



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE MATEMÁTICAS  
FIS1523 – TERMODINÁMICA  
PROFESOR IVÁN MUÑOZ (SECCIONES 5 Y 7)  
PRIMER SEMESTRE DEL 2025

# Resumen Ayudantía 1

## Termodinámica

José Antonio Rojas Cancino – jrojaa@uc.cl

---

## Clase 1 Introducción

### 1.1 Conceptos

Vamos a tener como conceptos iniciales los siguientes:

- **Sistema:** Región del espacio o cantidad de materia que se aísla para su estudio.
- **Entorno:** Todo lo que rodea al sistema.
- **Frontera:** Superficie que separa al sistema de su entorno.
- **Propiedades:** Características que definen al sistema. Pueden ser **intensivas** (independientes de la masa) o **extensivas** (dependientes/proporcionales a la masa).
- **Estado Termodinámico:** Conjunto de valores de todas las variables/propiedades que definen a un sistema. Lo vamos a pensar con las propiedades de **Volumen, Presión y Temperatura**.
- **Proceso Termodinámico:** Cambio de estado de un sistema. Estos cambios pueden ser:
  - **Isotérmico:** Temperatura constante.
  - **Isobárico:** Presión constante.
  - **Isocórico/Isovolumétrico:** Volumen constante.
  - **Adiabático:** Sin transferencia de calor.
- **Equilibrio Termodinámico:** Estado en el que las propiedades de un sistema no cambian con el tiempo.
- **Ciclo Termodinámico:** Secuencias de procesos que llevan a un sistema a su estado inicial.

## 1.2 Tipos de Sistemas

Existen varias clasificaciones de sistemas, entre las cuales se encuentran:

	Intercambio de energía (calor)?	Intercambio de energía (trabajo)?	Intercambio de materia (masa)?
Aislado	No	No	No
Cerrado	Sí	Sí	No
Abierto	Sí	Sí	Sí
Adiabático	No	Sí	No

## 1.3 Leyes de la Termodinámica

Las leyes de la termodinámica son las siguientes:

- **Ley 0:** Cuando dos cuerpos están en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio térmico entre sí.
- **Ley 1:** La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.
- **Ley 2:** La energía fluye de tal manera que aumenta la entropía
- **Ley 3:** La entropía de un cristal puro perfecto es cero a  $0\text{ K}$ .

## Clase 2 Temperatura y Ley Cero

### 2.1 Temperatura

Vamos a definir la temperatura como una forma de describir cuantitativamente las cosas. Vamos a ocupar una nueva definición para la Ley 0, reemplazando el tercer cuerpo por un termómetro:

**Dos cuerpos están en equilibrio térmico si poseen la misma medición de temperatura, aún si no están en contacto**

Como definición más formal, la temperatura refleja la **energía cinética promedio de un material**. Ésta **no** tiene unidades de energía, y es una **propiedad intensiva**.

La **energía térmica**, por otro lado, es la energía cinética **total** de un material, y es una propiedad extensiva.

Finalmente, el **calor** es una forma de **transferencia de energía** que cruza la frontera entre dos sistemas termodinámicos, y se debe a una **diferencia de temperatura**. Al ser una transferencia de energía entre dos sistemas, **no es una propiedad**, y por tanto un sistema no *posee* calor.

### Escala de Temperatura

Una escala de temperatura es una **asignación de valores numéricos**, o **cuantificación**, a la temperatura. Para tener una escala, se necesitan:

- **Dos puntos de referencia:** Dos estados fijos, normalmente fácilmente reproducibles, como lo son los puntos de congelación y ebullición del agua, el triple punto del agua, o el denominado Cero absoluto

- **Graduación:** Donde uno hace las "divisiones correspondientes" al asignar valores numéricos a los puntos de referencia.

Los típicos que nos encontramos son:

- **Celsius:** Donde 0°C es temperatura de congelación del agua y 100°C temperatura de ebullición, con 100 grados entre estos puntos.
- **Fahrenheit:** Donde 32°F es temperatura de congelación del agua y 212°F temperatura de ebullición, con 180 grados entre estos puntos.

**¿Cómo cambiar entre escalas? La forma más fácil es justamente ocupando estos puntos de congelación o ebullición, y dándose cuenta que la variación en uno y la variación en otro se obtiene al calcular una pendiente entre los puntos fijos conocidos.**

Por ejemplo, para el caso de transformar entre Celsius y Fahrenheit son:

$$T_F = \frac{9}{5} \cdot T_C + 32 \iff T_C = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32) \quad (1.1)$$

y, con respecto a la diferencia de variación:

$$\Delta T_F (^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5} \cdot \Delta T_C (^{\circ}\text{C}) \quad (1.2)$$

### La escala a ocupar: Kelvin (K)

Esta escala se desarrolla en conjunto con la segunda ley de la termodinámica, donde se crea el Cero absoluto: 0K (= -273.15 °T). Esta es la menor temperatura posible, donde la presión absoluta en un gas ideal es 0. Lo clave será siempre recordar lo siguiente:

$$T_C(^{\circ}\text{C}) = T_K(\text{K}) - 273.15 \iff T_K = T_C + 273.15 \quad (1.3)$$

además de

$$\Delta T(\text{K}) = \Delta T(^{\circ}\text{C}) \quad (1.4)$$

## 2.2 Termómetros

Los termómetros, en sí, son objetos/instrumentos con una propiedad física medible que cambie con la temperatura. Esto puede ser volumen de un líquido, dimensiones de un sólido, presión o volumen de un gas, resistencia eléctrica de un material, e incluso el color (variación de longitud de onda de luz) de un objeto.

## Clase 3 Presión

### 3.1 Definición y unidades

Es una magnitud escalar que describa la **fuerza normal** a la superficie **por unidad de área**:

$$\vec{P} = \frac{\vec{F}}{A} \quad (1.1)$$

Con  $F$  la fuerza normal y  $A$  el área de la sección transversal. Vamos a ocupar como unidad de medida el **Pascal**, tal que:

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}.$$

Podemos encontrarnos con otras unidades, que podemos reconvertir a Pascal tal que:

$$1 \text{ mmHg} = 133.3 \text{ Pa} \quad 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} \quad P_{atm} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

Siendo lo último la presión atmosférica a nivel del mar, que es necesario conocer.

### 3.2 Presión y profundidad

En fluidos, comúnmente cuando tenemos tubos, podemos jugar un poco con la definición de presión para tener lo que se conoce como la **presión manométrica**:

$$\vec{P}_{man} = \rho \cdot \vec{g} \cdot h, \quad (2.1)$$

con  $\rho$  la densidad del fluido,  $g$  la aceleración de gravedad, y  $h$  la altura del fluido desde el punto donde estamos estudiándolo. Recordemos que la densidad matemáticamente la podemos escribir como

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

con  $m$  la masa y  $V$  el volumen. Algunas densidades comunes a tener en cuenta, ya que con éstas podemos comparar líquidos y gases, son las del agua y el aire:

$$\begin{aligned} \rho_{agua} &= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \rho_{aire} &= 1.275 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \end{aligned}$$

### 3.3 Ley de Dalton y Equilibrio Mecánico

Algo importante a tomar a consideración es la Ley de Presiones Parciales, la cual podemos describir como:

$$\vec{P}_{total} = \sum_i^n \vec{P}_i = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \dots$$

con  $\vec{P}_1, \vec{P}_2, \dots$  las presiones que están afectando en el punto.

El equilibrio mecánico, por otro lado, nos dice que si la fuerza neta es 0, entonces la presión es constante:

$$\vec{F}_T = 0 \implies \nabla \vec{P} = 0$$

y de la misma manera,

$$\vec{F}_T \neq 0 \implies \nabla \vec{P} \neq 0$$

## Trabajando con Presiones - Fuerzas externas

Para problemas con, por ejemplo, **émbolos**, vamos a ocupar la ecuación

$$\vec{P} = \frac{\vec{F}}{A}$$

Tenemos que identificar qué fuerzas (y en qué secciones transversales) se afecta el fluido. También será útil revisar si es que se tiene un equilibrio mecánico o no, y recordar siempre que la fuerza peso que ejerce un cuerpo es:

$$\vec{W} = m \cdot \vec{g}$$

## Trabajando con Presiones - Tubos/Manómetros

Para problemas con tubos, donde pueden haber distintas sustancias y/o curvas, ocuparemos la ecuación

$$\vec{P} = \rho \cdot \vec{g} \cdot h.$$

Donde  $h$  representa la profundidad del fluido y  $\rho$  su densidad. En estos casos, nosotros *recorremos* el tubo desde un punto específico (donde tengamos la presión, o donde esté abierto) hasta un punto donde querramos tener la presión. Uno puede aprovecharse que:

Dos puntos en un mismo fluido a la misma altura tienen la misma presión

Por tanto, al hacer ecuaciones en distintas secciones, vamos a poder igualar. Éstas ecuaciones provienen de la ecuación anterior para cada medio (con sus distintas densidades y profundidades), y usando

$$\vec{P}_{total} = \sum_i^n \vec{P}_i$$

Si es que nos piden presión manométrica, **no incluimos la presión atmosférica**. En cualquier otro caso (e incluso en teoría también para manométrica), se debe considerar la presión atmosférica.