

La energía libre de Gibbs

En la naturaleza, existen reacciones químicas que son espontáneas (que suceden por sí solas) y otras que no lo son. Para saber dentro de qué tipo entra una reacción determinada, se recurre a la fórmula de la energía libre de Gibbs:

$$\Delta G_0 = \Delta H - T\Delta S$$

Vamos a explicar esta fórmula con detalle, porque es importante.

ΔG_0 es la variación de la energía libre de Gibbs. Como ya hemos dicho, es un parámetro que sirve para calcular el grado de espontaneidad de una reacción. Se mide en julios, como energía que es.

ΔH es la variación de entalpía de la reacción. La entalpía, recordemos, era la cantidad de energía desprendida o absorbida por la reacción. Si ΔH es negativa, la reacción es exotérmica (el sistema ha perdido energía porque la ha desprendido), y si es positiva, endotérmica (el sistema ha ganado energía, absorbiéndola del medio). En principio, todos los sistemas tienden a tener el menor estado posible de energía, por lo que es más fácil que las reacciones exotérmicas sean las espontáneas. Pero como hay más factores en juego, lo dejamos de momento aquí. La entalpía también se mide en julios.

T es la temperatura a la que sucede la reacción, medida en grados Kelvin.

ΔS es la variación de entropía. Recuerda que la entropía es el grado de desorden de un sistema (a mayor entropía mayor desorden). Por lo tanto, si ΔS es positivo, quiere decir que el sistema ha ganado desorden (sus moléculas están más dispersas). En teoría, las reacciones que ganen desorden serán espontáneas, pero la energía que intervenga desde fuera del sistema puede cambiar esto.

La idea clave es que una reacción será espontánea si ΔG_0 es negativo, y no lo será si ΔG_0 es positivo. Así que lo que tenemos que hacer es estudiar los distintos casos posibles según el signo de cada término. Ten en cuenta que T siempre es positiva: estamos midiendo en grados Kelvin, y no existen “Kelvin bajo cero” (cero grados Kelvin es la temperatura teórica más baja posible en el universo).

Cajón de Ciencias

ΔH es negativo y ΔS es positivo

Lo que traducido a letra significa “reacción exotérmica y aumento de entropía en el sistema”. Si ΔH es menor que cero y ΔS es positivo, tanto el primer término como el segundo salen negativos, y por lo tanto ΔG_0 será siempre también menor que cero (reacción espontánea). Si te paras a pensar, es lógico que un sistema que tienda a perder energía y ganar desorden sea siempre espontáneo.

ΔH es positivo y ΔS es negativo

Es decir, “reacción endotérmica y descenso de entropía”. Como te puedes imaginar, una reacción que necesite absorber energía y encima la use para ordenar sus moléculas, tiene todas las papeletas para no ser espontánea. Y en efecto, fíjate que el primer término sale positivo, y el segundo, al tener ya un signo menos delante, se convierte también en positivo. Y como $\Delta G_0 > 0$ la reacción nunca será espontánea.

ΔH es negativo y ΔS es negativo

“Reacción exotérmica y descenso de entropía”. Ahora tenemos un caso más complicado. El primer término sale negativo, y el segundo, positivo. La pregunta es ¿es más grande el término positivo que el negativo o al revés?

- Si, en valor absoluto $\Delta H > T\Delta S$, el término negativo es más grande, el resultado final es negativo y por lo tanto la reacción es espontánea.
- Si, en valor absoluto $\Delta H < T\Delta S$ el término positivo es más grande, el resultado final es positivo y por lo tanto la reacción no es espontánea.

ΔH es positivo y ΔS es positivo

“Reacción endotérmica y aumento de entropía”. El caso se parece al anterior. Ahora el primer término sale positivo (lo que tiende a hacer la reacción no espontánea) y el segundo, negativo (lo que empuja la reacción hacia ser espontánea).

- Si, en valor absoluto $\Delta H > T\Delta S$, el término positivo es más grande, el resultado final es positivo y por lo tanto la reacción no es espontánea.
- Si, en valor absoluto $\Delta H < T\Delta S$ el término negativo es más grande, el resultado final es negativo y por lo tanto la reacción es espontánea.

UN CONSEJO: ¡No te memorices todo esto! A no ser que tengas una memoria de genio, acabarás hecho un lío con tanto signo más-menos-positivo-negativo-espontánea-no espontánea, y aunque te lo aprendas, habrás gastado mucho esfuerzo a lo tonto. Es más fácil comprender cómo funcionan los signos y deducir después si el proceso es espontáneo o no.