

RECOPIULATORIO DE PREGUNTAS DE EXÁMENES (2019-2023)
CINÉTICA
2019 (junio, opción A)

4. Considere la siguiente reacción química en fase gaseosa: $2 \text{NO}_2 \longrightarrow 2 \text{NO} + \text{O}_2$
cuya velocidad de reacción viene dada por la expresión: $v = k [\text{NO}_2]^2$

a) Indique cuál es el orden de reacción y las unidades de k .

Es una reacción de segundo orden (o de orden 2). Las unidades de k son $\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

b) Si en un determinado instante el O_2 se está formando a una velocidad de $0,8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, explique a qué velocidad se estará consumiendo el NO_2 , en ese mismo instante.

Al doble de velocidad, $1,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (o $-1,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$), ya que por cada mol de O_2 que se forma se consumen dos moles de NO_2 .

c) ¿Qué le ocurre a la velocidad de reacción (v) durante el transcurso de la reacción (aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta.

Disminuye con el transcurso de la reacción, porque la $[\text{NO}_2]$ disminuye.

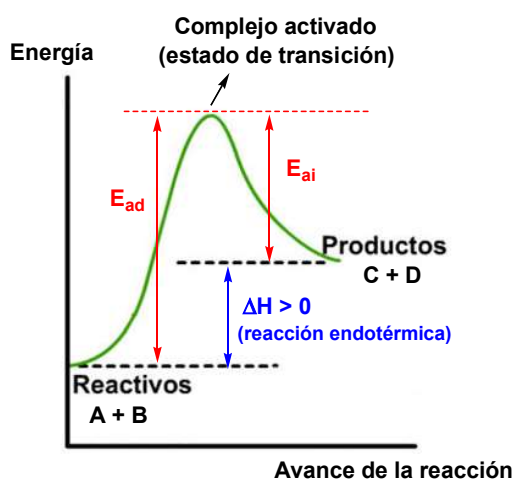
d) ¿Qué le ocurrirá a la constante de velocidad (k) si se aumenta la temperatura (k aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta.

Aumenta, según la ecuación de Arrhenius: $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$.

2019 (septiembre, opción B)

4. Considere la siguiente reacción química reversible: $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$, cuyas energías de activación para la reacción directa (E_{ad}) e inversa (E_{ai}) son: $E_{ad} = 50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $E_{ai} = 30 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) Represente la reacción en un diagrama de energía frente a avance de la reacción (diagrama entálpico o perfil de reacción), indicando la situación de reactivos, productos y complejo activado (estado de transición), las energías de activación (E_{ad} , E_{ai}) y la variación de entalpía de reacción (ΔH).



b) Calcule ΔH y diga si la reacción es endotérmica o exotérmica.

$\Delta H = E_{ad} - E_{ai} = 50 - 30 = 20 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Es una reacción endotérmica

c) ¿Qué efecto tendría la adición de un catalizador eficiente (un catalizador positivo), en la E_{ad} y en ΔH ?

Un catalizador disminuirá la E_{ad} , pero no la ΔH , porque sólo modifica el mecanismo de la reacción, pero no afecta a los estados inicial y final.

☉ **2020 (julio)** Una reacción química transcurre a través las siguientes etapas elementales:

- i) $\text{H}_2 + \text{ICl} \longrightarrow \text{HI} + \text{HCl}$ lenta
 ii) $\text{HI} + \text{ICl} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{HCl}$ rápida

a),b),c) no entran para EBAU 2024

- a) Escriba la ecuación global para la reacción. $\text{H}_2 + 2 \text{ICl} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{HCl}$
 b) ¿Cuál será la ecuación de velocidad de la reacción, el orden de reacción global y las unidades de la constante de velocidad?

$$v = k [\text{H}_2][\text{ICl}] \quad \text{Orden de reacción 2} \quad \text{Las unidades de } k \text{ son } \text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- c) Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio.

Sí, el HI es un intermedio porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda. No aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad.

- d) ¿Qué le ocurre a la velocidad de reacción (v) durante el transcurso de la reacción (aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta.

Disminuye con el transcurso de la reacción, porque disminuyen las concentraciones de los reactivos.

☉ **2020 (septiembre)**

3. Si la reacción $\text{A} + \text{B} \longrightarrow \text{C}$ es de 2º orden con respecto a A y de 1º orden con respecto a B:

- a) Escriba la ecuación de velocidad de la reacción.

$$v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$$

b) no entra para EBAU 2024

- b) ¿Es dicha reacción un proceso elemental? Justifique su respuesta. No lo es, porque entonces la ecuación de velocidad sería $v = k[\text{A}][\text{B}]$, es decir, la reacción sería de primer orden en A y en B

- c) ¿Cuáles son las unidades de la velocidad de reacción (v) y de la constante de velocidad (k)?

Las unidades de v son siempre $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Las unidades de k se obtienen despejando: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = k \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2} \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ k: $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

- d) ¿Cómo variarán la velocidad de reacción (v) y la constante de velocidad (k) si se duplica la concentración del reactivo A?

La velocidad de reacción se multiplicará por 4, pero la constante de velocidad no cambiará.

- e) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción (v) y a la constante de velocidad (k) una disminución de la T? Ambas disminuirán. (k disminuirá, según la Ec. de Arrhenius, y por tanto v disminuirá también.

☉ **2020 (mayores de 25, opción A)**

4. Considere la siguiente reacción química en fase gaseosa: $\text{H}_2 + 2 \text{ICl} \longrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{HCl}$

cuya velocidad de reacción viene dada por la expresión: $v = k [\text{H}_2] [\text{ICl}]$

- a) Indique cuál es el orden total de reacción y las unidades de k.

El orden total de reacción es 2. Las unidades de k son $\text{L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- b) Si en un determinado instante el I_2 se está formando a una velocidad de $0,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, explique a qué velocidad se estará consumiendo el ICl, en ese mismo instante.

Al doble de velocidad, $1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ (o $-1,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$), ya que por cada mol de I_2 que se forma se consumen dos moles de ICl.

- c) ¿Qué le ocurre a la velocidad de reacción (v) durante el transcurso de la reacción (aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta.

Disminuye con el transcurso de la reacción, porque las concentraciones de los reactivos disminuyen.

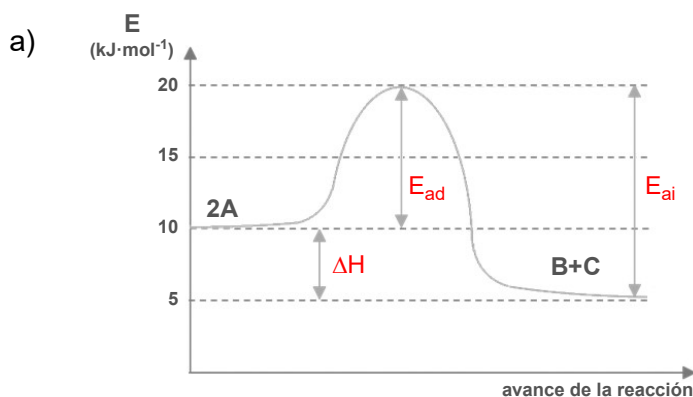
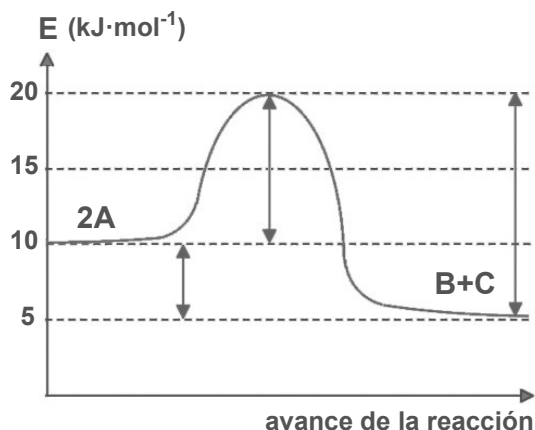
- d) ¿Qué le ocurrirá a la constante de velocidad (k) si disminuye la temperatura (k aumenta, disminuye o permanece constante)? Explique su respuesta.

Disminuirá, según la ecuación de Arrhenius: $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$.

🌀 2021 (junio)

3. El siguiente diagrama entálpico corresponde a la reacción $2A \rightleftharpoons B + C$:

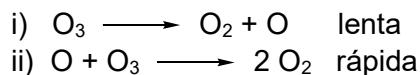
- Copie el diagrama en la hoja de respuestas e indique si las flechas corresponden a E_{ad} (E_a de la reacción directa), E_{ai} (reacción inversa) o ΔH .
- Fijándose en los valores de E , calcule (con su signo correspondiente) E_{ad} , E_{ai} y ΔH (reacción directa).
- ¿Cuál será la energía del estado de transición (complejo activado)?
- Escriba la expresión general de ΔH (reacción directa) en función de E_{ad} y E_{ai} , y compruebe que se cumple.
- Explique si la reacción directa es endotérmica o exotérmica.
- Explique si la adición de un catalizador afectaría a la velocidad de la reacción y a ΔH .



- $E_{ad} = 10 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $E_{ai} = 15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta H(\text{reacción directa}) = -5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- E (estado de transición) = $20 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $\Delta H = E_{ad} - E_{ai} = 10 - 15 = -5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- La reacción directa es exotérmica, porque la energía de los productos es menor que la de los reactivos (ΔH es negativo)
- La adición de un catalizador afectaría a la velocidad de reacción (aumentándola), pero no a ΔH , porque el catalizador no afecta a los parámetros termodinámicos (ya que no modifica el estado inicial o final de la reacción), sino sólo a los parámetros cinéticos (modifica el mecanismo de la reacción)

🌀 2021 (julio)

3. La descomposición de O_3 a O_2 transcurre a través del siguiente mecanismo, en dos etapas elementales:



a),b),c) no entran para EBAU 2024

- Escriba la ecuación global para la reacción. $2 O_3 \longrightarrow 3 O_2$
- Según el mecanismo propuesto, ¿cuál será la ecuación de velocidad de la reacción, el orden de reacción global y las unidades de la constante de velocidad?
 $v = k[O_3]$ (la correspondiente a la etapa lenta) Orden de reacción 1 Unidades de k: s^{-1}
- Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio.
Sí, el O es un intermedio porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda (No aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad)
- ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción y a la constante de velocidad un aumento de T?
Ambas aumentarán, según la Ec. de Arrhenius (k aumentará, y por tanto v también)

🌀 2021 (mayores de 25)

3. Si una reacción $2A + B \longrightarrow C$ es de primer orden con respecto al reactivo A y de segundo orden con respecto al reactivo B:

a) Escriba la ecuación de velocidad para dicha reacción. $v = k[A][B]^2$

b) ¿Cómo variará la velocidad de reacción si se duplica la concentración de B?

La velocidad de reacción se multiplicará x4, porque la reacción es de segundo orden en B.

c) Si en un determinado instante el producto C se está formando a una velocidad de $0,6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, explique a qué velocidad se estará consumiendo el producto A, en ese mismo instante.

El producto A se estará consumiendo al doble de velocidad, $1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, (o $-1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) porque por cada mol de C que se forma se consumen dos moles de A.

🌀 2022 (mayores de 25)

3. Si una reacción $A + B \longrightarrow 2C$ es de segundo orden con respecto al reactivo A y de primer orden con respecto al reactivo B:

I) Escriba la ecuación de velocidad para dicha reacción, indique el orden total de reacción y las unidades de la constante de velocidad (k).

$v = k[A]^2[B]$ La reacción es de tercer orden. Las unidades de k son: $\text{L}^2 \cdot \text{mol}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

II) Explique brevemente cómo variarán la velocidad de reacción (v) y la constante de velocidad (k):

a) Si se triplica la concentración de A.

La velocidad de reacción se multiplicará x9, porque la reacción es de segundo orden en A.

La constante de velocidad no se ve afectada por un cambio en la concentración de A

b) Durante el transcurso de la reacción.

La velocidad de reacción disminuirá durante el transcurso de la reacción, porque disminuirán las concentraciones de los reactivos

La constante de velocidad no variará durante el transcurso de la reacción.

c) Si se disminuye la temperatura.

La constante de velocidad disminuirá (según la ecuación de Arrhenius: $k = Ae^{\frac{-E}{RT}}$), y por tanto la velocidad de reacción también disminuirá

🌀 2022 (junio)

3. Sabiendo que la reacción $A + 2B \longrightarrow 2C + D$ es de primer orden en cada uno de los reactivos:

I) Escriba la ecuación de velocidad para la reacción, e indique cuál es el orden total de reacción.

$v = k[A][B]$ El orden total de reacción es 2.

II) no entra para EBAU 2024

II) Explique si esta reacción puede ocurrir en una sola etapa elemental.

No podría ocurrir en una sola etapa, pues sería de tercer orden: $v = k[A][B]^2$

(Un proceso elemental no puede ser trimolecular, es decir, que intervengan tres moléculas a la vez. En este caso, en una sola etapa tendrían que reaccionar a la vez una molécula de A y dos de B).

III) Si en un determinado instante el producto C se está formando a una velocidad de $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, ¿a qué velocidad se estará consumiendo el producto A, en ese mismo instante?

A la mitad de velocidad, $0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (o $-0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)

IV) Indique cómo variarán v y k si la concentración de A se reduce a la mitad.

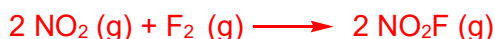
La velocidad se reducirá también a la mitad (porque la reacción es de primer orden en A).

La constante de velocidad, k, no variará.

🌀 2022 (julio)

3. Una reacción transcurre a través de dos etapas elementales: i) $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{F}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}_2\text{F}(\text{g}) + \text{F}(\text{g})$
 ii) $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{F}(\text{g}) \longrightarrow \text{NO}_2\text{F}(\text{g})$

I) Escriba la ecuación global para la reacción.



I),II),III) no entran para EBAU 2024

II) Si para la reacción global $v = k[\text{NO}_2][\text{F}_2]$, explique cuál será la etapa de reacción más lenta.

La etapa más lenta será la etapa (i) porque es la que determina la velocidad de reacción (su ecuación de velocidad coincide con la ecuación global de velocidad)

III) Explique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio.

Sí, el $\text{F}(\text{g})$ es un intermedio porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda. (No aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad)

IV) Explique cómo variarán v y k durante el transcurso de la reacción.

La velocidad v disminuye durante el transcurso de la reacción porque disminuyen las concentraciones de los reactivos

La constante de velocidad k no varía durante el transcurso de la reacción, porque sólo varía con la temperatura, o con la adición de un catalizador

🌀 2023 (junio)

a),c),d),e),f) no entran para EBAU 2024

3. Considere el siguiente mecanismo de reacción, que consta de dos etapas elementales:



a) Escriba la ecuación global para la reacción. $\text{NO}_2 + \text{CO} \longrightarrow \text{NO} + \text{CO}_2$

b) Escriba la ecuación de velocidad para la segunda etapa, e indique su orden de reacción.

$v = k[\text{NO}_3][\text{CO}]$ Es una reacción de segundo orden (al ser una etapa, un proceso elemental, la ecuación de velocidad puede escribirse a partir de la ecuación química)

c) Según el mecanismo propuesto, escriba la ecuación de velocidad para la reacción global.

$v = k[\text{NO}_2]^2$ (la ecuación de velocidad global es la correspondiente a la etapa lenta).

d) Razone cómo variará la velocidad de la reacción global si se duplica la concentración de CO .

No variará, pues la $[\text{CO}]$ no aparece en la ec. de v global (la reacción global es de orden 0 en CO)

e) Indique si alguna de las especies involucradas en la reacción es un intermedio.

Sí, el NO_3 es un intermedio (porque se forma en la primera etapa y se consume en la segunda, no aparece en la ecuación global de la reacción ni en la ecuación de velocidad).

f) Explique, basándose en la cinética propuesta para las dos etapas, si la cantidad de NO_3 presente durante el transcurso de la reacción será relativamente grande o pequeña.

Como el NO_3 se forma lentamente en la primera etapa y se consume rápidamente en la segunda etapa, la cantidad del mismo presente durante la reacción será pequeña, pues nada más formarse se consume y no le da tiempo a acumularse.

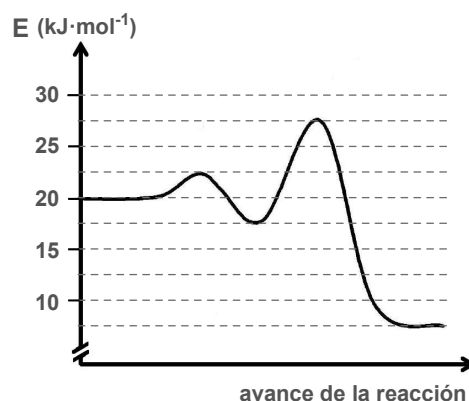
g) ¿Cómo afectará a la velocidad de reacción y a la constante de velocidad un aumento de T ?

Ambas aumentarán, según la Ecuación de Arrhenius (k aumentará y, por tanto, v también).

🌀 **2023 (julio)**

3. Observe atentamente el siguiente diagrama entálpico (perfil de reacción) y conteste a las preguntas:

- ¿En cuántas etapas ocurre la reacción representada?
- Indique el valor numérico de la E_a de cada etapa.
- ¿Cuántos estados de transición hay en esta reacción y cuál es la energía de cada uno de ellos?
- ¿Qué etapa es la determinante de la velocidad de la reacción? Explique en qué se basa su respuesta.
- Calcule el valor de ΔH para la reacción directa y explique si dicha reacción es exotérmica o endotérmica.
- Explique si la adición de un catalizador efectivo afectará a la velocidad de la reacción global y a su ΔH .



- La reacción ocurre en dos etapas
- Para la primera etapa la $E_a = 2.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ y para la segunda etapa $E_a = 10 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Hay dos estados de transición (uno para cada etapa, son estados transitorios de máxima energía). La E del primero será de $22.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ y la del segundo de $27.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
- La etapa determinante de la v de reacción será la más lenta, es decir, la que tenga una mayor energía de activación. Por tanto, se trata de la segunda etapa
- $\Delta H(\text{reacción directa}) = -12.5 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ Es exotérmica, porque la energía de los productos es menor que la de los reactivos (ΔH es negativo)
- La adición de un catalizador afectaría a la velocidad de reacción (aumentándola), pero no a ΔH (porque **el catalizador no afecta a los parámetros termodinámicos** (ya que no modifica el estado inicial o final de la reacción), **sino sólo a los parámetros cinéticos** (modifica el mecanismo de la reacción))

🌀 **2023 (mayores de 25)**

3. Si una reacción $A + 2 B + C \longrightarrow D + 2 E$ tiene como ecuación de velocidad $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]$:

I) Indique cuáles son los órdenes parciales de la reacción, el orden total y las unidades de k .

La reacción es de segundo orden en A, primer orden en B y orden 0 en C

El orden total de reacción es 3

Las unidades de k serán $\text{mol}^{-2} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

II) Explique si hay algún reactivo que se consuma más rápidamente que los otros.

El reactivo B se consume al doble de velocidad que A y C

III) Explique cómo variarán la velocidad de reacción (v) y la constante de velocidad (k) si:

a) se duplica a concentración de A.

La velocidad de reacción se multiplicará x4, porque la reacción es de segundo orden en A.

La constante de velocidad no se ve afectada por un cambio en la concentración de A

b) la concentración de C se reduce a la mitad.

La velocidad de reacción no variará, porque es de orden 0 en C.

La constante de velocidad no variará durante el transcurso de la reacción.

🌀 2024 (mayores de 25)

3. Suponga cuatro reacciones distintas que corresponden todas a una estequiometría $A + 2 B \longrightarrow C$ pero cuyas ecuaciones de velocidad son las siguientes:

Reacción 1: $v = k$; Reacción 2: $v = k[A]$; Reacción 3: $v = k[A]^2$; Reacción 4: $v = k[A][B]$

Indique si alguna, o algunas, de estas cuatro reacciones cumple con las siguientes características:

- a) Es una reacción de orden 0.

La única reacción de orden 0 sería la reacción 1 (ya que su velocidad es constante, $v = k$).

- b) Es una reacción de segundo orden.

Las reacciones 3 ($v = k[A]^2$) y 4 ($v = k[A][B]$) serían de segundo orden.

- c) Si se triplica la concentración inicial de A, la velocidad inicial también se triplica.

Las reacciones 2 y 4 (son de primer orden en A, así que en ellas se cumple que la velocidad inicial aumenta en la misma proporción que la concentración inicial de A)

- d) El producto C se forma a la mitad de velocidad que se consume el producto B.

Esta condición se cumple en las cuatro reacciones, (ya que **la relación entre las velocidades depende de la estequiometría de la reacción, y no de la ecuación de velocidad**). (Por cada 2 moles de B que se consumen siempre se forma un mol de C, así que la velocidad de formación de C es la mitad que la de desaparición de B).

- e) La velocidad de la reacción aumentará al aumentar la temperatura.

Esta condición también se cumple en las cuatro reacciones (pues la velocidad siempre aumenta con la temperatura, según la ecuación de Arrhenius)

OTROS EJERCICIOS DE CINÉTICA Y PERFILES DE REACCIÓN

🌀 Junio 2003

4. La energía de activación para la reacción $A + B \longrightarrow C + D$ es de $35 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Para la reacción inversa la energía de activación es de $50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Justifique si la reacción es exotérmica o endotérmica.

$\Delta H = E_{ad} - E_{ai} = 35 - 50 = -15 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Como $\Delta H < 0$, la reacción es exotérmica

5. Dada la reacción química $a A + b B \longrightarrow c C + d D$, presente una expresión para su ecuación de velocidad y defina los órdenes de reacción total y parcial.

La ecuación de velocidad será el producto de la constante de velocidad y las concentraciones de los reactivos elevadas a unos exponentes que hay que determinar experimentalmente, y que no tienen por qué coincidir con los coeficientes estequiométricos de la ecuación ajustada. Como son desconocidos, los llamaremos x e y:

$$v = k \cdot [A]^x \cdot [B]^y$$

El **orden total de reacción** es la suma de los exponentes a los que aparecen elevadas las concentraciones de los reactivos. En este caso, el orden total de reacción es $x+y$

El **orden parcial respecto de un reactivo** es el exponente al que aparece elevada su concentración, en este caso la reacción es de orden x en A y de orden y en B