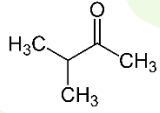


## PRIMERA PARTE

- Si se pretende determinar la variación de energía entre distintos niveles electrónicos del átomo de hidrógeno, es necesario recurrir a:
  - La ecuación de Planck
  - La ecuación de De Broglie
  - La ecuación de Rydeberg
- El polipropileno es:
  - Un polímero natural
  - Un polímero sintético de adición
  - Un polímero sintético de condensación
- Respecto a los siguientes compuestos orgánicos, ¿cuál corresponde a un ácido carboxílico?
  - R-OH
  - R-COOH
  - R-COO-R'
- Solo una de las siguientes proposiciones es correcta. Indique cual:
  - En el enlace covalente, los electrones del nivel de valencia de todos los átomos se sitúan alrededor de los núcleos de forma deslocalizada.
  - El enlace iónico se forma por transferencia de uno o más electrones de un átomo a otro, generándose iones que quedarán unidos por fuerzas de atracción electrostática.
  - El enlace iónico se forma por transferencia de uno o más electrones de un átomo a otro, generándose iones que quedarán unidos por fuerzas de London.
- Una mezcla de gases ideales está formada por 1 mol de la especie A, 5 moles de la especie B y 2 moles de la especie C. Supongamos que, tras un cambio de presión, la mezcla en el nuevo equilibrio está formada por 2 moles de A, 3 moles de B y 8 moles de C, ¿cuánto se ha reducido la presión parcial de la especie A?  
NOTA: La presión total inicial es de 4,30 atm, mientras que la presión total en el equilibrio final es de 1,70 atm.
  - 0.751 atm
  - 0.276 atm
  - 0.958 atm
- Deduzca la combinación correcta de números cuánticos para el último electrón alojado, dada la configuración electrónica  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ . Téngase en cuenta el principio de exclusión de Pauli y el de máxima multiplicidad de Hund:
  - Los cuatro números cuánticos son (3,2,-1,+1/2).
  - Los cuatro números cuánticos son (4,3,1,+1/2).
  - Los cuatro números cuánticos son (3,2,2,+1/2).
- ¿Cuál de los siguientes hidrocarburos presenta un menor punto de ebullición?
  - dodecano
  - etano
  - hexano

8. ¿Qué tienen en común el poliestireno y el polipropileno?:
- Su unidad repetitiva presenta anillos aromáticos.
  - Son polímeros muy elásticos.
  - Son polímeros vinílicos.**
9. Indique el tipo de reacción que se muestra a continuación:  
 $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{KI} \rightarrow \text{CH}_3\text{I} + \text{KCl}$
- Reacción de eliminación.
  - Reacción de condensación.
  - Reacción de sustitución.**
10. El nombre estequiométrico del siguiente compuesto inorgánico ( $\text{B}_2\text{H}_6$ ) es:
- Hexahidruro de diboro**
  - Trihidruro de boro
  - Hexahidruro de boro(II)
11. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde a un átomo en estado excitado?
- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^1$**
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$
12. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas corresponde a un elemento del grupo 18?
- $1s^2 2s^2 2p^6$**
  - $1s^2 2s^2 2p^2$
  - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
13. Dada la reacción  $2\text{AgF} + \text{Fe} \rightarrow \text{FeF}_2 + 2\text{Ag}$ , de los siguientes enunciados, señale el que sea correcto:
- Los cationes  $\text{Ag}^+$  actúan como reductores.
  - Los aniones  $\text{F}^-$  actúan como oxidantes.
  - El Fe es el agente reductor.**
14. El nombre correcto del siguiente compuesto orgánico es:
- 
- ácido propanoico
  - propan-2-ona
  - 3-metilbutan-2-ona**
15. ¿Cuál de las siguientes propiedades no es propia de los cauchos o elastómeros?
- Gran elasticidad.
  - Propiedades termoplásticas.**
  - Impermeables.

## Aclaración del ejercicio 5:

Sabemos que  $P_i = \frac{n_i}{n_T} P_T$

Luego solo tenemos que poner los datos y ver cuál es la pregunta correcta:

$$P_{A_0} = \frac{1}{8} 4'3 = 5'375 \cdot 10^{-1}$$

$$P_{A_f} = \frac{2}{13} 1'70 = 2'615 \cdot 10^{-1}$$

$$\text{Restamos: } 5'375 \cdot 10^{-1} - 2'615 \cdot 10^{-1} = 0'276$$



## SEGUNDA PARTE

1. (3 puntos). Respecto a los sólidos iónicos CaO, CaCl<sub>2</sub> y NaCl:
  - a. (0,5 puntos) Atendiendo exclusivamente al valor de las cargas de los correspondientes iones, ¿Cómo evolucionará el punto de fusión a lo largo de la serie? Razone la respuesta.
  - b. (2,0 puntos) Escriba de forma esquemática el ciclo de Born-Haber para el CaCl<sub>2</sub> y para el NaCl, calculando para cada una de las dos sustancias el valor de la energía de red. Indique los valores de la energía de red con sus dimensiones correspondientes.
  - c. (0,5 puntos) Discuta los resultados obtenidos en el apartado b y razone si son consistentes con lo que ha contestado en el apartado a.

DATOS:

	Entalpía de formación AH <sup>0</sup>	Afinidad electrónica del Cl AE <sub>1</sub>	Energía de sublimación del metal AH <sub>s</sub>	Energía disociación del Cl <sub>2</sub> (g) AH <sub>d</sub>	Primera energía de ionización del metal en estado gas EI <sub>1</sub>	Segunda energía de ionización del metal en estado gas EI <sub>2</sub>
CaCl <sub>2</sub>	-796	-349	178	244	590	1146
NaCl	-411	-349	109	244	494	-

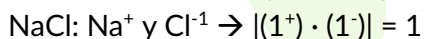
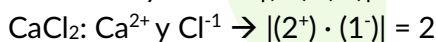
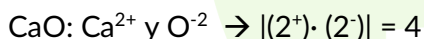
Todos los valores están expresados en unidades de kJ mol<sup>-1</sup>

- a. Los tres compuestos son iónicos y el punto de fusión está asociado a las fuerzas de Coulomb que mantienen unidos a los iones, cuya fórmula es:

$$F_c = \pm k \frac{q_1 q_2}{d_0^2}$$

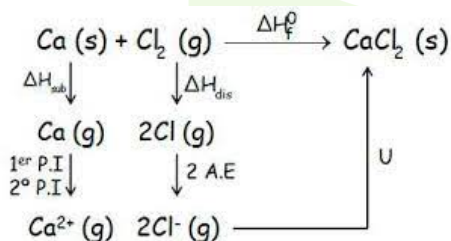
En donde q<sub>1</sub> y q<sub>2</sub> son cargas iónicas; k es una constante de proporcionalidad y d<sub>0</sub> la distancia interiónica.

Como debemos tener en cuenta solo las cargas iónicas:



Por lo tanto, teniendo en cuenta las cargas, cuanto mayor sea el producto de las cargas, mayor será la energía necesaria para fusionar a los compuestos del ejercicio y el orden será: CaO > CaCl<sub>2</sub> > NaCl.

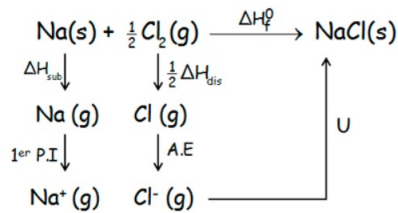
- b. Ciclo de Born-Haber del CaCl<sub>2</sub>



$$\Delta H_f = \Delta H_s + EI_1 + EI_2 + \Delta H_d + 2 \text{ A.E.} + U \rightarrow U = \Delta H_f - [\Delta H_s + EI_1 + EI_2 + \Delta H_d + 2 \text{ AE}]$$

$$U = -796 - [178 + 590 + 1146 + 244 + 2(-394)] = -2256 \text{ KJ/mol}$$

Ciclo de Born-Haber del NaCl:



$$\Delta H_f = \Delta H_s + EI_1 + \frac{1}{2} \Delta H_d + \text{A.E.} + U \rightarrow U = \Delta H_f - [\Delta H_s + EI_1 + \frac{1}{2} \Delta H_d + \text{AE}]$$

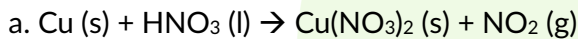
$$U = -411 - [109 + 494 + (244/2) - 349] = -787 \text{ KJ/mol}$$

c. La  $\Delta U$  es la energía que se libera al estabilizarse las redes iónicas que formarán la sal y a mayor  $U$ , mayor estabilidad y por lo tanto mayor fuerza de unión y por lo tanto mayor punto de fusión.

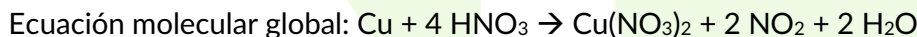
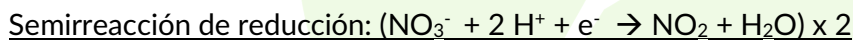
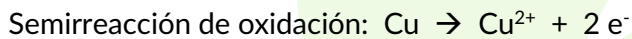
Como  $|\Delta U(\text{CaCl}_2)| > |\Delta U(\text{NaCl})|$ , tiene sentido el resultado del apartado a, donde decíamos que el  $\text{NaCl}$  es el que menor punto de fusión tiene.

2. (3 puntos) 100 g de una aleación contiene 85 g de cobre y 15 g de oro. Para recuperar el oro, se disuelve el cobre por tratamiento de la aleación con ácido nítrico, formándose nitrato de cobre (II) y dióxido de nitrógeno. Se pide lo siguiente:
- (1 punto) Ajustar la reacción según el método del ion-electrón, escribiendo la reacción molecular correspondiente.
  - (0,50 puntos) Calcular el peso de nitrato de cobre (II) que se forma.
  - (0,50 puntos) Calcular el volumen mínimo de disolución de ácido nítrico 5,0 M que se necesita para disolver todo el cobre.
  - (1 punto) Calcular el volumen de dióxido de nitrógeno (medido a 30 °C y 1 atm de presión) que se desprende al disolver todo el cobre.

DATOS:  $T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$  ;  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 187,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$



Comprobamos que el Cu se oxida porque pasa de 0 a +2 y el N se reduce al pasar de +5 a +4.



b. Vamos a resolver este y los siguientes apartados teniendo en cuenta la estequiometría entre los reactivos y productos de la reacción. Usaremos factores de conversión para hallar lo que nos piden ya que es lo más sencillo.

$$85 \text{ gr Cu} \cdot \frac{1 \text{ mol Cu}}{63'5 \text{ gr Cu}} \cdot \frac{1 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ mol Cu}} \cdot \frac{187'5 \text{ gr Cu}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ mol Cu}(\text{NO}_3)_2} = 251'25 \text{ gr Cu}(\text{NO}_3)_2$$

c.  $85 \text{ gr Cu} \cdot \frac{1 \text{ mol cu}}{63'5 \text{ Cu}} \cdot \frac{4 \text{ mol HNO}_3}{1 \text{ mol cu}} \cdot \frac{1 \text{ L disol.}}{5 \text{ mol HNO}_3} = 1'07 \text{ L HNO}_3$

d.  $85 \text{ gr Cu} \cdot \frac{1 \text{ mol cu}}{63'5 \text{ Cu}} \cdot \frac{2 \text{ mol NO}_2}{1 \text{ mol cu}} = 2.68 \text{ mol NO}_2$

Utilizando la ecuación de los gases ideales:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$  calculamos el volumen

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} = \frac{2'68 \text{ mol} \cdot 0'082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 303'15 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 66'62 \text{ L NO}_2$$

## TERCERA PARTE

1. (3 puntos) Dada una reacción del tipo  $aA + bB \rightarrow$  productos, se obtuvieron los resultados experimentales recogidos en la siguiente tabla, donde se modificaron las concentraciones de los reactivos:

Experimento	[A] (mol · L <sup>-1</sup> )	[B] (mol · L <sup>-1</sup> )	Velocidad de reacción (mol · L <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> )
1	0,02	0,01	$4,4 \cdot 10^{-4}$
2	0,02	0,02	$17,6 \cdot 10^{-4}$
3	0,04	0,02	$35,2 \cdot 10^{-4}$
4	0,04	0,04	$140,8 \cdot 10^{-4}$

- a. (1,50 puntos) Calcular el orden de reacción respecto a la especie A y respecto a la especie B, así como el orden total.
- b. (1 punto) Calcular el valor de la constante de velocidad con sus correspondientes unidades.
- c. (0,50 puntos) ¿Cuál será la velocidad de la reacción cuando la concentración de A sea 0,08 mol · L<sup>-1</sup> y la de B 0,04 mol · L<sup>-1</sup>? Teniendo en cuenta las unidades de la velocidad de reacción, ¿qué se entiende por velocidad de reacción?
- a. Para calcular el orden parcial de cada una de las especies comprobamos primero si un cambio en la concentración de la especie en concreto, manteniendo la concentración de la otra especie constante, modifica la velocidad de reacción. Si vemos que se modifica, entonces el orden parcial es distinto de cero.

Para hallar el orden respecto de A, utilizaremos las experiencias 2 y 3, en donde cambia la concentración de A pero no la de B.

Usando la ecuación teórica de la velocidad y sustituyendo los valores de cada experiencia calculamos el orden de A.  $v = k [A]^a [B]^b$

$$\text{Experiencia 2} \rightarrow 17'6 \cdot 10^{-4} = k (0'02)^a (0'02)^b$$

$$\text{Experiencia 3} \rightarrow 35'2 \cdot 10^{-4} = k (0'04)^a (0'02)^b$$

$$\frac{17'6 \cdot 10^{-4}}{35'2 \cdot 10^{-4}} = \frac{k (0'02)^a (0'02)^b}{k (0'04)^a (0'02)^b} \rightarrow \frac{1}{2} = \left[ \frac{0'02}{0'04} \right]^a \rightarrow \frac{1}{2} = \left( \frac{1}{2} \right)^a \rightarrow a = 1$$

Calculamos de la misma manera el orden parcial respecto de B pero en esta ocasión utilizando las experiencias 1 y 2

$$\text{Experiencia 1} \rightarrow 4'4 \cdot 10^{-4} = k (0'02)^a (0'01)^b$$

$$\text{Experiencia 2} \rightarrow 17'6 \cdot 10^{-4} = k (0'02)^a (0'02)^b$$

$$\frac{4'4 \cdot 10^{-4}}{17'6 \cdot 10^{-4}} = \frac{k (0'02)^a (0'01)^b}{k (0'02)^a (0'02)^b} \rightarrow \frac{1}{4} = \left[ \frac{0'01}{0'02} \right]^b \rightarrow \frac{1}{4} = \left( \frac{1}{2} \right)^b \rightarrow b = 2$$

Por tanto:

Orden parcial respecto de A = 1; orden parcial respecto de B = 2; ORDEN TOTAL = 3

- b. Despejamos de la ecuación de la velocidad y calculamos K con sus unidades:

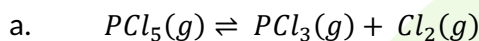
$$v = k [A] [B]^2 \rightarrow k = \frac{v}{[A] [B]^2} \rightarrow k = \frac{4'4 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}}{0'02 \text{ mol L}^{-1} (0'01 \text{ mol L}^{-1})^2} = 220 \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

c.  $v = k [A] [B]^2 \rightarrow v = 220 \text{ L}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1} \cdot 0'08 \text{ mol L}^{-1} (0'04 \text{ mol L}^{-1})^2 = 2.82 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$

Teniendo en cuenta las unidades de la velocidad, podemos decir que es la regla matemática que relaciona la concentración de los reactivos en un momento dado.

2. (3 puntos) En un recipiente cerrado de 72,6 cm<sup>3</sup> de capacidad, introducimos 3,00 gramos de pentacloruro de fósforo a una temperatura de 760 K. En estas condiciones, el pentacloruro de fósforo se disocia en tricloruro de fósforo y dicloro. Se trata de un equilibrio homogéneo en estado gaseoso.
- (0,25 puntos) Escriba la reacción reversible que tiene lugar formulando las especies involucradas.
  - (1,75 puntos) ¿Cuál será la composición de la mezcla en el equilibrio, sabiendo que el valor de K<sub>c</sub> correspondiente a esta reacción de disociación tiene un valor de 33,3?
  - (1 punto) Calcular la presión parcial de cada una de las especies que forman la mezcla gaseosa en el equilibrio.

DATOS: 1 L = 10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup>; M (pentacloruro de fósforo) = 208,24 g mol<sup>-1</sup>; R = 0,082 atm · L · mol<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>



b. Calculamos los moles iniciales del PCl<sub>5</sub> a partir de los datos del ejercicio:

$$n^\circ \text{ moles} = \frac{\text{masa (gr)}}{M_m} = \frac{3 \text{ gr}}{208'24 \text{ gr mol}^{-1}} = 1'44 \cdot 10^{-2} \text{ mol PCl}_5$$

Hacemos la tabla

	PCl <sub>5</sub> (g)	⇌	PCl <sub>3</sub> (g)	+	Cl <sub>2</sub> (g)
Moles iniciales	1'44 · 10 <sup>-2</sup>		0		0
Cambios	-x		+x		+x
Moles en equilibrio	1'44 · 10 <sup>-2</sup> - x		x		x
Concentración en equilibrio	$\frac{1'44 \cdot 10^{-2} - x}{7'26 \cdot 10^{-2}}$		$\frac{x}{7'26 \cdot 10^{-2}}$		$\frac{x}{7'26 \cdot 10^{-2}}$

Ponemos al ecuación de la K<sub>c</sub>:

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_3][\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} \rightarrow 33'3 = \frac{\frac{x}{7'26 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{x}{7'26 \cdot 10^{-2}}}{\frac{1'44 \cdot 10^{-2} - x}{7'26 \cdot 10^{-2}}}$$

Calculamos la ecuación que nos sale y el resultado válido es x = 1'43 · 10<sup>-2</sup> mol

Por tanto la composición en el equilibrio es:

$$[\text{PCl}_5] = \frac{1'44 \cdot 10^{-2} - 1'43 \cdot 10^{-2}}{7'26 \cdot 10^{-2}} = 1'38 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{PCl}_3] = [\text{Cl}_2] = \frac{1'43 \cdot 10^{-2}}{7'26 \cdot 10^{-2}} = 1'97 \cdot 10^{-1} \text{ M}$$

c. A partir de la ecuación de los gases ideales:  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ , como tenemos todos los datos, solo tenemos que despejar la P:

$$P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

$$P_{P_{Cl_5}} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 0'082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ k}^{-1} \cdot 760 \text{ k}}{7'26 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 8'58 \cdot 10^{-2} \text{ atm}$$

$$P_{P_{Cl_3}} = P_{Cl_2} = \frac{1'43 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot 0'082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ k}^{-1} \cdot 760 \text{ k}}{7'26 \cdot 10^{-2} \text{ L}} = 12'28 \text{ atm}$$

