

**UC** | Chile

# Termodinámica (FIS1523)

## Introducción

**Felipe Isaule**  
felipe.isaule@uc.cl

Miércoles 5 de Marzo de 2025

# Clase 1: Introducción

- Introducción del curso.
- ¿Qué es la Termodinámica?
- Conceptos básicos

- Bibliografía recomendada:
  - Cengel (1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5).

# Clase 1: Introducción

- **Introducción del curso.**
- ¿Qué es la Termodinámica?
- Conceptos básicos

# ¿Qué es Termodinámica (FIS1523)?

En este curso el estudiante aprende cómo utilizar la **primera y segunda ley** de la **termodinámica** para calcular el **trabajo**, el **calor** y la **eficacia** de diversos **sistemas de la ingeniería**: motores de combustión interna, refrigeradores, centrales eléctricas, etc.

# Objetivos del curso

- Definir el concepto de **temperatura** y temperatura absoluta.
- Explicar el **equilibrio térmico** y el **principio de expansión térmica**.
- Aplicar las **ecuaciones de estado** de gases reales.
- Explicar la **primera ley de la termodinámica** y aplicar la ley a ejemplos con **gases ideales**.
- Describir el concepto de **entropía** y de la dirección de los procesos.
- Calcular la entropía, potencial termodinámico y eficiencia en distintos **ciclos ideales y reales**.
- Calcular varias **cantidades termodinámicas** como promedios de propiedades mecánicas de sistemas de gran número de partículas.

# Contenidos del curso

## 1. Introducción y Ley cero

Motivación. Definiciones básicas. Temperatura. Ley Cero y equilibrio térmico. Procesos termodinámicos.

## 2. 1<sup>ra</sup> Ley

Formulación general de la 1ra Ley. Cambios de estado. Gases ideales. Diagramas de fase. Ecuaciones de estado.

## 3. 2<sup>da</sup> Ley

Postulados de la 2da Ley y direccionalidad de los procesos. Ciclo de Carnot. Entropía. Aplicaciones de la 2da Ley.

## 4. Aplicaciones a la Ingeniería

Conversión de calor en trabajo. Motores. Refrigeración.

# Bibliografía

- **Cengel Y. A. & Boles M., “*Thermodynamics: an engineering approach*”, McGraw Hill Higher Education, (2006). Séptima Edición.**
- Sandler S. I., “*Chemical, Biochemical, and Engineering Thermodynamics*”, 4th Edition. Wiley Higher Education, (2006).
- D. Halliday & R. Resnick, “*Fundamental of Physics*”, Wiley Higher Education, (2015).
- Wikipedia\* (de preferencia en inglés).

# Metodología para el aprendizaje

- **Clases expositivas.**

Lunes y Miércoles 08:20 - 09:30.

- **Ayudantías de ejercicios.**

Viernes 08:20 - 09:30.

# Evaluaciones

- **2 interrogaciones. 60%** de la nota.
- Lunes 07/04 (17:30). Lunes 19/05 (17:30).
- **Exámen. 40%** de la nota.  
Lunes 30/06 (08:20).

- × Se evalúan contenidos hasta la **semana anterior** a la evaluación.
- × El exámen evalúa contenidos de **todo el semestre**.

# Calendario

Semana	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
3-9/3	Cátedra		Cátedra.		
10-16/3	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
17-23/3	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
24-30/3	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
31/3-6/4	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
7-13/4	Cátedra. Interrogación 1.		Cátedra		Ayudantía
14-20/4	Cátedra.		Cátedra.		Feriado.
21-27/4	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
28/4-4/5	Receso				
5-11/5	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
12-18/5	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
19-25/5	Cátedra. Interrogación 2.		Feriado.		Ayudantía
26/5-1/6	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
2-8/6	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
9-15/6	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía
16-22/6	Cátedra.		Cátedra.		Feriado.
23-29/6	Cátedra.		Cátedra.		Ayudantía

# Equipo docente

- **Profesor de cátedra:**

Felipe Isaule (felipe.isaule@uc.cl)

- **Ayudante de cátedra:**

Matias Volante (matias.volante@uc.cl)

# Importante

- **Leer** reglas generales del curso en Canvas.
- Consultas las pueden realizar vía **e-mail** a [felipe.isaule@uc.cl](mailto:felipe.isaule@uc.cl) o vía **Canvas** y se contestarán en horario de oficina ( Lunes a Viernes 9:00 – 18:00 ).

# Clase 1: Introducción

- Introducción del curso.
- **¿Qué es la Termodinámica?**
- Conceptos básicos

# ¿Qué es la termodinámica?

- La **termodinámica** es una rama de la física que estudia cantidades **macroscópicas** de sistemas físicos, como lo son la **temperatura**, la **energía**, la **presión**, entre otras.



- El comportamiento de estas cantidades se encuentra dictado por las cuatro **Leyes de la Termodinámica**.

# Leyes de la Termodinámica

- **Ley Cero:**

Equilibrio térmico y **definición de temperatura.**

- **1<sup>ra</sup> Ley:**

Definición de energía interna y **conservación de la energía:**

- **2<sup>da</sup> Ley:**

**Direccionalidad** de los procesos físicos y aumento de la entropía.

- **3<sup>ra</sup> Ley:**

Definición del **cero absoluto.**

# ¿Qué es la termodinámica?

- Históricamente, la termodinámica se desarrolló principalmente durante el **siglo XIX** para mejorar la eficiencia de las **máquinas de vapor**.



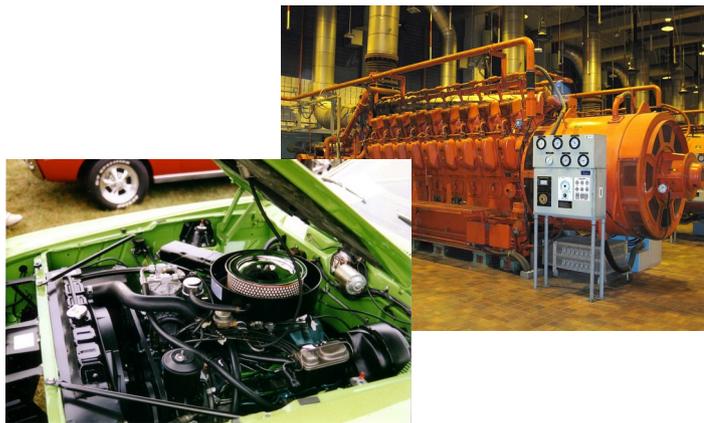
- Sadi Carnot (1796-1832): **Ciclo de Carnot** y eficiencia máxima de motores térmicos. “Padre de la Termodinámica”.
- Lord Kelvin (1824-1907), Rudolf Clausius (1822-1888), William Rankine (1820-1872): 1<sup>ra</sup> y 2<sup>da</sup> Ley de la Termodinámica.

# ¿Qué es la termodinámica?

- Sin embargo, desarrollos importantes se lograron con anterioridad:
  - Robert Boyle (1627-1691): **Ley de Boyle**, la que relaciona la presión y el volumen de un gas ideal.
  - Jacques Charles (1746-1823): **Ley de Charles**, la que relación la temperatura y el volumen de un gas ideal.
- Si bien en la actualidad las máquinas de vapor han perdido cierta relevancia (no vivimos en una realidad steampunk), **la Termodinámica sigue siendo fundamental en la ingeniería.**



Aire acondicionado



Motores de combustión



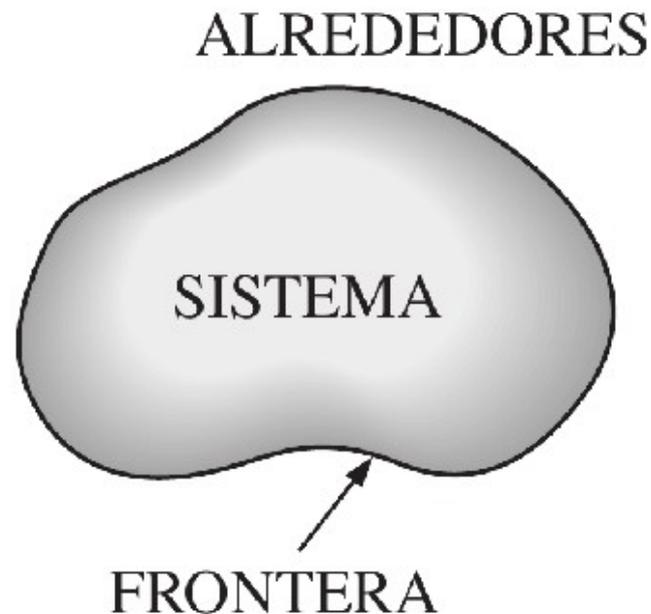
Generación de energía

# Clase 1: Introducción

- Introducción del curso.
- ¿Qué es la Termodinámica?
- **Conceptos básicos**

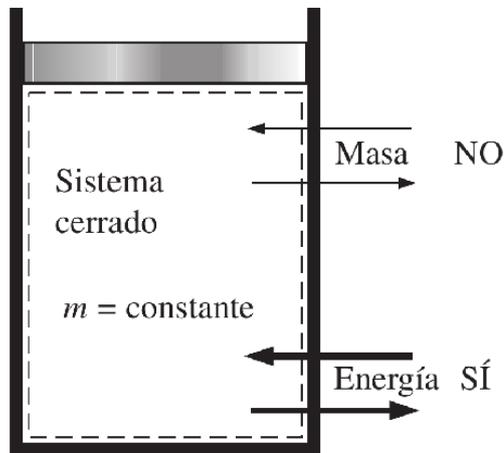
# Sistema termodinámico

- Un **sistema** corresponde a la **cantidad de materia o región del espacio** en estudio.
- La materia o región fuera del sistema se llama **alrededores**.
- La separación entre el sistema y sus alrededores se llama **frontera**, la que puede ser **fija o móvil**.

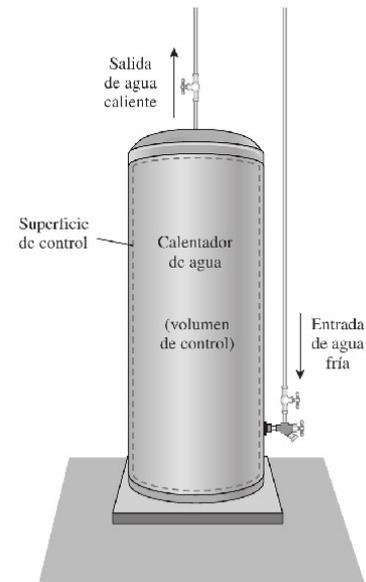


# Tipos de sistemas

Tipo de sistema	Intercambio de masa	Intercambio de energía
<b>Aislado</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Cerrado / Masa de control</b>	<b>X</b>	<b>✓</b>
<b>Abierto / Volumen de control</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>



Ejemplo de **sistema cerrado**

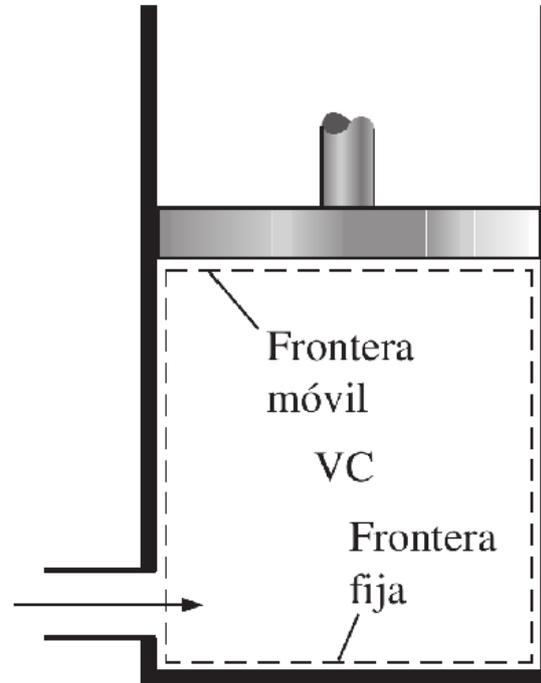


Ejemplo de **sistema abierto**

- La energía se puede intercambiar en forma de **trabajo** o **calor**.

# Tipos de sistemas

- Los sistemas pueden tener fronteras **móviles** o **rígidas**.

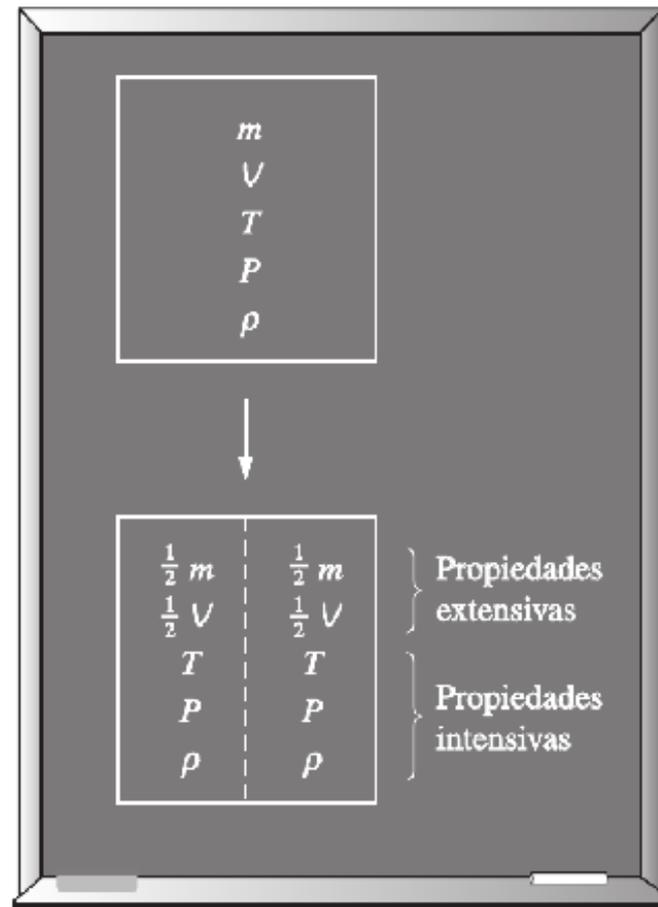


- Un sistema se llama **adiabático** si **no puede intercambiar calor**, pero **sí intercambiar trabajo**.

# Propiedades de un sistema

- Las características de un sistema están dictadas por sus **propiedades**.
- Algunas propiedades típicas y familiares incluyen la **presión**  $P$ , la **temperatura**  $T$ , el **volumen**  $V$ , y la **masa**  $m$ .
- Las propiedades se pueden clasificar en:
  - **Intensivas**: Son **independientes** de la **cantidad de materia** o **tamaño** del sistema.  
Ejemplos: Temperatura, presión, densidad.
  - **Extensivas**: Son **dependientes** de la **cantidad de materia** o **tamaño** del sistema.  
Ejemplos: Masa y volumen total.

# Propiedades de un sistema



- Las propiedades extensivas por unidad de masa se llaman **propiedades específicas**.

Ejemplo: Volumen específico  $\nu = V/m$ .

# Densidad y densidad relativa

- La **densidad** se define como la **masa por unidad de volumen**:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

- El **volumen específico** se puede escribir como:

$$\nu = \frac{1}{\rho}.$$

- La **densidad relativa** corresponde al cociente entre la densidad y una densidad estandar.

Usualmente se utiliza la densidad del agua a 4 °C.

$$\text{DR} = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}. \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

- Finalmente, el **peso específico** corresponde a:

$$\gamma_s = \rho g.$$

# Resumen

- Hemos definido y revisado brevemente la historia de la **Termodinámica** como rama de la física y la ingeniería
- Hemos definido **conceptos básicos** usados en este curso, principalmente las definiciones de **sistemas abiertos y cerrados, fronteras**, y propiedades **extensivas e intensivas**.
- Próxima clase:
  - Estados termodinámicos. Equilibrio y procesos.
  - Ley 0 de la Termodinámica.