

## AC 05 5

Es decir, que esta cuestión no era nada difícil, era realmente pensar un poco y aplicar directamente una fórmula y nada más, realmente. Bueno, pues entonces ya dejando este primer cuadernillo, ya podemos pasar un poco a hablar de la segunda prueba de evaluación a distancia. Del segundo cuadernillo que comprendía los capítulos del libro 6, 7 y 8, según dijimos al principio.

En estos capítulos 6, 7 y 8 del libro, ¿cuáles son las cuestiones que se abordan?, ¿qué se trata ahí? Pues vamos a ver, los capítulos 6, 7 y 8 corresponden a la segunda prueba de evaluación a distancia, y tratan sobre la energía involucrada en todo cambio químico. La energía juega un papel primordial en todos los procesos químicos, y también corresponde a esta parte de la asignatura el estudio de la espontaneidad y la velocidad de los procesos químicos, como también el estudio del equilibrio químico. Las materias y conceptos que creo que merecen subrayarse son los siguientes.

En primer lugar, considerar que es fundamental el estudio relativo a los dos principios de termodinámica, y las dos magnitudes con ellas relacionadas, que son la entalpía y la entropía. Es muy importante después, como consecuencia del conocimiento de estas dos funciones de estado, adquirir el concepto de la llamada función de Gibbs, o energía libre de Gibbs. Recordemos que la energía libre de Gibbs se fundamenta en la entalpía y la entropía.

Otro contenido que recomendamos es la relación entre la función de Gibbs y la ley de acción de las masas, que define las características del equilibrio químico. Y a continuación, y como final, podríamos indicar también que dentro de la cinética química hay que tener claro el concepto de la velocidad de reacción y los factores que influyen en ella, y en consecuencia también, pues, nociones básicas sobre la catálisis química. Bueno, pues yo creo que esto es importante, que lo recuerden los alumnos de esa segunda parte, capítulo 6, 7 y 8 del libro, recordar lo de la termodinámica, esos conceptos fundamentales de entalpía y entropía, lo de la función de Gibbs, la relación de esta función con la ley de acción de masas, y los conceptos de velocidad de reacción y los factores que influyen, y unas nociones de catálisis química.

Bueno, y podemos hacer lo mismo con el segundo cuadernillo que hicimos con el primero, o sea, dar la solución de algunas de las pruebas a ese cuadernillo, de algunos de los ejercicios propuestos. No sabemos el tiempo de que disponemos, pero como creo que ya va avanzando considerablemente, pues, vamos a dar, por ejemplo, de dos o tres cuestiones y problemas la solución. Por ejemplo, en la cuestión número 6, dice, dar las constantes de equilibrio para las siguientes reacciones y estudiar hacia donde se desplazan las mismas si se provoca un aumento de presión.

Entonces, da estas dos reacciones el texto. 4D amoníaco, o sea, 4D $\text{NH}_3$  más  $\text{SO}_2$ , anidrido sulfuroso, en equilibrio, con 6 moléculas de agua y 4D óxido nítrico, 4D $\text{NO}$ . Yo creo que diciéndolo así despacio, pues, se puede seguir.

Sobre todo si lo han hecho, pues, lo recuerdan, ¿no? No, y además que esto es tener el cuadernillo delante, porque lo que estoy diciendo hasta ahora es el enunciado y está en el cuadernillo. Y la segunda reacción que propone es  $I_2$ , yodo, más  $H_2$ , hidrógeno, en equilibrio con dos de  $IH$ , o sea, de ácido iodínico. Entonces tenemos que según la ley de acción de las masas, la constante de equilibrio de la primera reacción será  $K_{sub C}$  es igual.

El segundo miembro eran 6 moléculas de agua más 4 de óxido nítrico, por lo tanto, en el numerador está la concentración, en moles por litro se entiende, de agua,  $H_2O$  elevado a 6, y multiplicado por la concentración del  $NO$  elevado a 4. Y en el denominador está la concentración del amoníaco elevado a 4 multiplicado por la concentración del  $SO_2$ . Entonces, en el caso de esta reacción, lo que nos pide el enunciado habría que razonar de la forma siguiente. Según el principio de Le Chatelier, se desplazará de derecha a izquierda, es decir, desde el miembro que dice 6 moléculas de agua y 4 de óxido nítrico a 4 de amoníaco más  $SO_2$ .

¿Por qué? Porque esto supone una disminución de presión, al haber una reducción de moléculas. Y hay una disminución de presión porque hay una reducción de moléculas por el razonamiento siguiente. Todos los moles tienen el mismo número de moléculas.

Entonces tenemos en el miembro este de la derecha 6 moles de agua y 4 moles de óxido nítrico. En cambio, en el de la izquierda tenemos 4 moles de amoníaco y 1 de  $SO_2$ . Por lo tanto, se desplazará de donde hay 10 a donde hay 5, es decir, de derecha a izquierda.

Y en el otro caso es  $I_2$  más  $H_2$ , o sea, un mol de yodo más un mol de hidrógeno da 2 moles de ácido iodídico. En este caso es razonar de la misma forma, pero como hay igual número de moles en los dos miembros, habrá también el mismo número de moléculas y, por lo tanto, la presión en este caso no influye. Claro, está como en equilibrio.

Bueno, ¿y alguna otra prueba más, vamos, algún ejercicio más de este segundo cuadernillo? Vamos a hablar, por ejemplo, de este problema. El problema número 1, que dice, es un problema sencillo, pero algunos no lo han sabido enfocar bien. Determinar la entalpía de formación del ácido acético a partir de las ecuaciones termoquímicas siguientes.

Vamos a ver si lo digo de una forma que se pueda seguir. Carbono sólido más oxígeno gaseoso da anidrido carbónico gas. Esta es la primera, que tiene una variación de entalpía de menos 94,1 kilocalorías por mol.

La segunda es hidrógeno gas más un medio de  $O_2$ , de oxígeno gas, da una molécula de agua, líquido, con una variación de entalpía de menos 68,3 kilocalorías por mol. Y la tercera es ácido acético,  $CH_3COH$ , líquido, más dos de  $O_2$ , gas, da dos de anidrido carbónico,  $CO_2$ , gas, más dos de agua, líquido, con una variación de entalpía de menos 208 kilocalorías por mol. Vamos a ver si puedo resumir el conjunto de las operaciones que hay que hacer.

Tenemos tres ecuaciones. Con las ecuaciones termoquímicas se trabaja lo mismo que si fuesen ecuaciones de tipo matemático. Entonces, si nosotros ponemos en sentido inverso la tercera,

ya nos aparece en el segundo miembro el ácido acético.

Entonces tendremos que poner, vamos a poner las dos primeras como están y la tercera la ponemos invertida. Es decir, en el primer miembro estarán dos de anhídrido carbónico más dos de agua, dan una molécula de ácido acético, más dos de  $O_2$ . Entonces, si teniendo las ecuaciones ordenadas de esta manera, multiplicamos la primera y la segunda por dos, y la tercera la dejamos como está, y ahora sumamos miembro a miembro las tres ecuaciones, como resultado final nos daría dos de carbono sólido más dos de hidrógeno gas más  $O_2$  gas da ácido acético líquido.

Es decir, tenemos la reacción de formación del ácido acético. Entonces, como la primera la hemos multiplicado por dos, y lo mismo que la segunda, en estas dos las variaciones de entalpías serán las que vienen en el enunciado multiplicado por dos. Es decir, menos 188,2 y menos 136,6 kilocalorías por mol.

Y la última, como hemos invertido el sentido de la reacción, en vez de ser una entalpía negativa, será una entalpía positiva, es decir, será más 208 kilocalorías por mol. Si sumamos ahora el conjunto de estos tres números, nos sale menos 116,8 kilocalorías por mol, que efectivamente es la entalpía de formación del ácido acético. Muy bien.

Bueno, y ya no comentamos más del segundo cuadernillo. Entonces, orientando con respecto a lo que ahora queda pendiente, desde estos momentos, el resto del curso, es decir, lo que ya correspondería a la tercera prueba de evaluación a distancia, que son los capítulos 9, 10 y 11. Bueno, pues en estos tres capítulos están dedicados al estudio de tres tipos de reacciones químicas.

Las reacciones químicas ácido-base, las reacciones redox, es decir, de oxidación-reducción, y las reacciones de precipitación. Y vamos a citar, como hemos hecho anteriormente también, las materias y conceptos que creemos que merecen subrayarse. En reacciones de ácido-base conviene distinguir perfectamente las tres teorías que hay para explicar estas reacciones, que son la teoría de Arrhenius, la teoría de Bernstein y Lowry y la teoría de Lewis.

Después también conocer el concepto y manejarlo con soltura de la autoionización del agua y la escala de pH. Otro contenido que conviene manejarlo y... O sea, teorías de Arrhenius, Bernstein y Lowry y teoría de Lewis, autoionización del agua y escala de pH. Estos conceptos son importantes en la tercera prueba de evaluación.

¿Qué más? Pues otra cosa también, los procesos de hidrólisis de los distintos tipos de sales. Es decir, sales de ácido fuerte y base fuerte, de ácido fuerte y base débil, de base fuerte y ácido débil y de ácido débil y de base débil. Luego, todo lo relacionado con volumetrías ácido-base.

Después, los fundamentos de las reacciones redox, de las reacciones de oxidación-reducción. Otro punto importante, este es muy importante, el saber manejar la escala de potenciales normales de reducción. Porque esta escala de potenciales normales de reducción es la guía

para saber el sentido de las reacciones redox.

Es decir, el saber cómo funcionan, en qué sentido se desarrollan las reacciones de oxidación-reducción. Luego conviene manejar esta teoría de que estamos hablando de la escala de potenciales normales de reducción con la descripción de algunas valoraciones redox. Y finalmente, en las reacciones de precipitación, pues tener el concepto claro de lo que es el producto de solubilidad, el efecto del ion común y el efecto de la formación de iones complejos.

Bueno, pues yo creo que con esto orientamos bastante bien con respecto a esa tercera parte del curso, tercer cuadernillo. Y podríamos adelantar la solución de algunas de las pruebas de ese tercer cuadernillo. Pues sí, igual que hemos hecho en los otros cuadernillos, vamos a coger alguna de las pruebas del cuadernillo correspondiente a estos contenidos que hemos estado diciendo.

Es decir, el cuadernillo número 3. Por ejemplo, vamos a coger este. En una volumetría, es la cuestión número 2. En una volumetría ácido-base, el punto de equivalencia coincide, bueno, es pregunta. En una volumetría ácido-base, el punto de equivalencia coincide con el pH igual a 7. Si, no, ¿por qué? Entonces la respuesta es, coincide el punto de equivalencia con pH igual a 7 si se valora un ácido fuerte con una base fuerte o viceversa.

Esto sucede porque las sales que se forman, que son de ácido fuerte y base fuerte, no se hidrolizan. Se hallan completamente disociadas en sus iones, pero estos no reaccionan con el agua. La disolución, por tanto, contiene la misma cantidad de iones  $H_3O^+$ , iones hidrolóneo, que iones hidrosilo, iones  $OH^-$ , siendo, por tanto, neutra.

Si se valora un ácido débil con una base fuerte o viceversa, en el punto de equivalencia se forma una sal de ácido débil y base fuerte, y el pH final es superior a 7, debido a que la hidrólisis de este tipo de sales da lugar a disoluciones de carácter básico, dado que el anión reacciona con el agua dando iones hidroxilo. O sea que en este caso ya vemos que el pH no es 7, sino básico. Y luego, si se valora una base débil con un ácido fuerte o viceversa, en el punto de equivalencia se forma una sal de ácido fuerte y base débil, y entonces el pH final es inferior a 7, debido a que la hidrólisis de este tipo de sales da lugar a disoluciones de carácter ácido, dado que el catión reacciona con el agua dando iones hidróxilo,  $H_3O^+$  con una carga positiva.

Esa sería la contestación. ¿Y hay alguna cuestión más de este cuadernillo? Algunos alumnos seguramente todavía no lo han entregado, así que pueden estar aprovechando tus explicaciones ya para hacerlo de manera correcta, a ver si es verdad. Pues es posible, es posible.

Bueno, pues nada, pues les damos la enhorabuena por esa ventajilla. Bueno, vamos a ver, la cuestión número 6. La cuestión número 6 dice, ¿en qué dirección irá la reacción si se construyen pilas con los siguientes pares redox? A, B y C. La A dice,  $I_2$  barra yodo con una carga negativa, o sea, el par  $RE_2$  yodo yon yodo. Y MG, o sea, magnesio con dos cargas positivas, el barra magnesio, es decir, el par  $RE_2$  yon magnesio con magnesio metal.

La B es hierro 3 y hierro 2, en combinación con  $\text{MnO}_4^-$  pero manganato con una carga negativa y manganeso con dos cargas positivas. La C es yon plata con plata y el otro par es  $\text{Br}_2$  bromo y yon bromo. Supongo que me habrán seguido, a pesar de que si tienen sobre todo el texto delante lo pueden seguir perfectamente.

Esta cuestión es precisamente una aplicación de la escalada de potenciales normales de reducción que he dicho antes que es muy importante saberla manejar. Entonces vamos a ver, el primer caso es, tenemos el par  $\text{RE}_2$  yodo yon yodo y el otro par es yon magnesio con magnesio metal. Entonces en la escala de potenciales de reducción vemos que el primer par, el de yodo con yon yodo, tiene un potencial de 0,536V.

Y el del magnesio, yon magnesio con magnesio, tiene un potencial de menos 2,37V. Por lo tanto, vemos que el primero es mayor que el segundo. Es decir, esto supone que el yodo, el yodo oxida, el par del yodo, del yodo con el yon yodo, oxida al que está por encima de él, o sea, al que tiene un valor menor.

Y por lo tanto la relación tiene que ser que el yodo más magnesio da dos yones yodo más un yon magnesio. Es decir, vamos a ver si lo explico correctamente. El yodo tiene que actuar como oxidante, entonces al actuar como oxidante pasa, se tiene que reducir y pasa a yon yodo.

Y en cambio el magnesio se tiene que oxidar y por lo tanto pasa de magnesio a yon magnesio. Es decir, la pila que se formaría funcionaría con la relación esta.  $\text{I}_2$  más MG da dos yones yodo más un yon magnesio.

Bueno, pues yo creo que si no hay alguna otra pregunta. Bueno, esta es la A, es que luego viene la B y luego viene la C. Pero bueno, yo creo, es que claro, si no se va a alargar mucho. Yo creo que puede servirles esa como ejemplo.

En definitiva siempre es lo mismo. Hay que considerar los potenciales que figuran en la escala de potenciales normales de reducción. Y entonces siempre considerar que los que tienen valores más altos son los que actúan como oxidante frente a los que tienen valores más bajos.

Bueno, aprovechando que tenemos en estos días programas especiales por celebrarse los exámenes de los alumnos de facultades. Pues hemos hecho una pequeña concesión a la asignatura de química en el día de hoy. Y nos hemos extendido más de lo normal, hemos empezado un poco antes de lo normal.

Pero confiamos en que todo esto haya servido para los alumnos. Les hemos hablado del texto, de las pruebas de evaluación y hemos comentado pormenorizadamente. Salvo que tú, Jesús, quieres decir algo más de ese cuadernillo.

Les hemos comentado pormenorizadamente el contenido fundamental de los conceptos que hay que conocer. O de los conceptos importantes que se corresponden con los cuadernillos 1, 2 y 3 en el libro. Si tienes algo más que comentar, pues si no vamos ya a finalizar.

Bueno, pues voy a decir también otro problema de este cuadernillo. Porque no hay más tiempo, ¿no? Se nos termina. Bueno, pues entonces vamos a decir el problema número 1. El problema número 1 dice, hallar el pH de una disolución de ácido clorhídrico  $10^{-8}$  molar.

Bien, en este problema hay que considerar que en el pH de esta disolución, en general, tenemos que pensar que puede influir la concentración de ion hidróneo procedente del ácido clorhídrico y la aportada por el agua. El agua sabemos que tiene, o debemos saber, que tiene un producto iónico que es  $10^{-14}$  y por lo tanto como la concentración de iones  $\text{OH}^-$  y iones hidróneos es la misma, corresponde a cada uno  $10^{-7}$ . Entonces cuando la concentración de un ácido, como es este caso, tiene un valor alto, entonces no hace falta considerar la aportación de hidróneo por parte del agua, sino simplemente calcular el pH que corresponde por la concentración de hidróneo procedente del ácido. Pero cuando es un valor bajo, como ocurre en este caso, hay que tener en cuenta las dos concentraciones, la del hidróneo procedente del ácido más la del hidróneo procedente del agua.

La norma es, en el texto viene, que el límite para considerar una solución u otra es la potencia de  $10^{-6}$ . Es decir, cuando son concentraciones de hidróneo superiores a  $10^{-6}$  entonces se considera nada más que el hidróneo procedente del ácido. Pero cuando es inferior a  $10^{-6}$ , como es este caso, que es  $10^{-8}$ , se consideran las dos, la del hidróneo procedente del ácido más la del hidróneo procedente del agua. Es decir, en este caso diríamos, concentración de hidróneo  $\text{H}_3\text{O}^+$  con una carga positiva procedente del ácido clorhídrico  $10^{-8}$  y la aportada por el agua, según hemos dicho antes, teniendo en cuenta el producto iónico del agua, sería  $10^{-7}$ . Por lo tanto hay que sumar  $10^{-8}$  más  $10^{-7}$ . Haciendo operaciones sale  $10^{-7}$  por 1,1.

Ahora el pH es menos el logaritmo de la concentración del hidróneo, de los iones hidróneo. Por lo tanto sería menos el logaritmo, menos, vamos a ver, menos, en un corchete, logaritmo de  $10^{-7}$  más logaritmo de 1,1. No sé, perdón un momentito.

Hemos dicho que era  $10^{-8}$  y  $10^{-7}$  y había que sumarlas. Y he dicho que haciendo operaciones, me parece que lo he dicho, pero si no lo repito. Haciendo la suma de  $10^{-8}$  más  $10^{-7}$  resulta, haciendo operaciones, que esta suma es  $10^{-7}$  por  $10^{-1}$ . Entonces hay que hallar el logaritmo de este producto, pero con signo menos.

Y haciendo operaciones sale 6,96. Bueno, si desde luego ha habido alumnos que no han hecho estos problemas del tercer cuadernillo, ya, si nos han prestado un poquito de atención, creo que ya sabrán cómo hacerlos. Y como estaba diciendo antes, nos hemos pasado un poco del tiempo habitual aprovechando que tenemos programas especiales en esta semana y que podemos contar con más tiempo del que es común todos los días, pero que esperamos que ello haya sido en beneficio de los alumnos de química.

Hemos hablado del texto, hemos hablado de las pruebas de evaluación, hemos comentado las

tres primeras pruebas de evaluación, hemos comentado también conceptos fundamentales que hay que retener, que hay que dominar, que hay que conocer en los capítulos del libro que corresponden a estas tres primeras pruebas de evaluación. Y nada más, gracias Jesús por haber estado aquí como en otras ocasiones y hasta otra ocasión. Mañana de 9 a 10 de la noche hablaremos de Ortega y seguirá un tema sobre el Renacimiento y Garcilaso de la Vega.

El viernes de 9 a 10 sobre España y la OTAN siguiendo un tema de Introducción al Derecho. Y este sábado a las 9 de la mañana una charla sobre la Edad Media. Nada más, gracias por vuestra atención y hasta mañana.

Llegamos al final. Esperamos que todo lo dicho hoy haya resultado de su interés y volveremos mañana a las 8 de la noche con nuevas cuestiones. Terminó el tiempo de la UNED.

Hasta mañana.