



Cinética química
Teoría y ejemplos



EvAU Junio 2024
Madrid



EvAU Julio 2023
Madrid



PAU Julio 2023
Comunidad Valenciana



PAU Junio 2023
Comunidad Valenciana



PAU Modelo 2023
Mayores de 25 Madrid



©Ángel Cuesta Arza

PROBLEMA 1

Tabla. Datos termodinámicos a 300K.

1) Responda a las siguientes preguntas:

a) El nitrato de amonio es un compuesto con muchas aplicaciones, cuya síntesis se realiza por reacción directa de ácido nítrico y amoníaco. 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.

Compuesto	ΔG_f° (kJ·mol ⁻¹)	ΔH_f° (kJ·mol ⁻¹)	S° (J·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

Se escribe la ecuación ajustada. $\boxed{HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3}$

Se calcula la variación de la energía libre de Gibbs de la reacción a 300 K. Se calcula mediante la fórmula:

$$\Delta G_{Reacción}^\circ = \sum \Delta G_f^\circ(Productos) - \sum \Delta G_f^\circ(Reactivos)$$

$$\Delta G_{Reacción}^\circ = \Delta G_f^\circ(NH_4NO_3) - \Delta G_f^\circ(HNO_3) - \Delta G_f^\circ(NH_3) = -184 - (-81) - (-17) = -86 \text{ kJ/mol}$$

El valor de la energía libre de Gibbs es: $\Delta G_{Reacción}^\circ = -86 \text{ kJ/mol}$

Dado que $\Delta G_{Reacción}^\circ < 0$, la reacción es espontánea a dicha temperatura.

PROBLEMA 1

b) 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.

Tabla. Datos termodinámicos a 300K.

Compuesto	ΔG_f° (kJ·mol ⁻¹)	ΔH_f° (kJ·mol ⁻¹)	S° (J·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

La reacción que tiene lugar es



La variación de energía de Gibbs estándar de la reacción a 400 K se calcula mediante la fórmula: $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \cdot \Delta S^0$

Se calcula la variación de entalpía estándar de la reacción a 300 K/450 K. Se calcula mediante la fórmula:

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^0 = \sum \Delta H_f^0(\text{Productos}) - \sum \Delta H_f^0(\text{Reactivos})$$

$$\Delta H_{\text{Reacción}}^0 = \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{O}) + 2 \cdot \Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f^0(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 82 + 2 \cdot (-241) - (-366) = -34 \text{ kJ/mol}$$

Se calcula la variación de entropía estándar de la reacción a 300 K/450 K mediante la fórmula:

$$\Delta S_{Reacción}^o = \sum S^o(Productos) - \sum S^o(Reactivos)$$

$$\Delta S_{Reacción}^o = S^o(N_2O) + 2 \cdot S^o(H_2O) - S^o(NH_4NO_3) = 220 + 2 \cdot 189 - 151 = 447 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

$$\Delta S_{Reacción}^o = 0,447 \text{ kJ}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

La variación de energía de Gibbs estándar de la reacción a 450 K se calcula mediante la fórmula: $\Delta G^o = \Delta H^o - T \cdot \Delta S^o$

$$\Delta G_{Reacción}^o = -34 - 450 \cdot 0,447 = -235 \text{ kJ/mol}$$

La variación de la entalpía de la reacción a 450 K es **-34 kJ/mol** y la de la entropía **447 J/(mol · K)**

La variación de energía de Gibbs estándar de la reacción a 450 K es **-235 kJ/mol.**

Dado que $\Delta G_{Reacción}^o < 0$, **la reacción es espontánea** a dicha temperatura.

Dado que $\Delta H_{Reacción}^o < 0$, **la reacción es exotérmica** a dicha temperatura.

PROBLEMA 1

c) 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.



Se calcula el orden de la reacción haciendo un análisis dimensional de la ecuación de velocidad. $v = k \cdot [NH_4NO_3]^\alpha$

$$[NH_4NO_3]^\alpha = \frac{v}{k} \longrightarrow [NH_4NO_3]^\alpha = \frac{[v]}{[k]} = \frac{\text{mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}{s^{-1}} = \frac{\text{mol}}{L} \longrightarrow \left(\frac{\text{mol}}{L}\right)^\alpha = \frac{\text{mol}}{L} \longrightarrow \alpha = 1$$

Ya podemos escribir la ecuación de velocidad:

$$v = k \cdot [NH_4NO_3]$$

El orden de la reacción es 1.

PROBLEMA 1

d) Explique cómo afecta a la velocidad de la reacción de descomposición del nitrato de amonio una disminución de la temperatura

La ecuación de Arrhenius expresa la dependencia de la constante de velocidad con la energía de activación, con la temperatura y con el factor de frecuencia.

$$k = A \cdot e^{\frac{-E_a}{R \cdot T}}$$

Siendo: k = constante de velocidad
 A = factor de frecuencia
 E_a = energía de activación
 R = constante de los gases (8,314 J/mol·K)
 T = temperatura absoluta (K)

A medida que disminuye la temperatura (T), el valor de $\frac{E_a}{R \cdot T}$ aumenta, lo que hace que el término exponencial $\frac{-E_a}{R \cdot T}$ disminuya. Esto implica que la constante de velocidad k disminuye al bajar la temperatura. Puesto que la velocidad de reacción es directamente proporcional a la constante de velocidad, **al bajar la temperatura podemos concluir que disminuye la velocidad de la reacción.**

PROBLEMA 1

También se puede justificar la disminución de la velocidad que se produce al bajar la temperatura utilizando la teoría de colisiones.

A menor temperatura, la fracción de moléculas con la suficiente energía para superar la energía de activación será menor, provocando este hecho una rebaja en la velocidad de reacción.

De forma que, se analice de la forma que se analice, una reducción en la temperatura provocará una disminución en la velocidad de descomposición del nitrato de amonio.



PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 2A

JUNIO 2025

TABLA PERIÓDICA

NÚMEROS CUÁNTICOS



EJERCICIO 2A

Dadas las configuraciones electrónicas de tres elementos en estado fundamental X: $[\text{Ar}]4s^2$, Y: $[\text{Ne}]3s^23p^2$ y Z: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$

a) Determine su posición en la tabla periódica (periodo y grupo).

X: $[\text{Ar}]4s^2$

Puesto que la última capa es $4s^2$, el 4 nos indica que **su período es el cuarto**. Debido a que es s^2 , **su grupo es el 2 (alcalinotérreos)**.

Y: $[\text{Ne}]3s^23p^2$

Puesto que la última capa es $3p^2$, el 3 nos indica que **su período es el tercero**. Debido a que es p^2 , **su grupo es el 14 (carbonoideos)**.

Z: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$

Puesto que la última capa es $2p^5$, el 2 nos indica que **su período es el segundo**. Debido a que es p^5 , **su grupo es el 17 (halógenos)**.

b) Indique nombre y símbolo de los elementos Y y Z.

El elemento Y es el **silicio (Si)**.
El elemento Z es el **flúor (F)**.

EJERCICIO 2A

c) 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: $(2, 1, 0, +1/2)$; $(3, 0, 1, -1/2)$; $(3, 2, 0, +1/2)$; $(4, 4, 0, +1/2)$.

X: $[\text{Ar}]4s^2$ Y: $[\text{Ne}]3s^23p^2$ Z: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$

$(2, 1, 0, +1/2)$

Los 4 números cuánticos cumplen las reglas de la mecánica cuántica, por lo que esta combinación de números es **posible**. Puesto que $n=2$ y $l=1$ corresponde a un electrón 2p, por lo que **podría pertenecer al F (Z)**.

$(3, 0, 1, -1/2)$

El valor de $m=1$ no cumple la regla de la mecánica cuántica que dice que $-l \leq m \leq l$. Por lo tanto, esta combinación de números cuánticos **no es posible**.

EJERCICIO 2A

c) 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: $(2, 1, 0, +1/2)$; $(3, 0, 1, -1/2)$; $(3, 2, 0, +1/2)$; $(4, 4, 0, +1/2)$.

X: $[\text{Ar}]4s^2$ Y: $[\text{Ne}]3s^23p^2$ Z: $[\text{He}] 2s^2 2p^5$

$(3, 2, 0, +1/2)$

Los 4 números cuánticos cumplen las reglas de la mecánica cuántica, por lo que esta combinación de números es **posible**. Puesto que $n=3$ y $l=2$ corresponde a un electrón 3d, por lo que **no pertenece a ningún elemento del enunciado**. Ojo, si que tiene un electrón con ese conjunto de números cuánticos en su capa más interna el elemento X.

$(4, 4, 0, +1/2)$

El valor de $l=4$ no cumple la regla de la mecánica cuántica que dice que $n > l$, ya que $n=4$. Por lo tanto, esta combinación de números cuánticos **no es posible**.

EJERCICIO 2A

d) Defina electronegatividad y justifique cuál de los elementos X, Y o Z es el más electronegativo

La electronegatividad mide la tendencia de un elemento a atraer los electrones cuando se combina con otro elemento para formar un enlace. Los valores de electronegatividad aumentan hacia la derecha en un periodo (la carga nuclear efectiva aumenta al avanzar en un mismo periodo) y al subir en un grupo (el radio atómico disminuye y los electrones están cada vez más atraídos por el núcleo), por lo que el elemento más electronegativo de los tres es el **F (Z)**.

1

2

13

14

15

16

17

18

1	H 2.20																He	
2	Li 0.98	Be 1.57										B 2.04	C 2.55	N 3.04	O 3.44	F 3.98	Ne	
3	Na 0.93	Mg 1.31										Al 1.61	Si 1.90	P 2.19	S 2.58	Cl 3.16	Ar	
4	K 0.82	Ca 1.00	Sc 1.36	Ti 1.54	V 1.63	Cr 1.66	Mn 1.55	Fe 1.83	Co 1.88	Ni 1.91	Cu 1.90	Zn 1.65	Ga 1.81	Ge 2.01	As 2.18	Se 2.55	Br 2.96	Kr
5	Rb 0.82	Sr 0.95	Y 1.22	Zr 1.33	Nb 1.6	Mo 2.16	Tc 2.10	Ru 2.2	Rh 2.28	Pd 2.20	Ag 1.93	Cd 1.69	In 1.78	Sn 1.96	Sb 2.05	Te 2.1	I 2.66	Xe
6	Cs 0.79	Ba 0.89	La 1.10	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup			

0.7

3.98



PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 2B

JUNIO 2025

ENLACE QUÍMICO

FUERZAS INTERMOLECULARES



EJERCICIO 2B

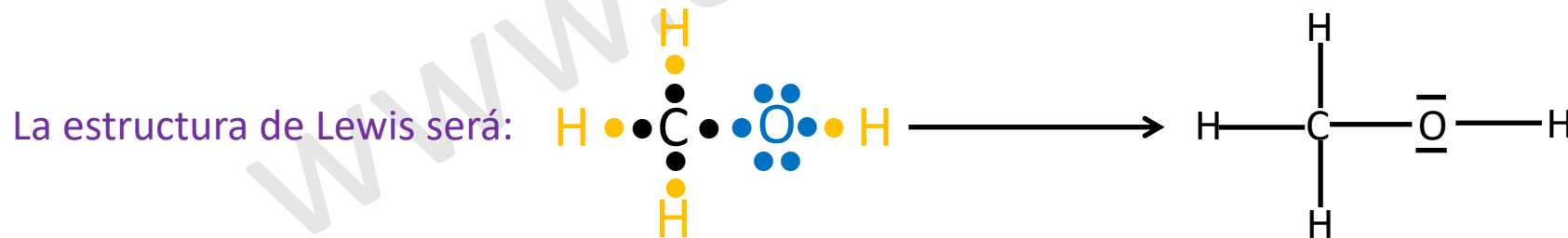
Considere las siguientes moléculas, cuyas temperaturas de ebullición se indican entre paréntesis: CH_3OH (338 K), HCHO (254 K) y CH_4 (111 K):

a) Dibuje la estructura de Lewis de los tres compuestos

En primer lugar, escribiré la configuración electrónica de los elementos químicos.

H (Z=1): $1s^1$	→	1 electrón de valencia
C (Z=6): $1s^2 2s^2 2p^2$	→	4 electrones de valencia
O (Z=8): $1s^2 2s^2 2p^4$	→	6 electrones de valencia

CH_3OH En este caso, el carbono es el átomo central. Y como necesita compartir cuatro electrones para completar la capa de valencia, lo hace con los átomos de hidrógeno y con el átomo de oxígeno. El oxígeno necesita dos electrones. Uno lo obtiene del átomo de carbono y otro del átomo de hidrógeno. De esta forma todos los átomos completan su capa de valencia. Se recuerda que el hidrógeno llena su capa de valencia con dos electrones.

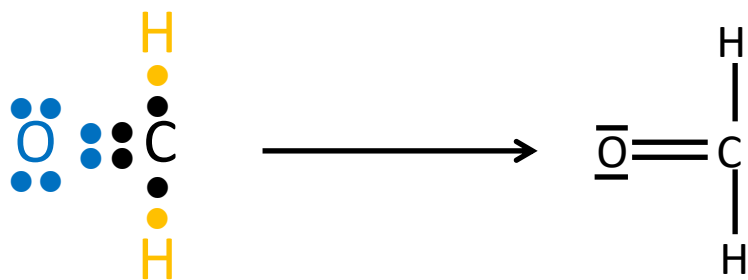


H_2CO En compuestos orgánicos, normalmente el carbono actúa como átomo central (salvo excepciones)

Como el carbono necesita 4 electrones para llenar la capa de valencia, compartirá dos con el oxígeno y los otros dos con los hidrógenos.

Por otro lado, el oxígeno, al compartir 2 electrones con el carbono, completará su capa de valencia.

El hidrógeno sólo puede compartir un electrón y llena su capa.



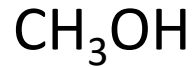
CH_4 En este caso, el carbono es el átomo central. Necesita compartir cuatro electrones para completar su capa de valencia, lo hace con los átomos de hidrógeno. Un electrón con cada hidrógeno, y así todos completan su capa de valencia.



EJERCICIO 2B

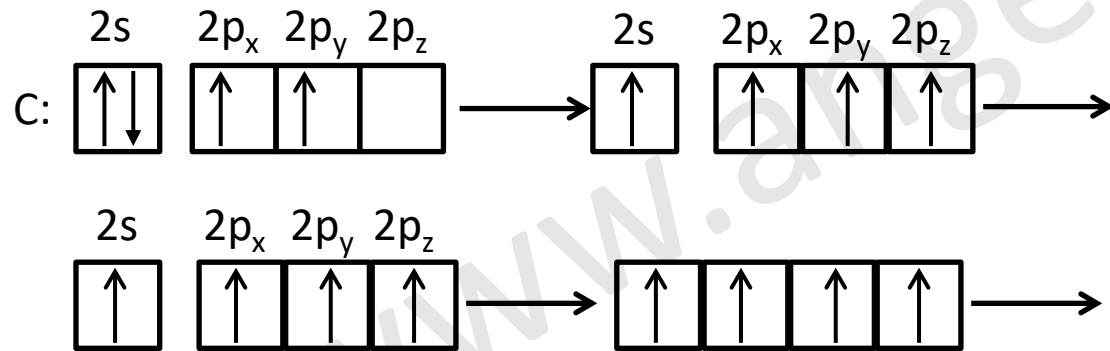
b) Indique la hibridación del átomo de carbono y la geometría de cada una de las moléculas del enunciado utilizando el modelo de RPECV.

Aunque no se pide explícitamente, se justificará la hibridación porque me parece imprescindible en un examen de química.



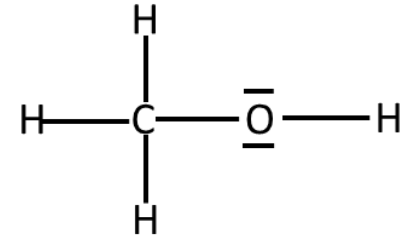
Al ser todos los enlaces del carbono sencillos, todos ellos se producen por solapamiento de los orbitales atómicos híbridos. Como no hay enlaces π , **la hibridación debe ser sp^3** .

Lo justificaremos usando diagramas de cajas. Un electrón del orbital 2s promociona al orbital 2p. Se hibridan un orbital 2s con los 3 orbitales atómicos 2p, para dar lugar a 4 orbitales atómicos híbridos, con un electrón cada uno.



Promociona un electrón desde 2s a 2p.
El carbono tiene 4 electrones de valencia desapareados.

Observamos que tenemos 4 orbitales híbridos sp^3 .

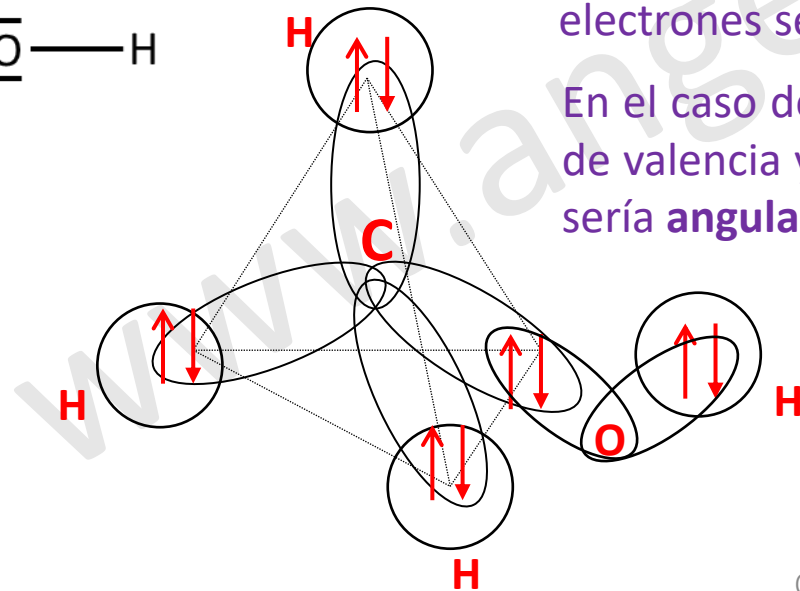
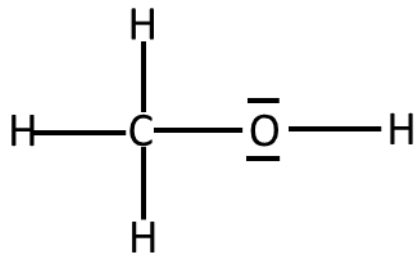
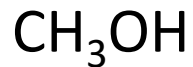


EJERCICIO 2B

b) Indique la hibridación del átomo de carbono y la geometría de cada una de las moléculas del enunciado utilizando el modelo de RPECV.

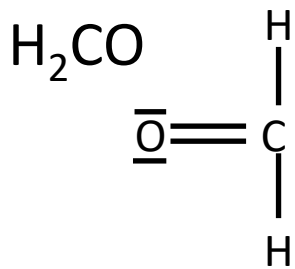
Para estudiar la geometría, utilizaremos la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, que dice lo siguiente:

Los pares de electrones de valencia alrededor de un átomo se repelen mutuamente, y, por lo tanto, adoptan una disposición espacial que minimiza esta repulsión.



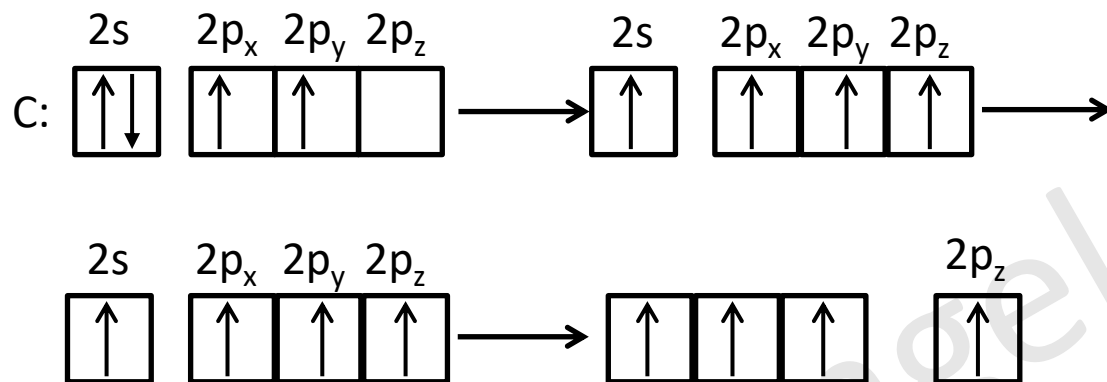
En el caso del CH₃OH, según la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, dado que no hay pares solitarios en el átomo central, la disposición que minimiza la repulsión de los cuatro pares de electrones sería tetraédrica. Por ello la geometría de CH₃OH es **tetraédrica**.

En el caso del oxígeno, según la teoría de repulsión de pares de electrones de valencia y dado que tiene dos pares solitarios, la geometría que tendría sería **angular**. Aunque esto último **no se pide**.



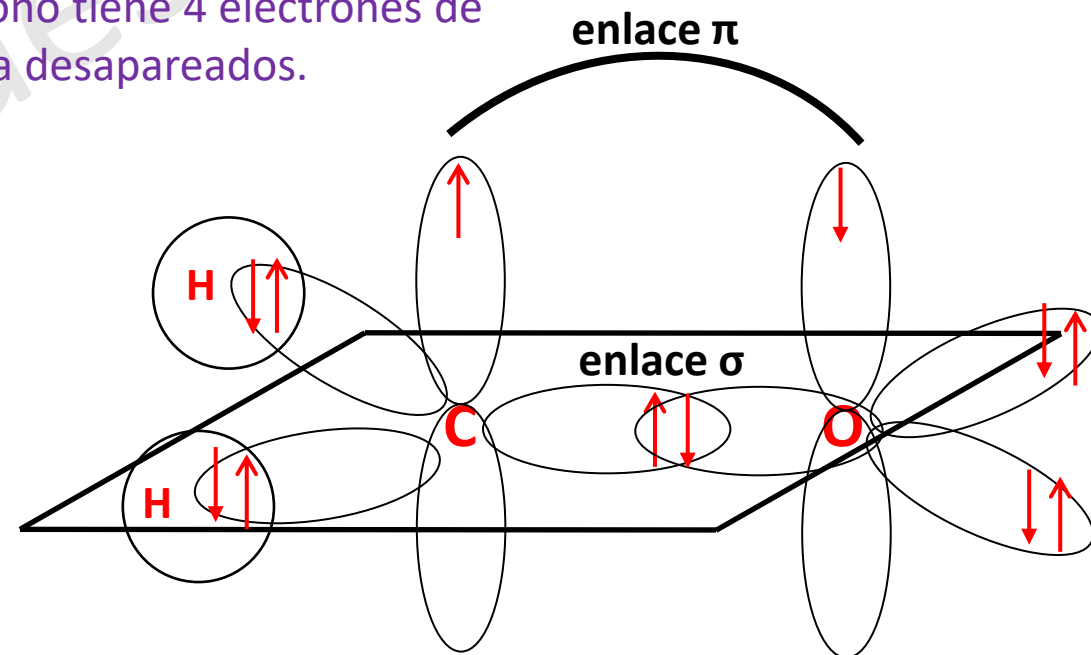
Al tener el carbono un enlace doble, deducimos que posee un enlace π . Por ello podemos decir que la hibridación del átomo de carbono es sp^2 .

Lo justificaremos con diagramas de cajas. Como se puede ver, un electrón del orbital $2s$ promociona al orbital $2p$, y se hibridan un orbital $2s$ con los 2 orbitales atómicos $2p$, para dar lugar a 3 orbitales atómicos híbridos sp^2 , con un electrón cada uno. Un orbital $2p$ queda sin hibridar. Este será el responsable del enlace π .

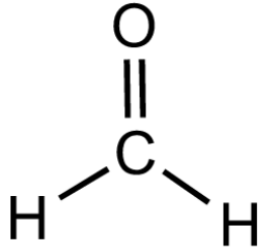
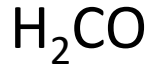


Promociona un electrón desde $2s$ a $2p$.
El carbono tiene 4 electrones de valencia desapareados.

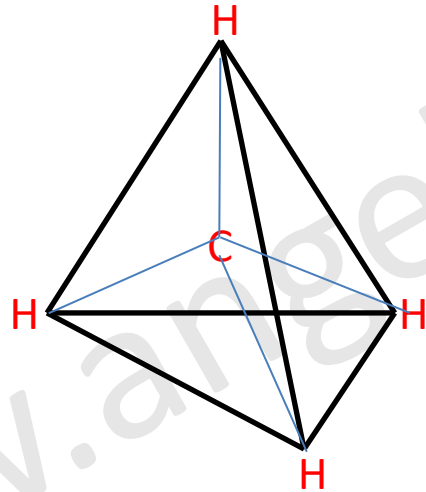
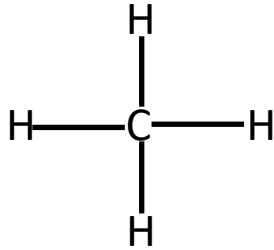
Observamos que tenemos 3 orbitales híbridos sp^2 . Y el orbital $2p_z$ sin hibridar. El oxígeno tendría una hibridación sp^2 (esta hibridación no se pide, pero se indica con fines pedagógicos).



EJERCICIO 2B



Debido que hay 3 nubes electrónicas alrededor del átomo central, éstas adoptan una disposición triangular plana (disposición que minimiza la repulsión). Por ello la geometría molecular es triangular plana.



En el caso del CH_4 , según la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, dado que no hay pares solitarios en el átomo central, la disposición que minimiza la repulsión de los cuatro pares de electrones sería tetraédrica. Por ello la geometría de CH_4 es **tetraédrica**.

EJERCICIO 2B

c) Justifique los diferentes valores de las temperaturas de ebullición indicadas.

La temperatura de ebullición es mayor cuanto más intensas son las fuerzas intermoleculares. El CH_4 es una molécula apolar que solo tiene fuerzas de dispersión (o fuerzas de London) que son las más débiles, el HCHO es una molécula polar con fuerzas de dispersión (o London) y fuerzas dipolo-dipolo; el CH_3OH es una molécula polar con un grupo OH por lo que, además de las fuerzas de dispersión (o London) y fuerzas dipolo-dipolo, presenta enlace de hidrógeno, que son las más intensas. Por lo tanto, el orden de intensidad de las fuerzas intermoleculares es: $\text{CH}_3\text{OH} > \text{HCHO} > \text{CH}_4$, que es el mismo orden que siguen sus temperaturas de ebullición.

d) ¿Cuál/es es/son soluble/s en agua? Justifique la respuesta.

Al ser la molécula de agua una molécula polar, tanto el CH_3OH como el HCHO son solubles en agua, ya que son moléculas polares.



PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 3A

JUNIO 2025

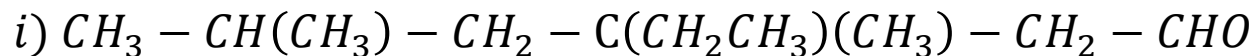
QUÍMICA ORGÁNICA



EJERCICIO 3A

Responda a las siguientes cuestiones:

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

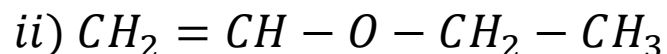


Compuesto orgánico de la familia de los **aldehídos**. Su formula general es **R-CHO**

Como tiene 6 carbonos en la cadena principal, se utiliza el prefijo hex.

Además, tiene 3 radicales. En el carbono 3 tiene un metilo y un etilo y en el carbono 5, tiene un metilo.

Por lo tanto, su nombre es **3 – etil – 3,5 – dimetilhexanal**.



Compuesto orgánico de la familia de los éteres. Su formula general es **R-O-R'**

Un grupo es etilo ($-CH_2-CH_3$) y el otro es etenilo/vinilo ($-CH=CH_2$)

También puede nombrarse tomando como cadena principal el alqueno.

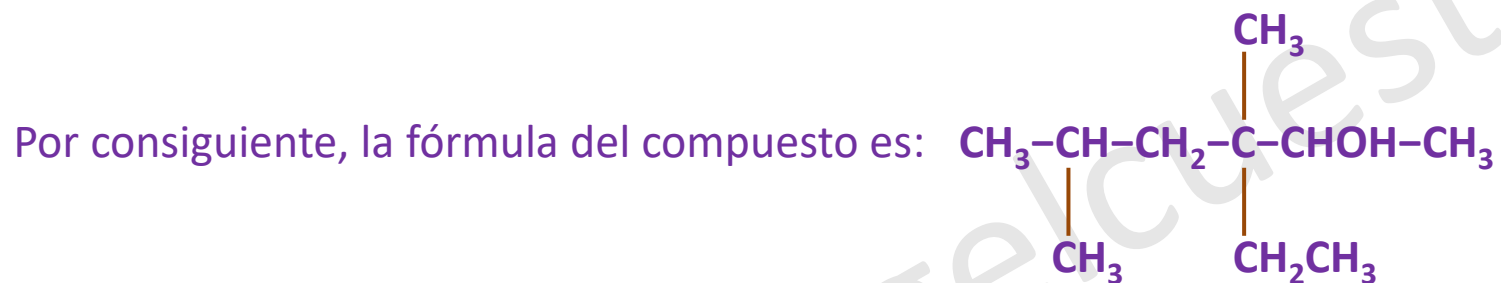
Por lo tanto, este compuesto podría recibir dos nombres:
etenil etil éter (etil vinil éter) o etoxieteno.

EJERCICIO 3A

b) 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** Compuesto orgánico del grupo de los **alcoholes**. Su fórmula general es ROH.

El prefijo **hex** indica que en la cadena principal hay 6 átomos de carbono. El grupo alcohol se encuentra en el carbono 2. Además, tiene tres sustituyentes en los carbonos indicados por los localizadores.



ii) **ácido 4-etenilhept-2-enoico** Compuesto orgánico del grupo de los **ácidos carboxílicos**. Su fórmula general es RCOOH.

El prefijo **hept** indica que en la cadena principal hay 7 átomos de carbono. Además, posee un sustituyente **alquenilo (etenilo)** en el carbono número 4. También hay un **doble enlace** en el carbono 2.



EJERCICIO 3A

iii) 4-etilhexan-3-ona Compuesto orgánico del grupo de las **cetonas**. Su fórmula general es RCOR' .

Como tiene el prefijo **hex** en la cadena principal, esta posee 6 átomos de carbono. El grupo carbonilo se encuentra en el carbono 3. Además, tiene un etil como sustituyente en el carbono 4.

Por consiguiente, la fórmula del compuesto es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CO-CH}_2\text{-CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$

iv) **3-etil-4-metilheptanamida** Compuesto orgánico del grupo de las **amidas**. Su fórmula general es RCONH_2 .

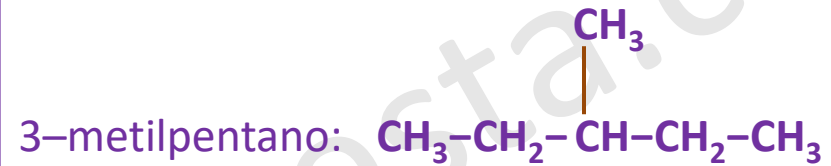
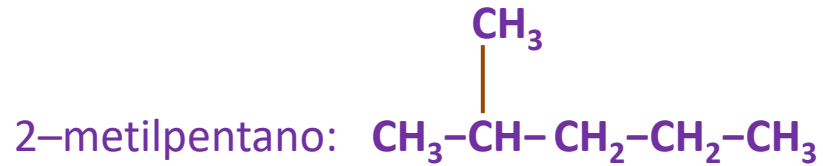
Como tiene el prefijo **hept** en la cadena principal, esta posee 7 átomos de carbono. Además, tiene dos grupos sustituyentes alquilo en los carbonos 3 y 4.

Por consiguiente, la fórmula del compuesto es: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(CH}_2\text{CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CONH}_2$

EJERCICIO 3A

c) Formule y nombre dos isómeros de cadena no cíclicos del hexano

La fórmula molecular del hexano es C_6H_{14} , sus isómeros deben ser isómeros de cadena.





PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 3B

JUNIO 2025

QUÍMICA ORGÁNICA



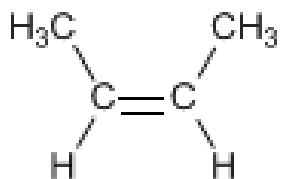
EJERCICIO 3B

Responda a las siguientes cuestiones:

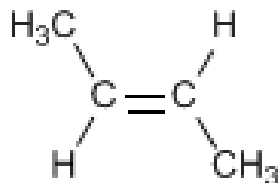
a) Justifique si para el compuesto $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_3$ son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones. Escriba las reacciones correspondientes si las hubiere, y nombre los productos:

i) Al reaccionar con H_2SO_4 concentrado da prioritariamente dos compuestos isómeros geométricos.

Se producen ambos isómeros geométricos $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ (cis-but-2-eno y trans-but-2-eno) porque la reacción con H_2SO_4 concentrado ocurre por un mecanismo E1, que pasa por un carbocatión plano. Esto permite la eliminación del hidrógeno desde distintas orientaciones, dando lugar a alquenos cis y trans. No se forma un único isómero porque no existe control estereoquímico en el mecanismo. La afirmación es **verdadera**.



cis-2-Buteno



trans-2-Buteno

ii) Puede adicionar agua para dar butano.

En este caso no se produce una reacción química, ya que los alcoholes no reaccionan con el agua. Se produciría la disolución de butan-2-ol en el agua. La afirmación es **falsa**.

EJERCICIO 3B

b) Formule, en cada caso, el compuesto que presente las siguientes condiciones:

i) Un aldehído de tres carbonos que contenga átomos con hibridación sp .

Un carbono tiene hibridación sp cuando tiene un triple enlace o tiene dos dobles enlaces.

El grupo aldehído tiene la forma: $R-CHO$. El compuesto pedido es: **$HC \equiv C - CHO$; propinal**

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 .

Un carbono tiene hibridación sp^3 cuando tiene los 4 enlaces sencillos. En cambio, su hibridación es sp^2 cuando tiene un enlace doble.

La amina secundaria tiene la forma: $R-NH-R'$. El compuesto pedido es: **$CH_3 - NH - CH = CH_2$; metilvinilamina**

EJERCICIO 3B

c) Dados los compuestos $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$:

i) Justifique cuál tiene mayor temperatura de fusión.

El compuesto de mayor temperatura de fusión es el $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$, por el tipo de fuerzas intermoleculares que presenta. El $\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ tiene enlaces de hidrógeno al estar unido un átomo de hidrógeno a un elemento muy electronegativo y pequeño, como el átomo de oxígeno. También tiene fuerzas dipolo-dipolo, porque es una molécula polar y fuerzas de dispersión (fuerzas de London). $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ presenta solo fuerzas de dispersión (fuerzas de London).

ii) 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.

La obtención del propan-2-ol se produce mediante una reacción de **adición o hidratación**. El medio en el que transcurre es **ácido**. Esta reacción sigue la **regla de Markovnikov**. Dicha regla establece que al añadir un reactivo del tipo **H-X** (donde H es un átomo de hidrógeno y X es un halógeno o grupo hidroxilo) a un doble enlace carbono-carbono asimétrico, el **hidrógeno (H)** se une al átomo de carbono que ya tiene el **mayor número de átomos de hidrógeno**.





PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 4A

JUNIO 2025

EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE



VÍDEOS ÚTILES PARA REPASAR

No dejes de revisar los ejercicios de pruebas de acceso a la Universidad que tengo en mi canal.

Encontrarás numerosos ejercicios de equilibrio ácido-base que te ayudarán a reforzar este tema.

angelcuesta.com



PAU Junio 2022
Comunidad Valenciana



PAU Junio 2021
Comunidad Valenciana



REACCIONES
ÁCIDO-BASE



APLICACIONES
ÁCIDO-BASE

EJERCICIO 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) Escriba ajustada la reacción de disociación en agua y calcule el porcentaje de disociación del ácido y el pK_a .

Se escribe el equilibrio ácido base. Dado que se pide explícitamente, no se utilizará la abreviatura HA.

	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$	+	H_3O^+
Concentración Inicial	0,25		---		---		---
Concentración que reacciona	-x		---		x		x
Concentración equilibrio	0,25-x		---		x		x

A partir del pH, calculo el valor de x. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(x) \longrightarrow x = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,72} = 1,91 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

Se calcula el porcentaje de disociación. $\alpha = \frac{x}{C_0} \cdot 100 = \frac{1,91 \cdot 10^{-3}}{0,250} \cdot 100 = 0,764 \%$

El porcentaje de disociación del ácido butanoico es **0,764 %**.

	C_3H_7COOH	+	H_2O	$\rightleftharpoons$	$C_3H_7COO^-$	+	H_3O^+
Concentración Inicial	0,25		---		---		---
Concentración que reacciona	-x		---		x		x
Concentración equilibrio	0,25-x		---		x		x

a) Escriba ajustada la reacción de disociación en agua y calcule el porcentaje de disociación del ácido y el pK_a .

Calculo K_a :
$$K_a = \frac{[C_3H_7COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_3H_7COOH]} = \frac{x^2}{0,250 - x} = \frac{(1,91 \cdot 10^{-3})^2}{0,250 - 1,91 \cdot 10^{-3}} = 1,47 \cdot 10^{-5}$$

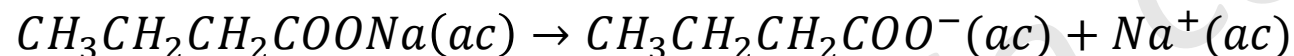
Calculo pK_a :
$$pK_a = -\log(K_a) = -\log(1,47 \cdot 10^{-5}) = 4,83$$

El valor del pK_a es **4,83**.

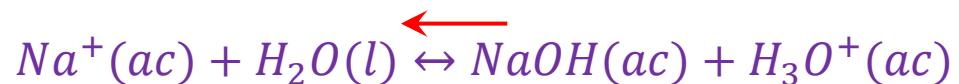
EJERCICIO 4A

b) A 25 °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.

En el caso del butanoato de sodio, se disuelve en agua según la ecuación química.



Dichos iones podrían reaccionar con el agua...



El ion Na^+ es el ácido conjugado de una base fuerte (NaOH), por ello es extremadamente débil y no tiene la capacidad de reaccionar con el agua y liberar iones oxonio.



El ion $CH_3CH_2CH_2COO^-$ es la base conjugada de un ácido débil por lo que tiene la capacidad de reaccionar con el agua y liberar iones hidróxido.

Por este motivo, se produce el fenómeno de la hidrólisis y el pH de la disolución es **BÁSICO** (pH>7). Por lo que su pH es claramente superior al de la disolución ácida propuesta en el enunciado.

EJERCICIO 4A

c) Justifique si se formaría una disolución reguladora al mezclar la disolución del enunciado con una disolución de butanoato de sodio

Sí se formaría una disolución reguladora porque la disolución resultante estaría formada por los dos componentes que pueden formar una disolución reguladora: un ácido débil ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) y una sal de su base conjugada ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COO}^-$ o $\text{C}_3\text{H}_7\text{COONa}$).



PAU - MADRID



QUÍMICA

EJERCICIO 4B

JUNIO 2025

EQUILIBRIO QUÍMICO



VÍDEOS ÚTILES PARA REPASAR

En estos vídeos podrás repasar temas interesantes para preparar este examen.

No dejes de revisar mi canal, pues iré añadiendo nuevos.



PAU Junio 2021
Comunidad Valenciana



PAU Septiembre 2020
Comunidad Valenciana



PAU Julio 2020
Comunidad Valenciana



PAU Junio 2021
Comunidad Valenciana



PAU Septiembre 2020
Comunidad Valenciana



PAU Julio 2020
Comunidad Valenciana

PROBLEMAS
EQUILIBRIO
QUÍMICO



Equilibrio
químico
DESDE CERO

PRINCIPIO DE
LE CHATELIER

EJERCICIO 4B

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 $N_2 (g) + 3 H_2 (g) \rightleftharpoons 2 NH_3 (g)$ alcanza el equilibrio, obteniéndose $\Delta H_r < 0$ y una concentración de $NH_3 (g)$ de $0,00375 \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

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

A partir de la concentración de amoníaco en el equilibrio se calculan los moles de cada especie y, posteriormente, sus presiones parciales mediante la ecuación de estado de los gases ideales.

Se calcula la cantidad de moles de amoníaco que hay en el equilibrio.

$$[NH_3] = \frac{n_{NH_3}}{V} \longrightarrow n_{NH_3} = [NH_3] \cdot V = 0,00375 \cdot 2,50 = 0,009375 \text{ mol de } NH_3$$

Se calcula la cantidad, en moles, de N_2 que han reaccionado.

$$0,009375 \text{ mol de } NH_3 \cdot \frac{1 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NH_3} = 0,00469 \text{ mol de } N_2 \text{ han reaccionado}$$

Se calcula la cantidad, en moles, de H_2 que han reaccionado.

$$0,009375 \text{ mol de } NH_3 \cdot \frac{3 \text{ mol } H_2}{2 \text{ mol } NH_3} = 0,0141 \text{ mol de } H_2 \text{ han reaccionado}$$

EJERCICIO 4B

a) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total. $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

Se calcula la cantidad, en moles, de N_2 que hay en el equilibrio.

$$n_{N_2}(\text{equilibrio}) = n_{N_2}(\text{iniciales}) - n_{N_2}(\text{que han reaccionado})$$

$$n_{H_2}(\text{equilibrio}) = 0,0200 - 0,00469 = 0,0153 \text{ mol de } N_2 \text{ en el equilibrio}$$

Se calcula la cantidad, en moles, de H_2 que hay en el equilibrio.

$$n_{H_2}(\text{equilibrio}) = n_{H_2}(\text{iniciales}) - n_{H_2}(\text{que han reaccionado})$$

$$n_{H_2}(\text{equilibrio}) = 0,0300 - 0,0141 = 0,0159 \text{ mol de } H_2 \text{ en el equilibrio}$$

EJERCICIO 4B

a) Calcule las presiones parciales de cada sustancia en el equilibrio y la presión total. $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

Se aplica la ecuación de estado de los gases ideales. $p_A \cdot V = n_A \cdot R \cdot T \longrightarrow p_A = \frac{n_A \cdot R \cdot T}{V}$

Se recuerda que: $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C} = 673\text{ K}$ y $V = 2,50\text{ L}$

$$p_{N_2} = \frac{n_{N_2} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0153 \cdot 0,082 \cdot 673}{2,50} = 0,338\text{ atm} \quad p_{H_2} = \frac{n_{H_2} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,0159 \cdot 0,082 \cdot 673}{2,50} = 0,351\text{ atm}$$

$$p_{NH_3} = \frac{n_{NH_3} \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,009375 \cdot 0,082 \cdot 673}{2,50} = 0,207\text{ atm}$$

La presión total se obtiene sumando las presiones parciales.

$$p_{Total} = p_{N_2} + p_{H_2} + p_{NH_3} = 0,338 + 0,351 + 0,207 = 0,896\text{ atm}$$

Solución: $p_{N_2} = 0,338\text{ atm}$; $p_{H_2} = 0,351\text{ atm}$; $p_{NH_3} = 0,207$; $p_{Total} = 0,896\text{ atm}$

EJERCICIO 4B

b) Obtenga K_p y K_c . $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

Se calcula K_p a partir de las presiones parciales: $K_p = \frac{(p_{NH_3})^2}{p_{N_2} \cdot (p_{H_2})^3} = \frac{(0,207)^2}{0,338 \cdot (0,351)^3} = 2,93$

Calculo el valor de K_c a partir de la ecuación correspondiente.

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} \longrightarrow K_c = \frac{K_p}{(R \cdot T)^{\Delta n}} = \frac{2,93}{[(0,082 \cdot (673))]^{2-(1+3)}} = 8,92 \cdot 10^3$$

Solución: $K_p = 2,93$; $K_c = 8,92 \cdot 10^3$

EJERCICIO 4B

c) Justifique si el rendimiento del proceso aumenta realizándolo a menor temperatura.

El **Principio de Le Châtelier** establece que si un sistema en equilibrio químico sufre una perturbación (cambio de concentración, presión o temperatura), el sistema se desplazará en la dirección que contrarreste esa alteración para alcanzar un nuevo estado de equilibrio, oponiéndose al cambio impuesto desde el exterior

Al disminuir la temperatura se retira calor, según el principio de Le Châtelier el equilibrio se desplaza hacia donde se desprende calor. Puesto que el proceso directo es exotérmico ($\Delta H_r < 0$), el equilibrio se desplazará hacia la formación de productos, **luego el rendimiento es mayor.**

EJERCICIO 4B

d) Razone cómo varía la concentración de N_2 cuando se añade al equilibrio un gas inerte como el Ar a volumen y temperatura constantes.

Antes de contestar, debemos razonar brevemente acerca de la posible variación de la presión parcial o de la concentración molar de los gases al añadir Ar.

En primer lugar, podemos decir que no hay cambio en las concentraciones de reactivos y productos. Al ser el volumen constante, la concentración molar de cada reactivo y producto ($M = n/V$) permanece inalterada, ya que ni el número de moles de las especies reaccionantes ni el volumen del recipiente han cambiado.

En cuanto a las presiones parciales podemos afirmar que, aunque la presión total del sistema aumenta debido a la presencia del gas inerte, las presiones parciales de N_2 , H_2 y NH_3 no varían, pues dependen únicamente de sus propios moles, el volumen y la temperatura.

$$p_i = \frac{n_i \cdot R \cdot T}{V}$$

En conclusión, aunque la presión total del sistema aumenta por la presencia del gas inerte, el equilibrio químico no se ve afectado, por lo que **la concentración de N_2 no varía.**