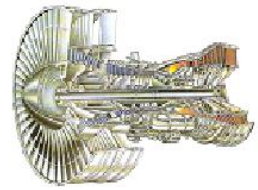
Física
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Profesor: Nelson Zamorano
Profesores Auxiliares:
Claudio Jarufe
Francisco Parra



# TERMODINÁMICA FI-2004-03
# Guía # 5

## Problema 1

Los calores específicos principales $C_p$ y $C_v$ pueden ser expresados en términos de su temperatura **T**, volumen **V**, la compresibilidad adiabática $\kappa_S \equiv -V^{-1}(\partial V\,/\,\partial P)_S$, la compresibilidad isotérmica $\kappa_T \equiv -V^{-1}(\partial V/\partial P)_T$ y la expansividad termal $\alpha \equiv V^{-1}(\partial V/\partial T)_P$ Obtenga estas expresiones como sigue:

(a) Observando que la entropía **S** es una función de T y V, muestre que:

$$TdS(V,T) \,=\, C_v\,dT \,+\, \frac{\alpha\,T}{\kappa_T}\,dV.$$

(b) Ahora, usando que S es una función de T y P, muestre que:

$$TdS(p,T) \,=\, C_p\,dT \,-\, \alpha\,T\,V\,dP.$$

(c) Usando los resultados anteriores, muestre que

$$C_P - CV = \frac{T\,V\,\alpha^2}{\kappa_T}$$

(d) Exprese $C_P$ y $C_V$ en términos de T, V, $\alpha$, $\kappa_T$ y $\kappa_S$.

## Problema 2

(a) Muestre que, a una temperatura dada, el calor específico a volumen constante $C_V$ en un gas de van der Waals con un número fijo de partículas N es independiente del volumen.

(b) Este gas, inicialmente ocupando un volumen $V_i$ a una temperatura $T_i$ sufre una expansión adiabática hasta un volumen final $V_f$. Calcule el cambio de temperatura y entropía, asumiendo que $C_V$ es también independiente de la temperatura.

## Problema 3

(a) El volumen de una esfera n-dimensional de radio **r** es $V_n(r) \,=\, C_n\,r^n$, mientras que el área de la superficie de una esfera n-dimensional es igual a $n\,C_n\,r^{n-1}$. Calcule de forma explícita $C_n$.
Hint: Integre de dos formas posibles la siguiente expresión:

$$I_n = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} exp(-a(x_1^2 + \dots + x_n^2))dx_1 \dots dx_n$$

(b) Un gas ideal que consiste en **N** masas puntuales está contenido en una caja de volumen V. Encuentre, usando la integral de fase, el número de estados, la entropía, y con ello, derive la ecuación de estado.

## Problema 4

Calcular la variación de entropía en:

(a) Un proceso isocórico.
(b) Una fuente calórica (Sistema de capacidad calórica lo suficientemente grande tal que la transferencia de cualquier Q no altera su temperatura inicial $T_0$).
(c) Expansión libre adiabática de un gas ideal.
(d) El enfriamiento de una masa de gas ideal desde $T_1$ hasta $T_2$.

## Problema 5

La ecuación de estado de la radiación (un baño de ondas electromagnéticas en equilibrio termodinámico) es $P\,V = U/3$. La ley de Stefan nos dice que $U/V = \sigma\,T^4$, con $\sigma$ es una constante numérica.

(a) Encuentre la entropía de la radiación como una función de **V** y **T**.

(b) Durante el Big Bang, la radiación, inicialmente confinada en una pequeña región, se expande adiabáticamente y se congela. Encuentre una relación entre la temperatura **T** y el radio del universo **R**.

## Problema 6

Considere la siguiente ecuación como la ecuación fundamental para un cierto sistema dado:

$$E = \left(\frac{\nu_o\,\theta}{R^2}\right)\frac{S^3}{n\,V},$$

donde $\nu_o$, $\theta$ son constantes positivas. n es el número de moles en el sistema considerado. $\nu_o$ es el volumen específico de un mol $V/n$. $R = k_B\,N_{Avogadro}$.
a.- Determine las dimensiones de la constante $\theta$.
b.- Verifique que la energía $E$ definida mediante esta expresión es una variable extensiva.(Por ejemplo suponga que añade un recipiente con exactamente las mismas condiciones al considerado inicialmente. ¿Qué pasa con la energía?
c.- A partir de las ecuación fundamental, encuentre las tres ecuaciones de estado que caracterizan este sistema.