

PROPUESTA DE UN TEST PARA DETERMINAR EL CONOCIMIENTO CONCEPTUAL DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO QUÍMICO Y SU APLICACIÓN EN ESTUDIANTES ESPAÑOLES

Manel Martínez-Grau, Joan Josep Solaz-Portolés* y Vicent Sanjosé

Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials, Universitat de València, Avda. Tarongers, 4. 46022 València, Espanya

Anexo 1. Listado de proposiciones con el contenido conceptual sobre la constante de equilibrio químico

1. La constante de equilibrio químico termodinámica de un sistema en equilibrio de gases ideales es adimensional y su valor numérico depende de la presión estándar elegida.

2. La constante de equilibrio químico termodinámica es función únicamente de la temperatura.

3. La constante de equilibrio químico termodinámica es independiente de la presión, del volumen, de la presencia de catalizadores o de gases inertes, y de las cantidades de sustancia de las especies activas en el equilibrio.

4. El valor numérico de la constante de equilibrio químico termodinámica depende de la estequiometría de la reacción.

5. La constante de equilibrio químico relativa a las presiones parciales, K_p , tiene dimensiones de presión elevada a la variación de los coeficientes estequiométricos de la reacción.

6. La constante de equilibrio químico relativa a las presiones parciales, K_p , es únicamente función de la temperatura y su valor numérico depende de la formulación estequiométrica de la ecuación química.

7. La constante de equilibrio químico relativa a las concentraciones molares, K_c , es únicamente función de la temperatura y su valor numérico depende de la formulación estequiométrica de la ecuación química.

8. La constante de equilibrio químico termodinámica en los equilibrios heterogéneos donde intervienen gases sólo contiene las presiones parciales de las especies gaseosas activas de la mezcla en equilibrio.

9. La constante de equilibrio químico relativa a las concentraciones molares, K_c , tiene dimensiones de concentración molar elevada a la variación de los coeficientes estequiométricos de la reacción.

10. Las constantes de equilibrio químico termodinámicas pueden determinarse a partir de las energías libres de Gibbs estándar de reacción $\Delta_r G^0$.

11. Las energías libres de Gibbs estándar de reacción $\Delta_r G^0$ pueden evaluarse tanto forma teórica como experimental.

12. La determinación experimental de las constantes de equilibrio químico, mediante procedimientos puramente químicos, podría hacerse a partir de las concentraciones iniciales de los reactivos y de las concentraciones de éstos y de los productos formados en el

equilibrio, que se determinarían por análisis químicos.

13. La constante de equilibrio químico relativa a las concentraciones molares, K_c , no es estrictamente constante sino que varía dentro de un cierto intervalo de aproximadamente un 10%.

14. Si una reacción química tiene un mecanismo de reacción de una sola etapa, cuando esté en equilibrio las velocidades de reacción directa e inversa serán iguales.

15. Si una reacción química tiene un mecanismo de reacción de varias etapas, cuando esté en equilibrio todas las reacciones elementales que la constituyen estarán en equilibrio y, en cada una de ellas, las velocidades de reacción directa e inversa son iguales.

16. Sólo en el caso de que una reacción química tenga un mecanismo de reacción de una sola etapa su constante de equilibrio será el cociente de las constantes de velocidades directa e inversa.

17. El agua aparece en la constante de equilibrio químico cuando es una sustancia activa de la reacción y se encuentra en fase gaseosa, y también si está en fase líquida como el resto de componentes activos del equilibrio y no actúa como disolvente.

18. El agua no aparece en la constante de equilibrio químico, a pesar de ser una sustancia activa de la reacción, si está en fase sólida, o estando en fase líquida actúa como disolvente o participa en un equilibrio de gases.

19. Si una sustancia se encuentra a una temperatura suficientemente elevada la colisión entre átomos en estado gaseoso, provenientes de dicha sustancia, provoca su ionización, esto es, la generación de iones positivos y electrones.

20. En la ionización de átomos en estado gaseoso se produce tanto el proceso de generación de iones positivos y electrones, como el inverso, la formación de átomos neutros a partir de iones positivos y electrones, llegándose a una situación de equilibrio donde ambos procesos se desarrollan a la misma velocidad.

21. Para un sistema en el que se está produciendo una ionización de átomos en estado gaseoso, a una determinada temperatura, donde existe una situación de equilibrio entre la generación de iones positivos y electrones y la formación de átomos neutros, puede definirse una constante de equilibrio químico a pesar de no ser una reacción química en sentido estricto.

Anexo 2. Test de conocimiento conceptual sobre la constante de equilibrio químico.

Nombre y apellidos..... Edad.....
 Hombre/Mujer..... Curso..... Centro.....

A continuación tenéis un listado de preguntas sobre la constante de equilibrio químico. Seleccionad una sola opción y si pensáis que ninguna de ellas es correcta, escribid vuestra respuesta en la opción "E".

- La constante de equilibrio en función de las concentraciones (K_c), ¿tiene que llevar unidades?
 - No, nunca.
 - Depende de la estequiometría de la reacción.
 - Sí, en el caso de tratarse de la constante de equilibrio termodinámica.
 - No lleva unidades sólo en el caso que la suma de los coeficientes estequiométricos de los reactivos y la suma de los coeficientes estequiométricos de los productos sean diferentes.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- La determinación de la constante de equilibrio de una reacción química puede hacerse:
 - Únicamente a través de un procedimiento experimental.
 - Únicamente mediante cálculos termodinámicos teóricos.
 - Tanto mediante un procedimiento experimental como por cálculos termodinámicos teóricos.
 - Únicamente por procedimientos cinéticos, ya que en equilibrio se igualan las velocidades de reacción directa e inversa.
 - Otra respuesta. Escríbela.
- Si en la ecuación química que representa un equilibrio químico multiplicamos por 2 todos los coeficientes estequiométricos, el valor de la constante de equilibrio:
 - No se modifica.
 - No se modifica si aparecen sólidos y líquidos puros.
 - Se modifica o no se modifica dependiendo de su estequiometría.
 - Se modifica siempre.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- Como al llegar al equilibrio químico la velocidad de reacción de formación de productos se iguala a la velocidad de formación de reactivos (se igualan la velocidad de reacción directa e inversa), por eso:
 - La constante de equilibrio es el cociente de las constantes de velocidad siempre.
 - La constante de equilibrio puede ser igual al cociente de constantes de velocidad en determinados casos.
 - La constante de equilibrio no tiene relación con las constantes de velocidad.
 - La constante de equilibrio depende de las concentraciones iniciales de reactivos y productos.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- El valor de la constante de equilibrio termodinámica para gases ideales el estado estándar de los cuales es 1 bar (o 1 atm) depende de:
 - Sólo de la temperatura.
 - De la temperatura y de la presión total.
 - De la temperatura y de la presión parcial de los gases.
 - De la temperatura y del volumen que ocupan los gases.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- Si tenemos un gas monoatómico A cerrado en un recipiente y elevamos la temperatura, llegará un momento donde tendremos el equilibrio: $A \rightleftharpoons A^+ + e^-$. Este equilibrio:
 - No tendrá una constante de equilibrio porque no es una reacción química.
 - No tendrá una constante de equilibrio porque es imposible llegar al equilibrio.
 - Tendrá una constante de equilibrio como cualquier equilibrio químico.
 - No puede tener constante de equilibrio porque aparecen electrones.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- Las constantes de equilibrio expresadas en términos de concentraciones molares (K_c) a una temperatura determinada:
 - No son verdaderamente constantes.
 - Son verdaderamente constantes.
 - No son constantes porque dependen de la presión estándar.
 - Son constantes porque no dependen de la temperatura.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- En el equilibrio: $CH_3COOH(l) + CH_3CH_2OH(l) = CH_3COOCH_2CH_3(l) + H_2O(l)$:
 - El agua no figura en la constante de equilibrio porque es un líquido puro.
 - El agua no figura en la constante de equilibrio porque es el disolvente.
 - El agua se debe incluir en la constante de equilibrio porque ni actúa de disolvente ni es un equilibrio heterogéneo.
 - El agua se debe incluir en la constante de equilibrio porque es un equilibrio donde participan sustancias orgánicas.
 - Otra respuesta. Escríbela:
- La constante de equilibrio termodinámica se puede determinar:
 - A partir de la energía libre de Gibbs de reacción ($\Delta_r G$).
 - A partir de la energía libre de Gibbs estándar de reacción ($\Delta_r G^\circ$).
 - A partir de la entalpía de reacción ($\Delta_r H$).
 - Únicamente de manera experimental a partir de velocidades de reacción o de concentraciones.
 - Otra respuesta. Escríbela:

Anexo 3. Cuestionario de evaluación del test sobre la constante de equilibrio químico para expertos**Sobre el contenido de los ítems:**

1. La información que se obtiene de cada ítem es relevante:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

2. Los conceptos tratados en cada ítem se presentan correctamente:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

Sobre la redacción de los ítems:

3. En la redacción de las preguntas se utiliza un lenguaje apropiado:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

4. Cada ítem proporciona diferentes alternativas adecuadas al tema del que trata cada cuestión:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

5. Los ítems no suelen dirigir hacia una respuesta particular
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

6. Las cuestiones presentadas en cada ítem se entienden bien y son concretas, sin posibilidad de confusión:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

7. Se utilizan preguntas de una longitud apropiada, de modo que no entorpecen su comprensión:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

Sobre la ubicación y formato de los ítems:

8. El orden de las diferentes preguntas es conveniente:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

9. El formato del cuestionario es adecuado para su cumplimentación:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

Sobre las respuestas:

10. Las respuestas que se ofrecen en cada ítem son adecuadas para discernir el grado de conocimientos sobre la constante de equilibrio químico de los estudiantes:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca

11. El número de 5 respuestas posibles en cada ítem permite extraer una información precisa de cada estudiante:
 Siempre Casi siempre Algunas veces Rara vez Nunca