

# Problemas para el curso de Termodinámica estadística.

Andrés Cedillo  
Departamento de Química,  
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa \*

July 13, 2022

---

\*[www.fqt.izt.uam.mx/cedillo](http://www.fqt.izt.uam.mx/cedillo)

## 1 Una introducción a la termodinámica estadística.

1. Obtenga la ecuación 1.8 del texto. Tome la ecuación 1.6 y utilice la condición dada por la ecuación 1.7.

## 2 Los sistemas formados por partículas independientes.

1. Para un oscilador armónico unidimensional, verifique que una trayectoria de energía constante en el espacio de fase es una elipse. Además, obtenga los valores de sus ejes.
2. Considere a una partícula en el espacio tridimensional, sujeta a un potencial radial inverso con la distancia  $V(r) = -\alpha/r$ .
  - (a) Escriba a las componentes de los vectores de posición y de velocidad en coordenadas polares.
  - (b) Obtenga energía cinética en coordenadas polares.
  - (c) Encuentre los momentos conjugados de las coordenadas polares.
  - (d) Verifique que el momento angular es una constante del movimiento.
  - (e) Escriba a la energía como una función del momento radial y la coordenada radial.
  - (f) Identifique la forma de una trayectoria de energía constante en el espacio de fase.
  - (g) Encuentre un cambio de las variables que transforme la ecuación de trayectoria en un círculo.
3. Maximice el logaritmo de  $t = N!/\prod_j n_j!$  con respecto a cada  $n_i$ , sujeto a las condiciones de las ecuaciones 2.5. Verifique que se obtiene la expresión de la ecuación 2.11.
4. Deduzca detalladamente la expresión 2.15 a partir de los argumentos descritos en el texto, posteriores al postulado 2. Demuestre cada uno de los argumentos descritos ahí.
5. Utilice la ecuación 2.28 para demostrar la ecuación 2.29. Obtenga el comportamiento de la capacidad calorífica en los límites de las temperaturas bajas y altas.
6. Resuelva los problemas 4, 7, 8 y 9 del capítulo 2 del texto.

### 3 El gas monoatómico ideal.

1. Obtenga la energía interna, la presión y la entropía asociadas con la ecuación fundamental 3.3.
2. Resuelva los problemas 9, 11 y 15 del capítulo 3 del texto.

### 4 La distribución de Maxwell y Boltzmann.

1. Resuelva los problemas 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12 y 20 del capítulo 4 del texto.

### 5 Las estadísticas cuánticas.

1. Derive a  $S$  de la ecuación 5.26 con respecto a  $U$ , a  $V$  y a  $N$  tomando en cuenta que los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  dependen de  $U$  y  $V$ . Compare con el caso descrito en el texto.
2. Resuelva los problemas 1, 2, 6, 8 y 11 del capítulo 5 del texto.

### 6 Los sistemas que obedecen la estadística de Fermi y Dirac.

1. Para la función  $\phi(y) \equiv e^y/(e^y + 1)^2$ ,
  - (a) Identifique la paridad de la función  $\phi$ .
  - (b) Encuentre los límites de la función  $\phi$  cuando  $y \rightarrow \pm\infty$ .
  - (c) Obtenga la serie de Taylor de la función  $\phi$  alrededor de  $y = 0$  hasta el cuarto orden.
  - (d) Cuando  $y \gg 1$ , ¿cuál es el comportamiento de la función  $\phi$ ?
2. Considere a la función  $g_n(z) \equiv \int_{-z}^{\infty} (y+z)^n \phi(y) dy$ , en donde la función  $\phi$  está definida en el problema 1 y  $z > 0$ .
  - (a) Toda función que es integrable en la recta real cumple con la propiedad  $\int_{-a}^{\infty} F(x) dx = \int_{-a}^a F(x) dx + \int_a^{\infty} F(x) dx$ , para todo valor de  $a$ . Aplique esta propiedad a la función  $g_n$ , identifique los términos conocidos y utilice la paridad de la función  $\phi$ .
  - (b) A partir de los resultados anteriores, analice el comportamiento de la función  $g_n$  para valores grandes de  $z$ . Identifique que aproximaciones se pueden realizar en el integrando.
3. Resuelva los problemas 7, 9, 16 y 18 del capítulo 6 del texto.

## **7 Los sistemas que obedecen la estadística de Bose y Einstein.**

1. Resuelva los problemas 2, 3, 4, 6, 11, 15, 19 y 20 del capítulo 7 del texto.

## **8 Los sistemas formados por partículas con estructura interna.**

1. Resuelva los problemas 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 13 y 14 del capítulo 8 del texto.

## **9 Los sistemas formados por partículas interactuantes.**

1. Resuelva los problemas 3, 4, 5, 7, 13 y 14 del capítulo 9 del texto.

## **10 Los sólidos cristalinos.**

1. Resuelva los problemas 3, 8, 9 y 15 del capítulo 10 del texto.

## **11 Los gases reales.**

1. Resuelva los problemas 2, 5, 6 y 16 del capítulo 11 del texto.