

# PHYSICAL CHEMISTRY

EXAM I (4/10/2014)

Dept. Chem. & Biol. Eng., Korea Univ.

Prof. D. J. Ahn

**1(10).** Comment briefly on the advantages and disadvantages of the following equations of state (EOS) or approaches: (a) virial EOS, (b) cubic EOS, and (c) principle of corresponding states

**2(10).** The molar heat capacities of ethane, C(s), and H<sub>2</sub>(g) are represented in the following table in the temperature range of 298 K to 400 K by the empirical expression  $C_{p,m}/(\text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}) = A + BT + C/T^2$ . Calculate the standard enthalpy of formation of ethane at 380 K from its value at 298 K:  $\Delta_f H^\circ(298\text{K}) = -84.68 \text{ kJ/mol}$ . Can we assume that  $C_{p,m}$  is constant?

	A	B/(10 <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup> )	C/(10 <sup>5</sup> K <sup>2</sup> )
Ethane	14.73	127.3	0
C(s)	16.86	4.77	-8.54
H <sub>2</sub> (g)	27.28	3.26	0.5

※ [3번~10번 문제] EOS가  $p(V-nb) = nRT$  를 만족하는 기체를 "고려기체"라 부르기로 했다.

**3(5).**  $\Pi_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_T - P$  를 이용하여 고려기체에 대해  $\Pi_T$  를 구하시오. ( $\Pi_T$  표현식을 유도하면 추가 5점)

**4(5).** 고려기체의 compression factor Z를 구하시오.

**5(5).** 고려기체는 어느 영역의 상태에 있는가? (그림1 과 그림2 참조)

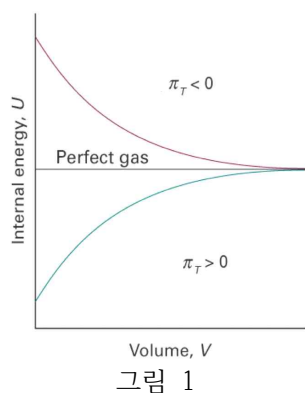


그림 1

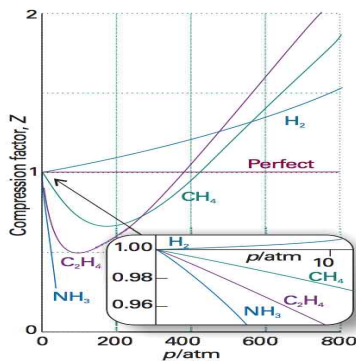


그림 2

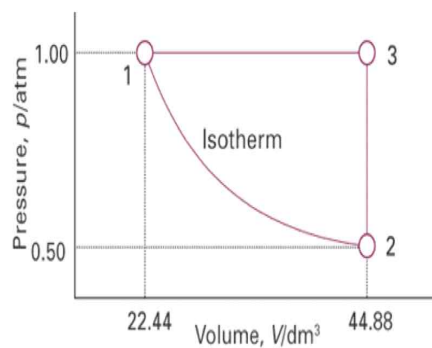


그림 3

**6(20).** 고려기체가 closed system에서 그림3의 공정을 거치며, 1→2단계 가역등온과정(reversible isothermal process), 2→3단계 등적과정(isochoric process), 그리고 3→1단계 등압과정(isobaric process)으로 구성되어 있다. 각 공정단계들 및 전체공정에 대해 q, w, ΔU, ΔH 를 구하고 해석하시오. (여기서, n = 1 mol, b = 5 dm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>, C<sub>V,m</sub> = 3R/2, 고려기체의 초기 상태는 p = 1 atm, V = 22.44 dm<sup>3</sup> 이다.)

**7(10).** 1→2단계를 가역단열과정(reversible adiabatic process)으로 변경할 때 1→2단계의 w를 구하시오.

**8(10).** 고려기체뿐 아니라 이상기체도 1→2단계에서 가역등온과정과 가역단열공정을 거칠 경우 각각의 w를 구하고 상호비교하시오. 또한, 총 4가지(=2종 기체×2종 공정)의 1→2공정을 1개의 2차원 PV-Diagram에 도시하시오.

**9(5).** 고려기체가 Joule-Thomson expansion 공정을 거칠 때 온도변화를 예측하시오.

(여기서,  $\mu = -\frac{1}{C_p} \left( V - T \left( \frac{dV}{dT} \right)_p \right)$  이다.  $\mu$  표현식을 유도하면 추가 5점)

**10(10).** 고려기체를 냉장고(그림4)의 냉매로 사용하면 냉장실에 어떤 영향이 있는가? 냉장효과를 향상시키기 위해서 냉장고를 어떻게 재설계해야하는지 기술하시오.

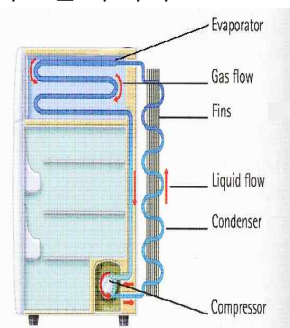


그림 4

※ **논술(30).** 기존의 화석연료에 더하여 태양광, 풍력, 연료전지 등 대체에너지와 최근 화두가 된 셰일가스 등 다양한 에너지 source가 시장에 나와 있다. 당신은 글로벌 기업의 CEO이다. 당신의 기업은 국제경쟁력을 가진 에너지 공정기술들을 다수 보유하고 있다. 열역학 법칙들과 에너지 시장의 유동성을 고려하여 향후 기업의 발전전략을 수립하시오. (점수부여 최소요건: "꼭찬" 10줄 이상)

[총점 120점]