

Enunciado de la Pregunta 1

El but-2-eno es un compuesto orgánico que puede participar en distintos procesos industriales. Cuando reacciona con ácido bromhídrico, se obtiene un producto orgánico P, que en presencia de una base fuerte y alcohol (KOH/etanol), puede transformarse de nuevo en but-2-eno (como producto mayoritario) y un isómero de posición (como producto minoritario). **a) (1 punto)** Escriba las reacciones descritas en el enunciado utilizando la fórmula semidesarrollada para todas las especies orgánicas, nombre todos los posibles productos orgánicos e indique, en cada caso, el tipo de reacción. Para la última de las reacciones descritas, identifique la regla que sigue. **b) (0,5 puntos)** Razone si but-2-eno presenta isomería geométrica. En caso afirmativo, dibuje y nombre correctamente los isómeros. **c) (1 punto)** En la siguiente Tabla se muestran datos de velocidad de 3 experimentos cinéticos para la reacción de but-2-eno con ácido bromhídrico, con distintas concentraciones iniciales, y realizados a la misma temperatura. **Experimento 1:** $[\text{HBr}] = 0,10 \text{ M}$; $[\text{but-2-eno}] = 0,20 \text{ M}$; $v_0 = 0,010 \text{ M/s}$. **Experimento 2:** $[\text{HBr}] = 0,10 \text{ M}$; $[\text{but-2-eno}] = 0,40 \text{ M}$; $v_0 = 0,020 \text{ M/s}$. **Experimento 3:** $[\text{HBr}] = 0,20 \text{ M}$; $[\text{but-2-eno}] = 0,20 \text{ M}$; $v_0 = 0,020 \text{ M/s}$. A partir de los datos de la Tabla, determine los órdenes parciales, el orden total, la ley de velocidad y el valor de la constante de velocidad de la reacción.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 1

Apartado a): Reacciones orgánicas y reglas

Primera reacción (Adición): El but-2-eno reacciona con HBr. $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ Se trata de una reacción de adición. El producto orgánico P es el 2-bromobutano.

Segunda reacción (Eliminación): El 2-bromobutano reacciona con KOH en medio alcohólico caliente. $\text{CH}_3 - \text{CHBr} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{KOH} / \text{etanol} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_3$ (producto mayoritario)

- $\text{CH}_2=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (producto minoritario) + KBr + H_2O Es una reacción de eliminación (concretamente una deshidrohalogenación). El producto mayoritario es el but-2-eno y el minoritario es el but-1-eno (el isómero de posición que cita el enunciado). Esta reacción sigue la regla de Zaitsev, que postula que en las reacciones de eliminación se forma preferentemente el alqueno más estable, que es aquel cuyo doble enlace posee un mayor número de grupos alquilo (carbono más sustituido).

Apartado b): Isomería geométrica

El but-2-eno sí presenta isomería geométrica (cis-trans). Esto se debe a que cada uno de los dos átomos de carbono unidos por el doble enlace está enlazado a dos grupos diferentes (un átomo de hidrógeno y un grupo metilo).

Isómero cis-but-2-eno: Los dos grupos metilo se encuentran en el mismo lado del plano que define el doble enlace. **Isómero trans-but-2-eno:** Los dos grupos metilo se encuentran en lados opuestos del plano del doble enlace. (Debes dibujar ambos especificando la posición de los metilos e hidrógenos).

Apartado c): Cinética química

La ecuación de velocidad general es: $v = k \cdot [\text{HBr}]^\alpha \cdot [\text{but-2-eno}]^\beta$.

Para hallar β (orden respecto al but-2-eno), comparamos los experimentos 1 y 2, donde $[\text{HBr}]$ es constante:

$$v_2/v_1 = (k \cdot 0,10^\alpha \cdot 0,40^\beta) / (k \cdot 0,10^\alpha \cdot 0,20^\beta) \quad 0,020/0,010 = (0,40/0,20)^\beta \quad 2 = 2^\beta \Rightarrow \beta = 1$$

Para hallar α (orden respecto al HBr), comparamos los experimentos 1 y 3, donde $[\text{but-2-eno}]$ es constante:

$$v_3/v_1 = (k \cdot 0,20^\alpha \cdot 0,20^\beta) / (k \cdot 0,10^\alpha \cdot 0,20^\beta) \quad 0,020/0,010 = (0,20/0,10)^\alpha \quad 2 = 2^\alpha \Rightarrow \alpha = 1$$

Órdenes: Los órdenes parciales son 1 para ambos reactivos. El orden total es $\alpha + \beta = 2$. **Ley de velocidad:** $v = k \cdot [\text{HBr}] \cdot [\text{but-2-eno}]$.

Sustituimos los datos del exp. 1 para hallar la constante (k): $0,010 = k \cdot 0,10 \cdot 0,20 \quad k = 0,010/0,020 = 0,5 \text{ M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (o $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$).

Mi consejo: Nunca olvidéis poner las unidades de la constante k . Un truco para deducirlas rápido es que el exponente de los moles y litros es siempre $(1 - \text{orden total})$. Como el orden total es 2, el exponente será $(1 - 2 = -1)$. De ahí el $\text{mol}^{-1} \text{L}^1 \text{s}^{-1}$.

Enunciado de la Pregunta 2A

Los elementos X, Y y Z pertenecen al tercer periodo, y se sabe que X es un metal alcalino, Y se encuentra en la naturaleza como un gas diatómico y Z es un gas noble.

- a) (1 punto)** Identifique los elementos X, Y y Z (símbolo y grupo) y escriba sus configuraciones electrónicas.
- b) (0,5 puntos)** Explique de forma razonada el tipo de enlace que se forma entre X e Y, y escriba la fórmula del compuesto que resulta.
- c) (1 punto)** Represente el ciclo de Born-Haber para la formación del compuesto XY (sólido) a partir de los elementos en su estado natural, detallando los nombres de las magnitudes energéticas implicadas en cada una de las etapas.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 2A

Apartado a): Identificación de elementos

Todos pertenecen al periodo 3, es decir, su capa de valencia es $n = 3$. **Elemento X:** Metal alcalino (grupo 1). Es el Sodio (Na). Su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. **Elemento Y:** Gas diatómico (grupo 17, halógenos). Es el Cloro (Cl). Su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. **Elemento Z:** Gas noble (grupo 18). Es el Argón (Ar). Su configuración electrónica es $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.

Apartado b): Enlace y fórmula

El elemento X (Sodio) es un metal que tiende a ceder un electrón para estabilizarse, mientras que el elemento Y (Cloro) es un no metal muy electronegativo que tiende a ganarlo. Al producirse una transferencia completa de electrones, se forma una atracción electrostática entre los iones resultantes (Na^+ y Cl^-). Por tanto, el tipo de enlace es **iónico**. La fórmula del compuesto resultante, por intercambio de valencias, es **NaCl**.

Apartado c): Ciclo de Born-Haber para NaCl

El ciclo representa las etapas energéticas para formar 1 mol de red cristalina de NaCl desde sus elementos puros: $\text{Na}(s) + 1/2\text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{NaCl}(s)$.

1. Entalpía de sublimación: Evaporación del sodio sólido a gas. $\text{Na}(s) \rightarrow \text{Na}(g) \quad (\Delta H_{\text{subl}})$

2. Energía de ionización: Formación del catión sodio. $\text{Na}(g) \rightarrow \text{Na}^+(g) + 1e^- \quad (\text{EI})$

3. Energía de disociación: Ruptura de media molécula diatómica de cloro gas. $1/2\text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{Cl}(g)$
($1/2 \cdot \Delta H_{\text{dis}}$)

4. Afinidad electrónica: Formación del anión cloruro. $\text{Cl}(g) + 1e^- \rightarrow \text{Cl}^-(g)$ (AE)

5. Energía reticular (o de red): Atracción de los iones gaseosos para formar el sólido cristalino. $\text{Na}^+(g) + \text{Cl}^-(g) \rightarrow \text{NaCl}(s)$ (U_r o ΔH_{red})

El sumatorio de todas estas energías equivale a la **Entalpía de formación** (ΔH_f) del $\text{NaCl}(s)$.

Enunciado de la Pregunta 2B

Responda razonadamente:

- a) (1 punto)** Para las siguientes moléculas: CS_2 , NH_3 y SO_2 , dibuje su estructura de Lewis, determine su geometría molecular utilizando la teoría de repulsión de pares de electrones de la capa de valencia (TRPECV) e indique la hibridación del átomo central.
- b) (0,5 puntos)** Indique las fuerzas intermoleculares presentes y la polaridad de cada una de las moléculas del apartado anterior.
- c) (0,5 puntos)** Razone por qué el metano es apolar mientras que el clorometano es polar, aun teniendo ambos la misma geometría molecular.
- d) (0,5 puntos)** Escriba las ecuaciones químicas ajustadas que representan los siguientes procesos:
- i) El NH_3 actúa como base de Brønsted-Lowry al reaccionar con agua.
 - ii) El SO_2 se oxida en presencia de oxígeno.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 2B

Apartados a y b): Estructura, Geometría y Fuerzas intermoleculares

Disulfuro de carbono (CS_2): El C central forma dobles enlaces con ambos azufres ($\text{S}=\text{C}=\text{S}$). No tiene pares libres. Dominios electrónicos: 2. Hibridación del C: sp . Geometría molecular: lineal. Polaridad: Apolar (los dipolos de enlace se anulan linealmente). Fuerzas intermoleculares: Fuerzas de dispersión de London.

Amoníaco (NH_3): El N central forma 3 enlaces simples con los H y le queda un par libre. Dominios electrónicos: 4. Hibridación del N: sp^3 . Geometría molecular: pirámide trigonal. Polaridad: Polar (debido al par libre, los dipolos no se anulan). Fuerzas intermoleculares: Enlaces de hidrógeno (y fuerzas de London y dipolo-dipolo).

Dióxido de azufre (SO_2): El S central forma un doble enlace con un O, un enlace simple (dativo) con el otro y conserva un par libre. Dominios electrónicos: 3. Hibridación del S: sp^2 . Geometría molecular: angular. Polaridad: Polar (debido a la asimetría provocada por el par libre). Fuerzas intermoleculares: Fuerzas de Van der Waals tipo dipolo-dipolo (y de dispersión).

Apartado c): Polaridad de tetraedros

Tanto el metano (CH_4) como el clorometano (CH_3Cl) tienen geometría molecular tetraédrica. El metano es apolar porque sus 4 sustituyentes son idénticos (hidrógenos). Como el tetraedro es perfectamente simétrico, los dipolos de los cuatro enlaces C-H se anulan vectorialmente ($\mu = 0$). El clorometano es polar porque se rompe esa simetría. El átomo de Cloro es mucho más electronegativo que el hidrógeno, por lo que el momento dipolar del enlace C-Cl es mayor, la suma vectorial no se anula y la molécula posee un dipolo neto hacia el átomo de cloro.

Apartado d): Ecuaciones químicas

i) Base de Brønsted-Lowry: El amoníaco capta un protón (H^+) del agua. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

ii) Oxidación de SO_2 : $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$



Enunciado de la Pregunta 3A

Responda a las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto)** Nombre o formule, según corresponda, los siguientes compuestos: **i)** $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ **ii)** $\text{CH}_2=\text{CH} - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$ **iii)** But-3-enoato de metilo **iv)** N-etiletanamida
- b) (1 punto)** Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de dos compuestos no cíclicos con fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ que correspondan a: i) un ácido carboxílico, ii) un éster.
- c) (0,5 puntos)** Formule y nombre dos isómeros de posición de fórmula molecular $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.



Solución Paso a Paso de la Pregunta 3A

Apartado a): Nomenclatura

i) La cadena principal más larga tiene 10 carbonos (decano). Empezamos a numerar por la izquierda para que los sustituyentes tengan localizadores más bajos. Nombre: **3-etil-2,5,7-trimetildecano** (El etilo va antes por orden alfabético). *(Nota: la estructura suministrada por la Universidad puede generar conflicto al intentar numerar por la derecha o izquierda; la clave es que la cadena más larga contiene el etilo de la derecha como parte lineal).*

ii) Grupo prioritario: el alcohol. Empezamos a numerar por la derecha. Nombre: **hexa-3,5-dien-1-ol**.

iii) **But-3-enoato de metilo:** $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$

iv) **N-etiletanamida:** $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Apartado b): Isómeros $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

i) **Ácido carboxílico:** Ácido butanoico. Fórmula: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$. (También valdría el ácido 2-metilpropanoico).

ii) **Éster:** Propanoato de metilo. Fórmula: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_3$. (También valdría el etanoato de etilo: $\text{CH}_3-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$).

Apartado c): Isómeros de posición $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$

La fórmula encaja con alcoholes simples de 3 carbonos. Al cambiar la posición del grupo $-\text{OH}$ obtenemos:
propan-1-ol: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$. **propan-2-ol:** $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$.

Enunciado de la Pregunta 3B

El ácido crotónico polimeriza para producir materiales termoplásticos y adhesivos. Su fórmula semidesarrollada es $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COOH}$.

- a) (1 punto)** Nombre el compuesto con la nomenclatura sistemática IUPAC, y formule y nombre sus posibles isómeros geométricos, si los hubiera.
- b) (1 punto)** Utilizando el ácido del enunciado como reactivo, escriba las siguientes reacciones ajustadas, y nombre los productos: i) La neutralización con hidróxido de sodio. ii) La esterificación con etanol en medio ácido.
- c) (0,5 puntos)** Se dispone de 25 mL de una disolución 0,10 M de ácido crotónico y se valora con NaOH 0,10 M a 25 °C. Indique de qué tipo es la reacción y calcule el volumen de NaOH, en mL, necesario para llegar al punto de equivalencia.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 3B

Apartado a): Nomenclatura e isomería geométrica

Nomenclatura sistemática: El compuesto $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COOH}$ es el **ácido but-2-enoico**. Sí presenta isomería geométrica porque los dos carbonos del doble enlace están unidos a dos sustituyentes diferentes (cada uno a un hidrógeno y a otro grupo distinto: metilo o carboxílico). **Isómero cis (o Z):** ácido cis-but-2-enoico. (Los dos hidrógenos se sitúan hacia el mismo lado del doble enlace). **Isómero trans (o E):** ácido trans-but-2-enoico. (Los dos hidrógenos se disponen en lados opuestos del doble enlace).

Apartado b): Reacciones químicas

i) Neutralización: Formación de la sal sódica y agua. $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

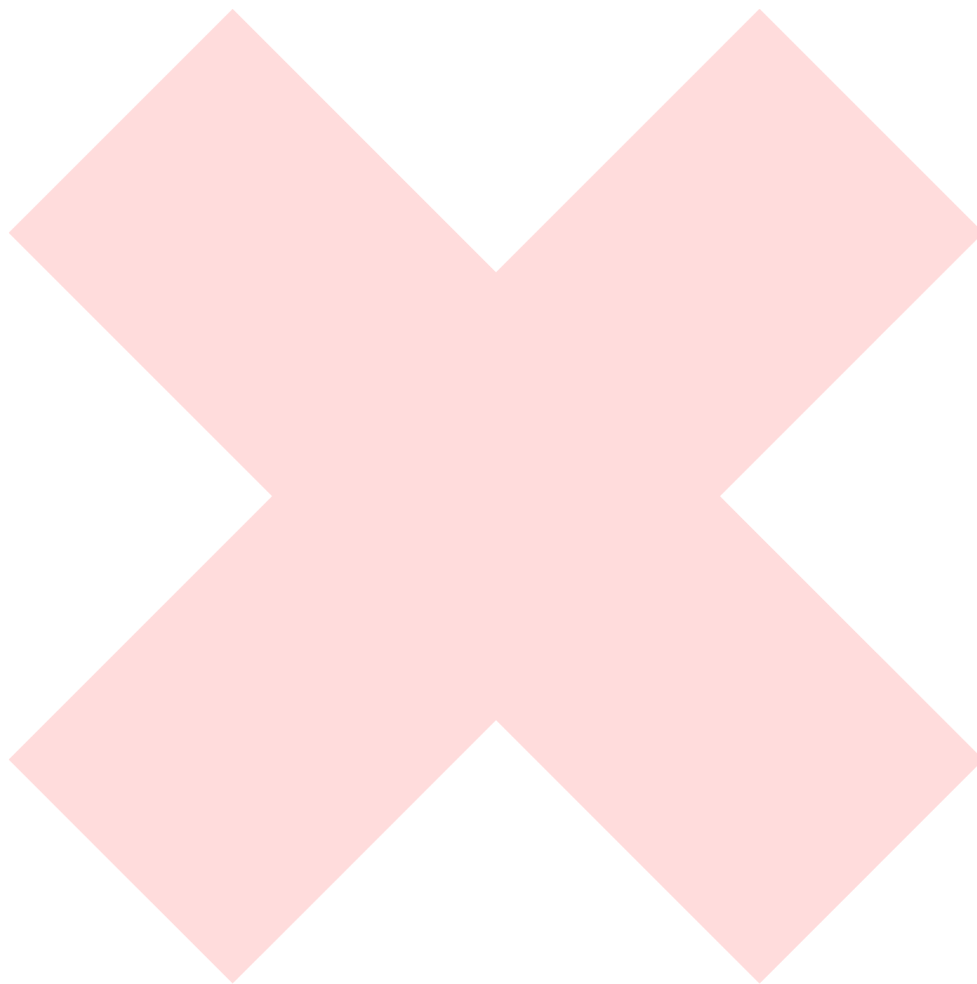
Producto orgánico: **but-2-enoato de sodio**.

ii) Esterificación: Formación del éster y agua. $\text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COOH} + \text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \text{ (en medio } \text{H}^+ \text{)} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}=\text{CH} - \text{COO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Producto orgánico: **but-2-enoato de etilo**.

Apartado c): Valoración ácido-base

Es una reacción de neutralización (ácido débil + base fuerte). En el punto de equivalencia, se igualan los moles de ácido y base: $M_a \cdot V_a = M_b \cdot V_b$ $0,10 \text{ M} \cdot 25 \text{ mL} = 0,10 \text{ M} \cdot V_b$ $V_b = 25 \text{ mL}$ de **NaOH**.



Enunciado de la Pregunta 4A

El hidróxido de magnesio es una base poco soluble en agua que se utiliza en procesos de neutralización y tratamiento de aguas residuales.

a) (0,5 puntos) Formule el equilibrio de solubilidad del hidróxido de magnesio en agua, detallando el estado de agregación de cada especie. Escriba la expresión de su constante del producto de solubilidad en función de las concentraciones de sus iones.

b) (1 punto) Calcule la solubilidad molar de una disolución saturada de hidróxido de magnesio y su pH a 25 °C.

c) (1 punto) Se mezclan 25,0 mL de la disolución saturada de hidróxido de magnesio del apartado b) con 25,0 mL de HCl 0,100 M. Calcule el pH de esta mezcla. Considere volúmenes aditivos.

Dato. A 25 °C $K_s(\text{hidróxido de magnesio}) = 1,50 \times 10^{-11}$.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 4A

Apartado a): Equilibrio de solubilidad

El hidróxido de magnesio se disocia en agua de la siguiente manera: $\text{Mg}(\text{OH})_2(s) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(ac) + 2\text{OH}^-(ac)$

Expresión del producto de solubilidad (K_s): $K_s = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$

Apartado b): Solubilidad y pH

Por la estequiometría de disociación, si la solubilidad es s : $[\text{Mg}^{2+}] = s$ $[\text{OH}^-] = 2s$

Sustituimos en la K_s : $K_s = s \cdot (2s)^2 = 4s^3$ $1,50 \times 10^{-11} = 4s^3$

$$s = \sqrt[3]{1,50 \times 10^{-11}/4} = 1,55 \times 10^{-4} \text{ M}$$

La solubilidad molar de la disolución saturada es $1,55 \times 10^{-4} \text{ M}$.

Con esto sacamos la concentración de grupos oxidrilo: $[\text{OH}^-] = 2s = 2 \cdot 1,55 \times 10^{-4} = 3,10 \times 10^{-4} \text{ M}$

$$\text{pOH} = -\log(3,10 \times 10^{-4}) = 3,51$$

$$\text{pH} = 14,0 - 3,51 = 10,5$$

Apartado c): Mezcla de neutralización

Tenemos una reacción ácido-base: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

1. Calculamos moles de base introducidos (usamos la solubilidad molar calculada como su concentración inicial): Moles base = $V \cdot M = 0,025 \text{ L} \cdot 1,55 \times 10^{-4} \text{ M} = 3,88 \times 10^{-6} \text{ mol}$.
2. Calculamos moles de ácido clorhídrico: Moles ácido = $V \cdot M = 0,025 \text{ L} \cdot 0,100 \text{ M} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

La estequiometría pide 2 moles de ácido por cada 1 de base. Para consumir los $3,88 \times 10^{-6}$ moles de base, harían falta $7,76 \times 10^{-6}$ moles de ácido. Evidentemente, tenemos muchísimo más ácido del necesario (hay un exceso brutal de HCl). Moles HCl en exceso = Moles iniciales - Moles reaccionados Exceso = $2,5 \times 10^{-3} - 7,76 \times 10^{-6} \approx 2,49 \times 10^{-3} \text{ mol}$.

Volumen total de la mezcla: $25,0 + 25,0 = 50,0 \text{ mL} = 0,050 \text{ L}$. Nueva concentración del HCl en la piscina final: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,49 \times 10^{-3} \text{ mol} / 0,050 \text{ L} = 0,0498 \text{ M}$ pH final = $-\log(0,0498) = 1,30$

Enunciado de la Pregunta 4B

En un reactor de 2,00 L a 298 K se introduce una mezcla de 0,1000 mol de NO (g) y 0,0500 mol de O₂ (g) que reacciona formando NO₂ (g).

a) (0,5 puntos) Escriba la ecuación ajustada de la reacción que tiene lugar entre NO (g) y O₂ (g) y justifique qué especie se oxida y cuál se reduce. Indique el agente oxidante y el reductor.

b) (1 punto) Calcule los moles de NO₂ formados tras completarse la reacción redox del apartado a) y compruebe si queda reactivo en exceso.

c) (1 punto) Una vez formado, el dióxido de nitrógeno establece el equilibrio de dimerización: $2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g)$. Sabiendo que con los moles de NO₂ obtenidos en el apartado b) se forman $2,000 \times 10^{-3}$ mol de N₂O₄ en el equilibrio, determine los valores de las presiones parciales de NO₂, N₂O₄ y la presión total en el equilibrio. *Dato.* $R = 0,0820 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

Solución Paso a Paso de la Pregunta 4B

Apartado a): Reacción Redox

Ecuación ajustada: $2\text{NO}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{NO}_2(g)$

El nitrógeno en el NO tiene estado de oxidación +2 y pasa a +4 en el NO₂. Su número de oxidación aumenta (pierde electrones virtuales), luego **el NO se oxida** y actúa como **agente reductor**. El oxígeno en el O₂ tiene estado de oxidación 0 (es sustancia simple) y pasa a -2 en el NO₂. Su número disminuye (gana electrones), por lo que **el O₂ se reduce** y actúa como **agente oxidante**.

Apartado b): Reactivo limitante

Moles introducidos: 0,1000 mol de NO. 0,0500 mol de O₂.

Por estequiometría, la reacción demanda 2 moles de NO por cada mol de O₂. Si quisiéramos gastar los 0,0500 mol de O₂, necesitaríamos 0,1000 mol de NO. ¡Es exactamente la cantidad que tenemos!. No sobra ninguno. Ambos reactivos se agotan a la vez. No hay reactivo en exceso, las proporciones son estequiométricamente perfectas.

Basándonos en eso, como 2 moles de NO producen 2 moles de NO₂ (relación 1:1): Moles de producto formados = 0,1000 mol **de** NO₂.

Apartado c): Equilibrio de dimerización

La reacción entra ahora en equilibrio: $2\text{NO}_2(g) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(g)$ Inicio: 0,1000 / 0 Equilibrio: 0,1000 - 2x / x

El enunciado nos confirma que en el equilibrio hay $2,000 \times 10^{-3}$ mol de N₂O₄, por lo tanto, eso equivale a nuestra "x": $x = 2,000 \times 10^{-3}$ mol.

Sacamos los moles de dióxido de nitrógeno que quedan libres: $n(\text{NO}_2) = 0,1000 - 2 \cdot (2,000 \times 10^{-3}) = 0,0960$ mol.

Ahora convertimos estos moles en presiones mediante $P = (n \cdot R \cdot T)/V$, sabiendo que el volumen es 2,00 L y T=298 K: $P(\text{N}_2\text{O}_4) = (2,000 \times 10^{-3} \cdot 0,0820 \cdot 298)/2,00 = 0,0244$ atm. $P(\text{NO}_2) = (0,0960 \cdot 0,0820 \cdot 298)/2,00 = 1,17$ atm.

Por la ley de Dalton, la presión total es la suma de las parciales: Presión Total = 0,0244 + 1,17 = 1,19 atm.