

Clase 2

Calor. Trabajo. Diagramas p-V.

Manuel Carlevaro

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

Física II
Z-2071
Curso 2010

Esta presentación fue preparada con L^AT_EX y herramientas de software libre en Debian GNU/Linux.



Derecho de autor 2008 – 2010 Manuel Carlevaro
Algunos derechos reservados.
Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra
y hacer obras derivadas bajo las condiciones de la licencia:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ar>



Esquema

- 1 Capacidad térmica y calor específico
- 2 Calorimetría
- 3 Cambio de fase y calor latente
- 4 Equivalente mecánico del calor
- 5 Trabajo y diagramas P-V
- 6 Problemas y lecturas sugeridas



Capacidad térmica y calor específico

Calor

Energía transferida de un cuerpo o sistema a otro en virtud, solamente, de su diferencia de temperaturas.

Cantidad de calor

Kilocaloría [Kcal]: cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 Kg de agua de 14.5°C a 15.5°C.

Capacidad calorífica C

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}, \quad [C] = \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

Calor específico c

$$c = \frac{\Delta Q}{m \Delta T}, \quad [c] = \frac{\text{cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}}$$

En materiales *reales*:

$$\begin{aligned} c &= c(T) \\ c(T) &= \frac{1}{m} \frac{dQ}{dT} \\ Q &= m \int_{T_i}^{T_f} c(T) dT \end{aligned}$$



Calorimetría

Suposición:

La energía (**calor**) se conserva

$$\sum_i \Delta Q_i = 0$$

Planteo equivalente:

Calor cedido por cuerpos calientes = calor absorbido por cuerpos fríos

$$\sum_i |\Delta Q_i^{(\text{Caliente})}| = \sum_j |\Delta Q_j^{(\text{Frio})}|$$



Calorimetría

Ejemplo: Un cuerpo de cobre de 75g se saca de un horno y se introduce en un recipiente de vidrio de 300g que contiene 200g de agua. La temperatura del agua aumenta desde 12°C a 27°C. ¿Cuál era la temperatura inicial del horno?

$$\sum_i \Delta Q_i = 0$$

$$m_c c_c (T_e - T_c) + (m_v c_v + m_a c_a) (T_e - T_a) = 0$$

Datos:

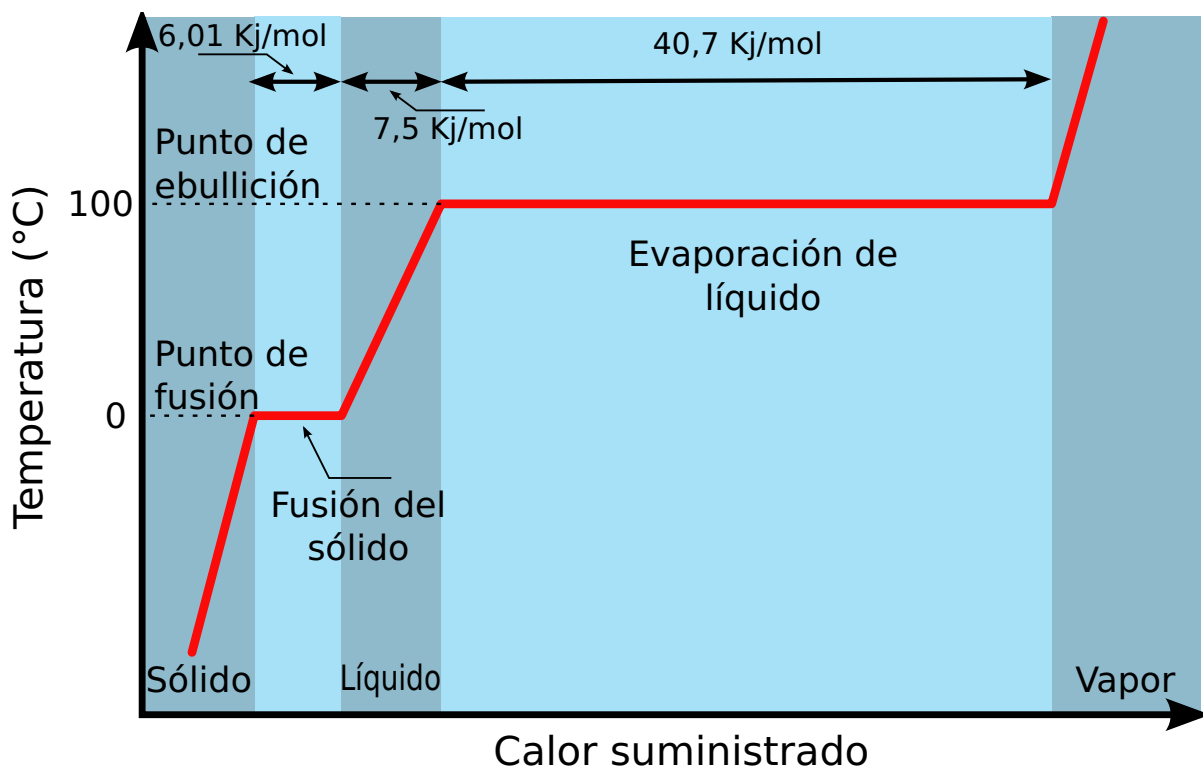
$$c_c = 0,093 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}; c_v = 0,12 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)} \text{ y } c_a = 1,0 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}.$$

Resultado:

$$T_c = ? \quad T_c = 530^\circ\text{C}$$



Cambios de fase del agua



Calor de transformación:

$$L = \frac{Q}{m}, \quad [L] = \text{Cal/g}$$

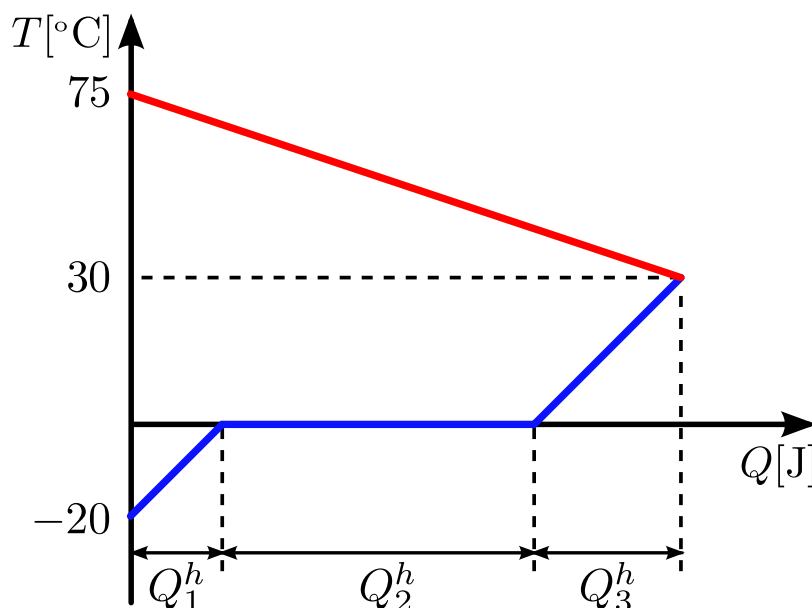
Para el agua, a una atmósfera de presión:

- $L_f = 80 \text{ cal/g}$ o $3,34 \times 10^5 \text{ J/Kg}$, a 0°C
- $L_v = 540 \text{ cal/g}$ o $2,256 \times 10^6 \text{ J/Kg}$, a 100°C



Calorimetría y cambio de fase

Ejemplo: Un recipiente aislante con masa despreciable contiene 0,250 kg de agua a $75,0^\circ\text{C}$. ¿Cuántos kilos de hielo a una temperatura de $-20,0^\circ\text{C}$ debe introducirse en el agua para que la temperatura final del sistema sea $30,0^\circ\text{C}$?



Calorimetría y cambio de fase (continuación)

$$\begin{aligned}Q_{\text{agua}} &= m_a c \Delta T \\&= 0,250 \text{ kg } 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} (30,0^\circ\text{C} - 75,0^\circ\text{C}) \\&= -4,709 \times 10^4 \text{ J}\end{aligned}$$

$$Q_{\text{hielo}} = Q_1^h + Q_2^h + Q_3^h$$

$$Q_{\text{agua}} + Q_{\text{hielo}} = 0$$

$$\begin{aligned}Q_1^h &= m_h c_{\text{hielo}} \Delta T \\&= m_h 2100 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} (0,0^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C}))\end{aligned}$$

$$-4,714 \times 10^4 \text{ J} + 5,016 \times 10^5 \text{ J/kg } m_h = 0$$

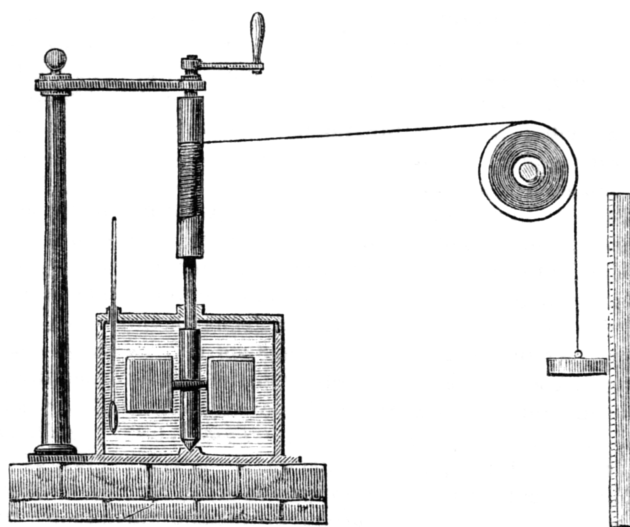
$$\begin{aligned}Q_2^h &= m_h L_f \\&= m_h 3,34 \times 10^5 \text{ J/kg}\end{aligned}$$

$$m_h = 0,0940 \text{ kg}$$

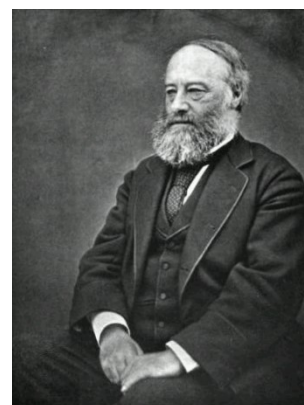
$$\begin{aligned}Q_3^h &= m_h c_{\text{agua}} \Delta T \\&= m_h 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)} (30,0^\circ\text{C} - 0,0^\circ\text{C})\end{aligned}$$



Equivalente mecánico del calor



Fuente: Wikimedia Commons



James Prescott Joule (1818-1889)
Fuente: Wikimedia Commons

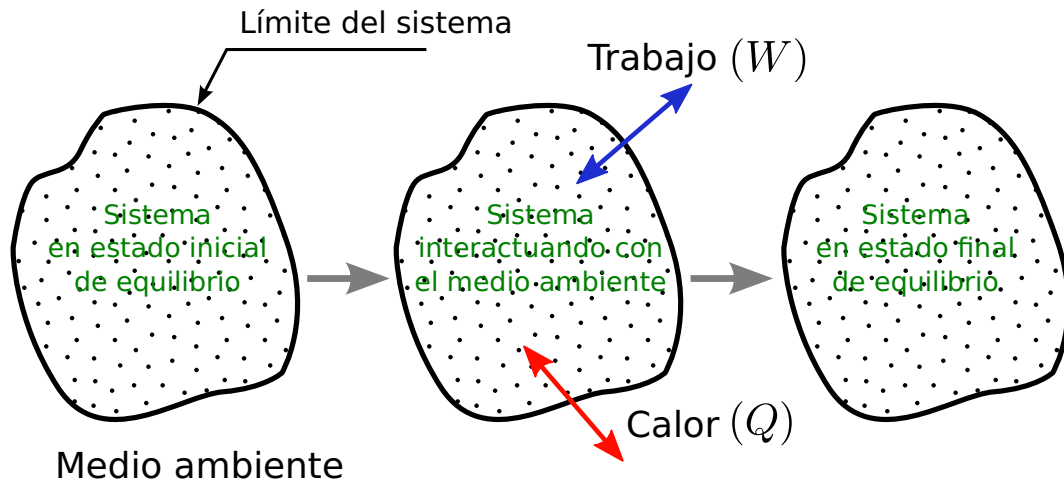
$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$



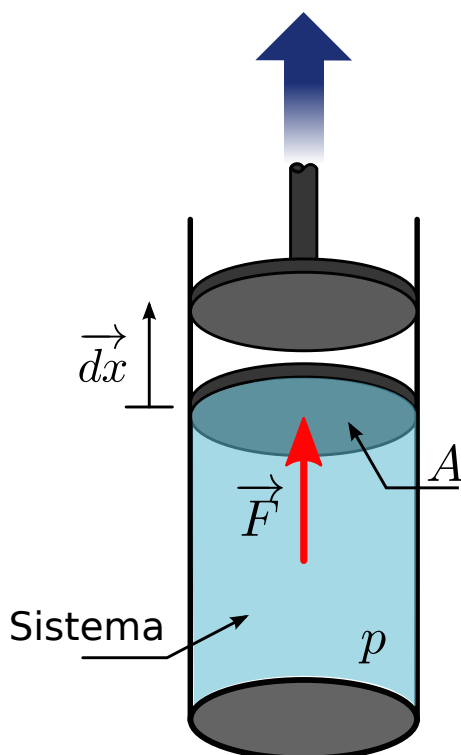
Definición de trabajo:

Energía que se transmite de un sistema a otro de tal manera que no esté involucrada una diferencia de temperaturas.

Proceso termodinámico:



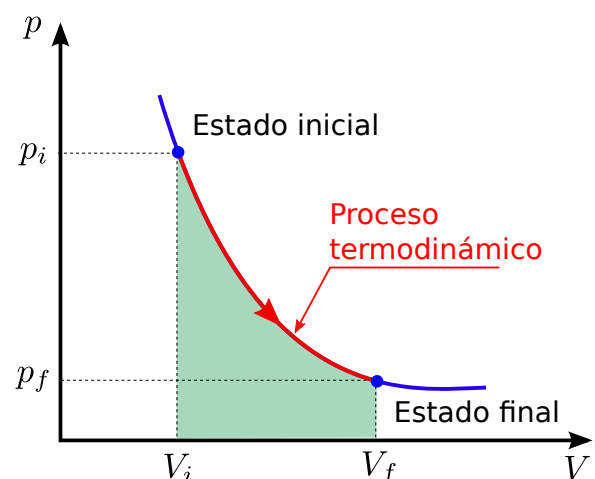
Diagramas p-V



Trabajo realizado **por** el sistema:

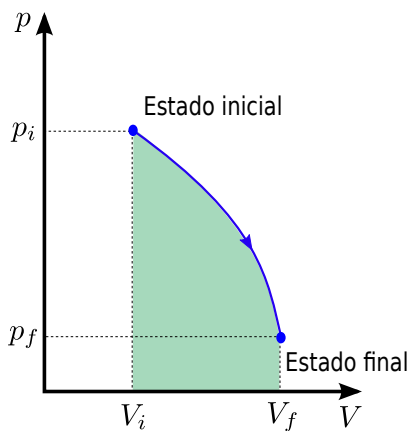
$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{x} = p A dx = p dV$$

$$W = \int dW = \int_{V_i}^{V_f} p dV$$

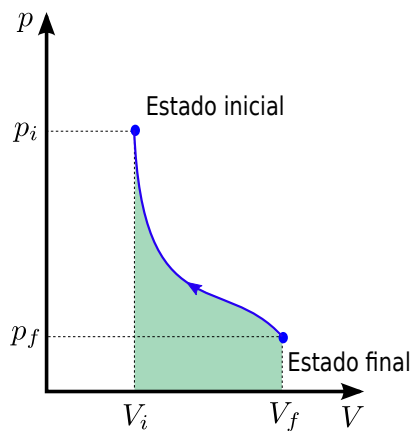


Diagramas p-V

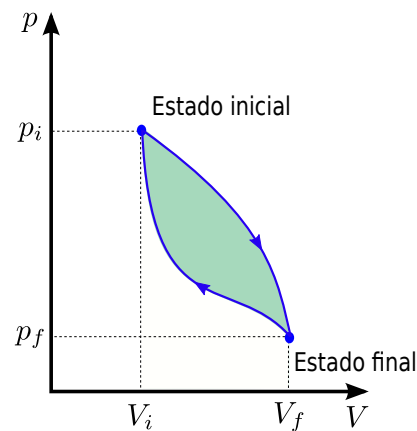
El trabajo **depende** de la trayectoria:



Trabajo realizado por una sustancia durante una expansión



Trabajo realizado sobre una sustancia durante una compresión



Trabajo neto en un ciclo termodinámico



Problemas y lecturas sugeridas

Problemas:

- **BF1CP11:** Problemas 8 – 13

Lecturas sugeridas:



R. Resnick y D. Halliday

Física, parte 1

Compañía Editorial Continental S. A. , Mexico, 1986.

Capítulo 22



F. W. Sears y M. W. Zemansky

Física General

Aguilar S. A. de Ediciones, Madrid, 1975.

Capítulos 16 y 18

