

## SESIÓN 11

### TERMODINÁMICA II

#### I. CONTENIDOS:

1. La segunda ley de la termodinámica.
2. Entropía.
3. Energía libre de Gibbs.
4. Procesos espontáneos.

#### II. OBJETIVOS:

Al término de la Sesión, el alumno:

- Comprenderá el concepto de entropía.
- Analizará los parámetros establecidos en la energía libre de Gibbs.
- Realizará cálculos de reacciones químicas.
- Determinará cuando hay trabajo útil en un sistema termodinámico.
- Analizará cuando existe el equilibrio en una reacción química.

#### III. PROBLEMATIZACIÓN:

*Comenta las preguntas con tu Asesor y selecciona las ideas más significativas.*

- ¿Cuánta energía se aprovecha en la combustión de gasolina de un automóvil?
- ¿Por qué una persona ordenada carece de entropía?
- ¿Cómo se mide el rendimiento de una máquina térmica?
- ¿Qué es un proceso espontáneo?

#### IV. TEXTO INFORMATIVO-FORMATIVO:

##### **1.1. La segunda ley de la termodinámica.**

Establece que en todo proceso reversible,  $\Delta S_{\text{universo}} = 0$ , y que  $\Delta S_{\text{universo}} > 0$  en todo proceso irreversible.

El cambio de entropía del universo ( $\Delta S_{\text{universo}}$ ), es el resultado de la suma del cambio de entropía del sistema ( $\Delta S_{\text{sistema}}$ ) y del cambio de entropía del entorno ( $\Delta S_{\text{entorno}}$ ):

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{entorno}}$$

Esta ley menciona el cambio de entropía de un sistema aislado, es decir, que no intercambia energía ni materia con su entorno, por lo que  $\Delta S_{\text{entorno}} = 0$ , entonces:

- Para todo proceso reversible en un sistema aislado:  $\Delta S_{\text{sistema}} = 0$
- Para todo proceso irreversible en un sistema aislado:  $\Delta S_{\text{sistema}} > 0$

##### **2.1. Entropía**

Magnitud termodinámica que expresa el desorden de un sistema, S. cuanto mas desordenado es un sistema, más grande es su entropía. El cambio de entropía de un sistema se define:

$$\Delta S = S_{\text{final}} - S_{\text{inicial}}$$

Si  $\Delta S$  es mayor que cero el desorden del sistema aumenta.

Si  $\Delta S$  es menor que cero el desorden del sistema disminuye.

##### **3.1. Energía libre de Gibbs**

Establece si una reacción que se lleva a cabo a presión y temperatura constantes será espontánea usando  $\Delta S$  y  $\Delta H$ .

La energía libre de Gibbs se define a continuación:

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

Donde:

$\Delta G$  = cambio de energía libre del sistema

$\Delta H$  = cambio de entalpía

$\Delta S$  = cambio de entropía

T = temperatura absoluta

Si la temperatura y la presión son constantes, entonces:

- Si  $\Delta G$  es negativo, la reacción es espontánea en sentido directo
- Si  $\Delta G$  es positivo, la reacción estará en equilibrio
- Si  $\Delta G$  es positivo, la reacción no es espontánea en sentido directo, por lo tanto la reacción inversa será espontánea.

#### 4.1. Procesos espontáneos

Un proceso espontáneo son aquellos que liberan una gran cantidad de energía y no son reversibles. Por ejemplo la combustión de un papel.

Ejemplo:

¿Cuál es la energía libre de Gibbs de un sistema que tiene una entalpía de 25 000 calorías y 12 cal/°K de entropía cuando la temperatura es de 340 °K?

Solución.

Datos	Fórmula	Sustitución
$\Delta G$	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	$\Delta G = 25\,000 \text{ cal} - (340^\circ\text{K})(12 \text{ cal/}^\circ\text{K})$
$\Delta T = 340 \text{ }^\circ\text{K}$		$\Delta G = \mathbf{20920 \text{ cal}}$
$\Delta H = 25\,000$		
$\Delta S = 12 \text{ cal/}^\circ\text{K}$		