

PROBLEMAS ADICIONALES DE FÍSICA ESTADÍSTICA. Hoja 2. Curso 2009/2010

1. Considérese el siguiente potencial $\phi(r) = \epsilon \left(\frac{\sigma}{r}\right)^s$. Calcular el segundo coeficiente del virial y el potencial químico en dimensiones 1 y 2. ¿Para qué valores de s está bien definido el problema en cada una de estas dos dimensiones?
2. Considérese el siguiente procedimiento para generar vacíos. Sea un bulbo esférico de 10 cm de radio que se mantiene durante todo el proceso a temperatura ambiente (300 K), excepto en un pequeño parche de su superficie, de 2 cm^2 , que se mantiene a la temperatura del nitrógeno líquido (77 K). El bulbo contiene originalmente vapor de agua a la presión de 0.2 mm de Hg. Sabiendo que cada molécula de agua que choca con el citado parche frío se condensa y se adhiere a la superficie, estimar el tiempo que se necesita para que la presión descienda a 10^{-5} mm de Hg dentro del bulbo.

Ayuda. Masa atómica del Hidrogeno: 1. Masa atómica del Oxígeno: 16.

3. Calcular la macrofunción de partición $Q(\alpha, \beta)$, de un gas de N partículas ultrarrelativistas bidimensionales confinadas en un volumen V .
 - (a) Obtener una relación entre $\langle N \rangle$ y α , V y β .
 - (b) Calcular la energía media y la presión como función de $\langle N \rangle$, V y β .
4. Un gas de moléculas de masa m , confinadas en un plano infinito, que no interaccionan entre ellas, están situadas en un potencial central:

$$U(r) = Cr^n,$$

donde C y n son constantes. Calcular $\langle U(r) \rangle$.

5. Un gas real tiene un potencial intermolecular dado por

$$u(r) = \epsilon e^{-\alpha r^2},$$

donde $\alpha > 0$, pero ϵ puede ser positivo (potencial repulsivo) o negativo (potencial atractivo). Demuestra que en el límite de altas temperaturas ($\beta|\epsilon| \ll 1$) el segundo coeficiente del virial es

$$B_2(T) \approx \left(\frac{\pi}{\alpha}\right)^{3/2} \frac{\epsilon}{2k_B T}.$$

6. Considérese un conjunto (ideal) de dipolos eléctricos fijos en una red cuadrada en presencia de un campo eléctrico externo. Calcular la función de partición, entropía, momento dipolar eléctrico medio y la energía.
7. Considérese un gas d -dimensional de partículas interaccionantes mediante el siguiente potencial:

$$V(r) = \begin{cases} \infty, & 0 < r < a, \\ -\epsilon, & a < r < b, \\ 0, & b < r < \infty, \end{cases}$$

donde $\epsilon > 0$.

- (a) Calcular el segundo coeficiente del virial y discutir su comportamiento a alta y baja temperatura.
- (b) Calcular la primera corrección en el módulo de compresibilidad isoterma:

$$\kappa_T = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p} \Big|_{T, N}.$$

Nota $d^d r = S_d r^{d-1} dr$. Exprésese el resultado en términos de $V_d \equiv S_d/d$.