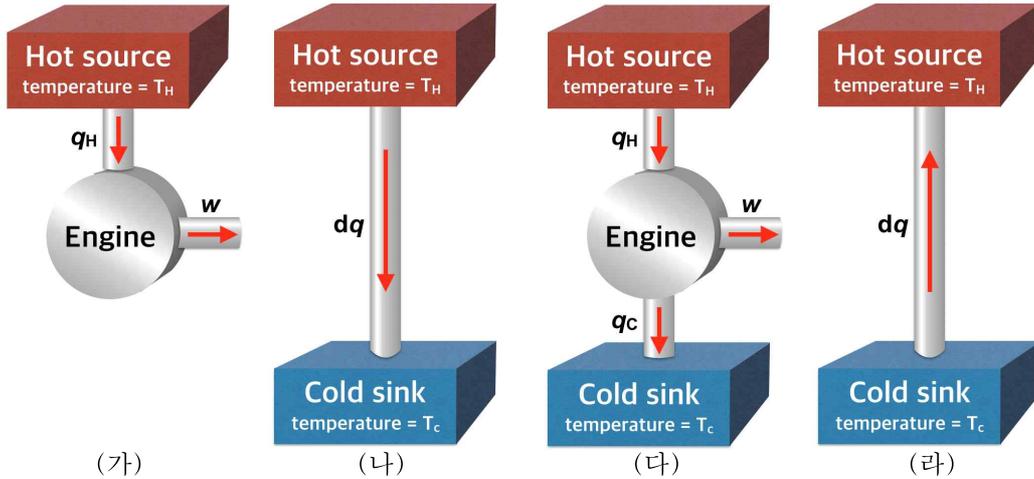


1(25). 엔트로피에 관한 다음 질문에 답하시오.

(a:5) 온도증가에 따라 분자들이 가지는 에너지 분포의 변화를 예로 엔트로피의 개념을 설명하시오.

(b:12) 엔트로피를 활용하여 공정 (가)~(라)의 가능성을 각각 판단하시오.



(c:8) (b)에서 불가능하다고 판단된 공정(들)이 가능하도록 공학적 설계를 제안하시오.

2(25). 기체를 표현하는 Generic Cubic Equation of State(EOS)가 아래와 같이 표현된다. 이로부터 여러 가지 EOS들을 도출할 수 있다. 아래 표에서 ①~⑩를 완성하시오.

$$P = \frac{RT}{(V_m - b)} - \frac{a(T)}{(V_m + \epsilon b)(V_m + \sigma b)} \quad (\text{여기서, } a(T) = \psi \frac{\alpha(T_r) R^2 T_c^2}{P_c})$$

EOS	$\alpha(T_r)$	σ	ϵ	Z_c
Ideal Gas	①	-	-	②
vdW (1873)	1	0	0	③
RK (1949)	$T_r^{-1/2}$	④	⑤	⑥
SRK (1972)	$\alpha_{SRK}(T_r; \omega)$	⑦	⑧	1/3
PR (1976)	$\alpha_{PR}(T_r; \omega)$	⑨	⑩	0.30740

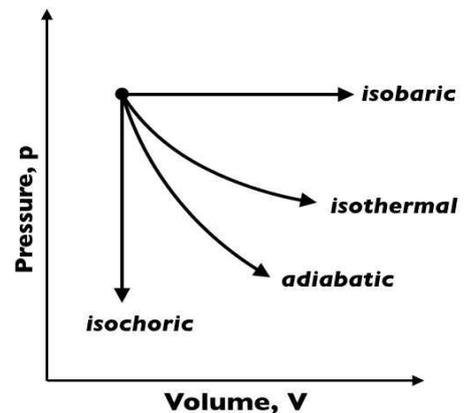
(※ 첨부 수식들을 참고하시오.)

3(30). 기체의 Polytropic Process들을 아래 그림과 같이 도시하였다.

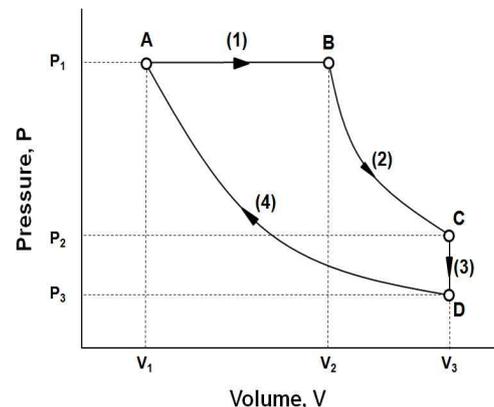
(a:12) vdW Gas의 경우 각 공정에 대해서 P-V 관계식을 유도하시오.

(b:12) $P_r^{sat}=66.115$, $T_r=0.7$ 을 만족하는 PR Gas에 대해서도 유도하시오. (단, $\omega = -1.0 - \log(P_r^{sat})_{T_r=0.7}$)

(c:6) (b)조건인 PR Gas에 대해 μ (Joule-Thomson coefficient)를 나타내는 관계식을 유도하고, Nozzle을 통해 이 기체를 통과시킬 때 온도변화에 대해 논하시오.



4(20). A sample of 1.00 mol diatomic perfect gas molecules is put through the following engine cycle shown in the figure: (1) isobaric volume expansion from A to B, (2) reversible adiabatic expansion from B to C, (3) isochoric pressure decrease from C to D, (4) reversible isothermal compression from D to A.



(a:10) Find q , w , ΔU , ΔH , and ΔS , respectively, for each step and for overall cycle.

(b:5) Estimate the efficiency (ϵ) of the engine.

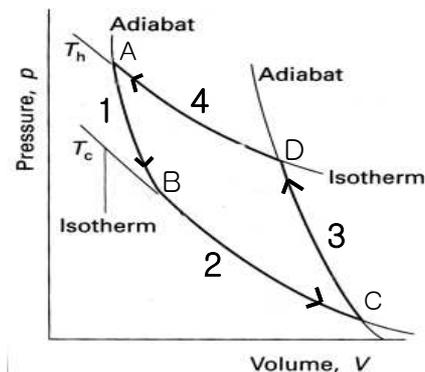
(c:5) Imagine that we can reverse the cycle direction, and show that this engine can pump heat from the environment. Estimate the COP of this heat pump.

5(20). We apply a Carnot cycle for a heat pump for refrigeration as shown in the figure, using a van der Waals gas. Assume heat capacity remains constant with temperatures.

(a:10) Find q , w , ΔU , ΔH , and ΔS , respectively, for each step (1, 2, 3, and 4) and for overall cycle.

(b:5) What is the pump efficiency COP?

(c:5) When the cycle is reversed, find its engine efficiency (ϵ).



6(15). 순수한 두 이상기체 A, B의 혼합에 관한 문제이다. 다음 물음에 답하시오.

(a:5) 한 용기를 동일한 크기의 두 칸으로 분리시킨 다음, 한쪽 칸에는 25°C의 A(g) 3.0 mol을 넣고 다른 한쪽에는 25°C의 B(g) 1.0 mol을 넣었다. 등온, 등압 하에서 칸막이를 제거했을 때의 $\Delta_{mix}G$ 를 구하시오.

(b:5) $\Delta_{mix}S$, $\Delta_{mix}H$, $\Delta_{mix}U$, $\Delta_{mix}V$ 를 구하시오.

(c:5) 여름철 Cool-Pack으로 활용하려면 어떤 혼합성질을 보유해야 하는가?

7(35). 상평형에 대한 다음 질문에 대해 답하시오.

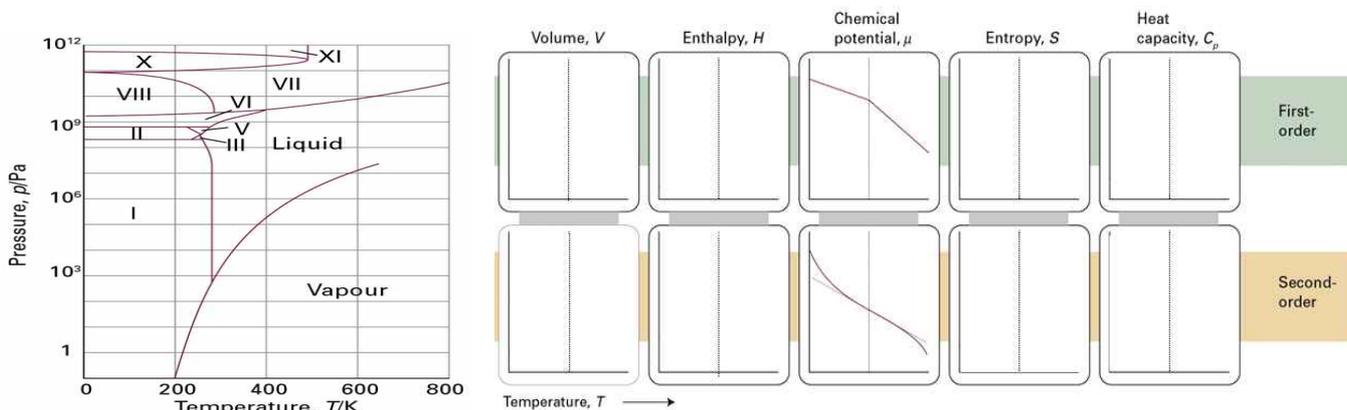
(a:8) Phase Rule(Degree of Freedom)을 유도하시오. (상의 수 π 개, 화학종의 수 N 개)

(b:6) 왼쪽 그림은 순수한 물에 대한 PT 상평형도이다. 삼중점 근처 영역에서 경계선 기울기의 경향과 그 이유를 설명하시오.

(c:8) 1 bar에서 온도가 200K에서 600K로 증가함에 따라 나타나는 DOF 변화를 구하고, 평형상태에서의 상변화를 Chemical Potential(μ)-온도(T) 관계를 통해 설명하시오.

(d:5) 초임계 유체상태인 물을 산업적으로 활용할 경우 장단점을 서술하시오.

(e:8) 오른쪽 그림은 상변화에 수반되는 몇 가지 열역학적 성질들의 변화를 나타낸다. 공란의 열역학적 성질의 그래프 개형을 도시하시오.



(총점 170)

※ 첨부: 활용할 수 있는 수식들

$$dU = TdS - PdV \quad dH = TdS + Vdp \quad dA = -SdT - pdV \quad dG = -SdT + Vdp$$

$$\pi_T = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = -P + T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \quad \mu = \left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = -\frac{1}{C_p} \left[V - T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \right]$$

vdW	$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$	RK	$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{T^{1/2} V_m (V_m + b)}$
SRK	$P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{\alpha(T)a_c}{V_m(V_m + b)}$	$\alpha_{SRK}(T_r; \omega) = [1 + (0.480 + 1.574\omega - 0.176\omega^2)(1 - T_r^{1/2})]^2$	
PR	$P = \frac{RT}{(V_m - b)} - \frac{a_c \alpha(T)}{V_m(V_m + b) + b(V_m - b)}$	$\alpha_{PR}(T_r; \omega) = [1 + (0.37464 + 1.54226\omega - 0.26992\omega^2)(1 - T_r^{1/2})]^2$	