

Termodinámica

Tarea N° 2

Jueves 24 de Noviembre de 2016

Profesor: Patricio Fuentealba.

Ayudante: Jaime Clark.

- 1) La ecuación fundamental, $S = S(M, J)$, para el agujero negro BTZ, (nombre que representa a las siglas de quienes hicieron este descubrimiento: Bañados, Teitelboim y Zanelli. PRL, **69**, 1849 (1992)) está dada por

$$S = \sqrt{\frac{1}{a}(M + \sqrt{M^2 - (\Omega_{ex}J)^2}},$$

donde $a = 2(\hbar/4\pi l)^2$, M es la masa, J es el momento angular y $\Omega_{ex} = 1/l$ es la velocidad angular del horizonte de eventos asociados a J . Por su parte, l es el radio de curvatura.

Para hacer la analogía con termodinámica, se asocia M con la energía interna U .

- a) Escriba la ecuación fundamental en la "formulación de la masa", es decir, $M = M(S, J)$. Note que la primera ley puede escribirse $dM = TdS + \Omega dJ$. Calcule T y Ω .
 - b) Escriba para este agujero negro la energía libre de *Helmholtz*, tanto en forma diferencial como fundamental ($F = F(T, J)$).
 - c) Repita la parte b) para el caso de la entalpía, $H = H(S, \Omega)$.
 - d) Repita la parte b) para el caso de la energía libre de Gibbs, $G = G(T, \Omega)$
- 2) La ecuación fundamental de un sistema es

$$s = s_o + R \log [(v - b)u^c].$$

Obtenga la variación de los potenciales de Helmholtz y de Gibbs (en su forma molar) cuando el sistema se expande isotérmicamente desde un volumen V_1 a un volumen V_2 .

- 3) Un pistón impermeable y diatérmico separa un cilindro en dos cámaras, cada una con 1 mol de un gas ideal monoatómico. Los volúmenes iniciales son $V_o/4$ y $3V_o/4$, y las temperaturas son T_1 y T_2 , respectivamente.
- a) Si la energía del sistema se mantiene constante, encuentre los parámetros de equilibrio.

- b) Considere una variación virtual de la energía del sistema, manteniendo la entropía en el valor de equilibrio de la parte a). Físicamente esto se obtiene haciendo el pistón adiabático y desplazándolo cuasiestáticamente mediante una fuerza externa. Muestre que el trabajo hecho por la fuerza externa sobre el sistema es necesariamente positivo, independiente de la dirección en que se mueva el pistón. Esto implica que el estado alcanzado en a) es un estado de mínima energía a entropía constante.
- 4) N moles de un gas ideal monoatómico son empleados como sistema auxiliar en un ciclo de Carnot. El gas ideal está inicialmente en contacto con el reservorio caliente, y en la primera etapa del ciclo es expandido desde un volumen V_A a un volumen V_B . Calcule el trabajo y el calor transferidos en cada uno de las cuatro etapas en términos de T_A, T_B, V_A, V_B y N

Fecha de entrega: Jueves 1 de Diciembre durante el transcurso del día
--