

열 및 통계 물리 1 (Homework 5)

출제교수명: 정형채

제출일자: 2006. 11. 21. 화요일 15:00

자연과학 대학

학과

학년

학번:

성명:

- 문제지에 직접 답을 쓰지 말고 다른 종이에 풀어서 문제지를 표지로 하여 함께 철하여 제출하세요. 문제지에는 풀이 여부만 표시하세요. 완전히 푼 문제는 O표, 일부만 푼 문제는 삼각형, 안 푼 문제는 X표로 표시하세요.
- 제출시간 이후 제출한 것은 20% ~ 50%의 감점이 있습니다.
- 제출일 수업시간에 숙제 내용에 대한 수시 고사를 시행할 수 있습니다.

- (c) 같은 양 (10g)의 87°C 물을 먼저 57°C 열저장고와 접촉시켜서 물의 온도를 57°C로 준정적으로 내린 다음 27°C의 열저장고와 접촉시켜서 물의 온도를 27°C로 다시 준정적으로 내린 경우의 전체 엔트로피 변화량을 구하라.
- (d) 87°C의 물을 27°C의 물로 만들려고 한다. 어떻게 식히면, (물 + 열저장고)의 전체 계의 엔트로피 증가량을 최소화 할 수 있겠는가?

1. [2점] 이상 기체의 경우, 몰 등적비열 c_v 와 몰 등압비열 c_p 가

$$c_p = c_v + R$$

을 만족함을 보여라. 여기서 R 은 기체 상수임.

2. [2점] 열역학 큰 퍼텐셜 Φ 는

$$\begin{aligned} \Phi &= F - \mu N \\ &= U - TS - \mu N \end{aligned}$$

으로 정의된다.

(a) 내부 에너지 U 가 엔트로피, S , 부피 V , 입자수 N 의 함수임을 이용하여 $d\Phi$ 를 구하고 Φ 가 어떤 변수의 함수인지 밝혀라. 또, 압력 p , 평균 입자수 N , 엔트로피 S 를 Φ 의 편미분 형태로 나타내라.

(b) $\frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x_j} \right) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial x_i} \right)$ 를 이용하여, 열역학 큰 퍼텐셜 Φ 로부터 유도되는 열역학 변수들 사이의 Maxwell 관계식을 모두 구하라.

3. [4점] 87°C (360K)의 물 10g을 27°C의 열저장고 (heat reservoir)과 접촉시켜서 준정적과정으로 물의 온도를 27°C로 내렸다.

(a) 준정적과정에서는

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

를 만족한다. 27°C에서 87°C까지에서 정적 비열 C_V 가 일정하다고 가정하고 $dQ = C_V dT$ 임을 이용하여 물의 엔트로피 변화량을 구하라. 물의 단위 그램(g)당 비열 c_v 는

$$\begin{aligned} c_v &\approx 4.18 \frac{J}{g \cdot K} \approx 2.6 \times 10^{19} \frac{eV}{g \cdot K} \\ &\approx 3.0 \times 10^{23} \frac{1}{g} \end{aligned}$$

임을 이용하라.

(b) 열저장고는 정의에 의해 온도가 일정하게 유지된다. 열저장고의 엔트로피 변화량을 구하고, 열저장고와 물로 이루어진 전체 계의 엔트로피 변화량을 구하라.

4. [2점] 교재 43쪽, 문제 3-6.

5. [0점] 위키 피디아(www.wikipedia.org)에서 다음 용어를 찾아 그 의미를 알아보자 (en.wikipedia.org/wiki/Main_Page 참조).

- Helmholtz free energy