

AMSE205 Thermodynamics I

due Date: Oct. 28, 2011

Problem Set #2

Prof. Byeong-Joo Lee
calphad@postech.ac.kr
Room 1- 311

1. For an ideal mono-atomic gas,
Show that the equation $dU = \sum \varepsilon_i dN_i + \sum N_i d\varepsilon_i$ expresses the first and second laws of thermodynamics, with $\sum \varepsilon_i dN_i = TdS$ and $\sum N_i d\varepsilon_i = -PdV$.
2. 실내온도 (300K)에서 공기 중 질소 분자의 평균 속도를 계산하시오.
어떤 특정 분자가 1000m/s 이상의 속력으로 운동할 확률은 얼마인가?
다음의 수치적분에 대해서는 첨부한 프로그램을 이용할 것 (integration.exe).

$$\int_x^\infty x^2 e^{-x^2} dx$$

3. 지구표면 근처에서 11km/s 보다 더 빠른 속력으로 운동하는 입자는 지구인력에 도 불구하고 지구를 완전히 이탈하기에 충분한 운동에너지를 갖는다. 그러므로 이 속력보다 더 빨리 운동하는 대기 상층부의 분자들은 도중에 다른 분자와 충돌을 겪지 않으면 지구를 이탈한다.
 - (a) 지구 상층 대기의 온도는 1000K 정도로 상당히 높아 이 온도에서 질소 분자가 11km/s 이상으로 빨리 운동할 확률을 계산하고 그 결과를 논의하라.
 - (b) 수소분자와 헬륨원자에 대하여도 같은 계산을 반복하고, 계산 결과가 갖는 의미를 논의하라.
 - (c) 달 표면으로부터의 이탈속력은 약 2.4km/s에 불과하다. 달에는 대기가 없는 이유를 설명하라.
4. N 개의 격자자리를 갖는 격자 구조에 원자가 하나씩 존재하는 고체가 있다. 이러한 격자구조에 준안정적인 격자간 자리 N' 개가 있다. 격자자리에서 격자간 자리로 원자를 이동시키는데는 ε ($\varepsilon > 0$)인 에너지가 필요하다. 격자간 자리로 이동한 원자의 수 n 이 $n \ll N$, $n \ll N'$ 을 만족한다고 가정할 때, $\varepsilon \gg k_B T$ 이면 다음이 성립함을 보여라.

$$\frac{n^2}{(N-n)(N'-n)} = \exp(-\varepsilon / k_B T)$$