

*Maestría en Física Contemporánea
Termodinámica y Mecánica Estadística
2016 (discusión 18/05)*

Trabajo Práctico 9

Problema 1:

Calcule el potencial químico para un gas ideal monoatómico clásico a partir de la expresión de la energía libre. Muestre que en el límite clásico el potencial químico es siempre negativo para un gas.

Problema 2:

A una determinada temperatura T, una superficie con N_0 centros de adsorción tiene $N \leq N_0$ moléculas adsorbidas. Suponiendo que la superficie está en contacto con un gas ideal monoatómico y que no hay interacciones entre las moléculas adsorbidas, muestre:

a) Que la gran función de partición del gas adsorbido está dada por:

$$Z = [1 + e^{\beta(\varepsilon + \mu)}]^{N_0}$$

b) Que el potencial químico de las moléculas adsorbidas puede ser escrito en la forma

$$\mu = k_B T \ln \frac{N}{(N - N_0)a(T)},$$

¿Cuál sería la interpretación de la función $a(T)$?

c) Obtenga una expresión para $\langle N \rangle$ tal que $f = \frac{\langle N \rangle}{N_0} = \frac{1}{e^{-\beta(\varepsilon + \mu)} + 1}$

d) De la condición de equilibrio $\mu_{gas} = \mu_{gas\ adsorbido}$, μ_{gas} lo ha calculado en el problema 1,

muestre que $f = \frac{P_{gas}}{P_{gas} + P_0}$ con $P_0 = e^{-\beta\varepsilon} (kT)^{5/2} \left(\frac{2\pi m}{h^2} \right)^{3/2}$, grafique f vs. P_{gas} y compare

la forma de la curva con la de la adsorción de O_2 por moléculas de hemoglobina (Hb)

Problema 3: Considere un sistema de dos átomos, cada uno con tres niveles de energía 0, ε y 2ε . El sistema está en contacto con un baño térmico temperatura T. Escriba la función de partición del sistema si las partículas son consideradas como:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a) clásicas y distinguibles | b) clásicas e indistinguibles |
| c) fermiones | d) bosones |

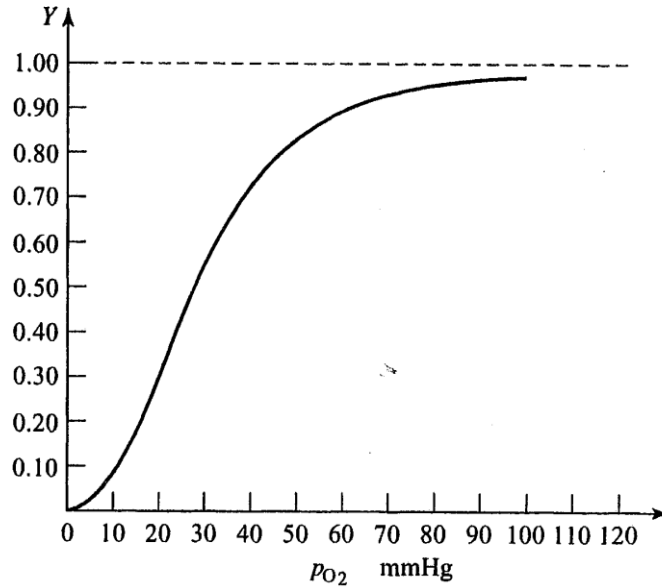


Figure 4.49. Oxygen saturation curve for hemoglobin for $T = 37^\circ\text{C}$ and $\text{pH} = 7.2$. Ordinate: fractional saturation defined in (4-267) and (4-268a). Abscissa: partial pressure of oxygen.

In the muscular tissues when oxygen is consumed, the partial pressure of oxygen is of the order of 40 mmHg under resting conditions. This is evidenced by the residual oxygen pressure in venous blood. At this pressure we see that Y is still of the order of 75%. Blood retains, therefore, a large oxygen reserve to be utilized in case of an increased demand. Sudden muscular activity will result in an additional drop of the oxygen pressure p_{O_2} in the tissue, below 40 mmHg, whereupon the Hb molecules are capable of releasing a substantial oxygen reserve. Indeed, as can be seen from Figure 4.49, between $p_{O_2} = 40$ mmHg and $p_{O_2} = 20$ mmHg, hemoglobin can unload an additional 35% of its original oxygen content.