

1장

에너지와 이상기체방정식

단위

단위계	길이 (length)	질량 (mass)	시간 (time)	온도 (temperature)	분자수 (unit mole number)
SI (CGS or MKS)	m	kg	s	K	kmol
	cm	g	s	K	Mol
British			s	R	Lb-mol

부피 (V): m^3

속도 (v) : m/s

가속도 (a) : m/s^2

힘 ($F=ma$) : $kg \cdot m/s^2 = N$

압력 ($P=F/A$) : $N/m^2 = Pa$

일 ($W=FL$) : $N \cdot m = J$

열 (Q) : $1 cal = 4.18 J$

농도 ($C=no./V$) : mol/m^3

밀도 ($\rho=m/V$) : kg/m^3

에너지

에너지의 여러가지 형태와 단위

일 (work, J) : $W = PV$

열 에너지 (calorie, Q) : $1J = 0.24 \text{ cal}$

운동에너지 (kinetic energy) : $E = mv^2/2$

위치에너지 (potential energy) : $E = mgh$

내부에너지 (internal energy): U

$$U + mgh + \frac{1}{2}mv^2 = Q - W$$

이상기체방정식

이상기체의 상태방정식

$$PV = nRT$$

$$R=0.082 \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{kmol}/\text{K}$$

일정온도에서, $P=nRT/V$

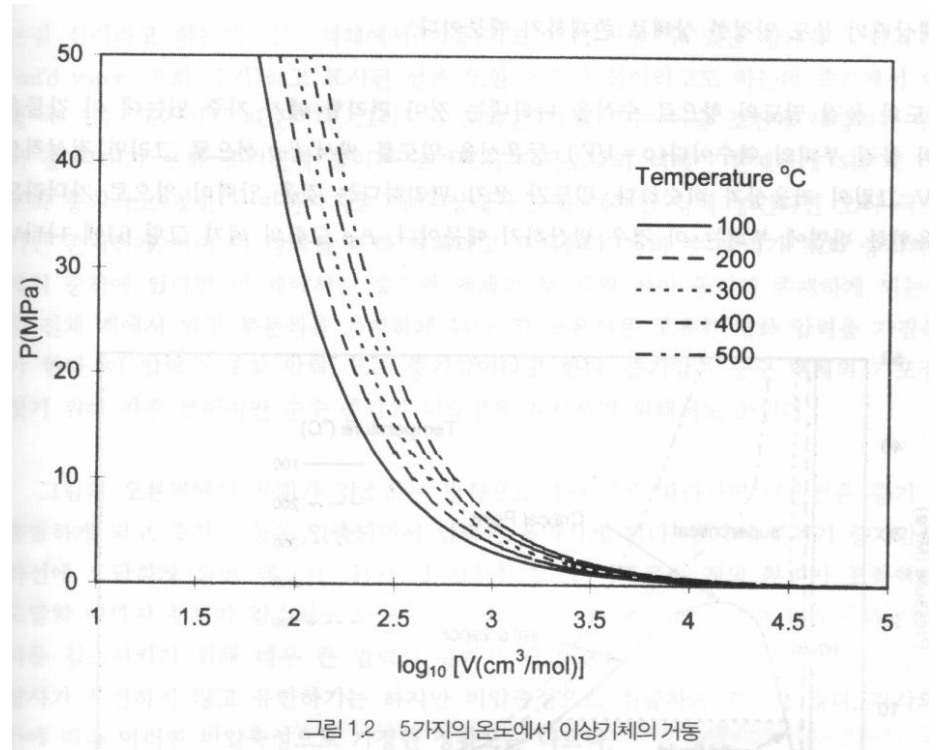


그림 1-2. 다른 온도에서의 이상기체의 거동 (15쪽)

연습문제 1.6

- 질소 (N_2) 가스에 대하여, $T=298K$, $P=1\text{bar}$ 에서 질량밀도 (g/l) 를 계산하시오.

풀이과정:

이상기체방정식 ($PV=nRT$) 에서, 몰수 n 은 $n=\text{질량}/\text{분자량}$ ($n=W/M_w$), 으로 표현되므로,

$$PV = \frac{W}{M_w} RT$$

따라서, 질량밀도는 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{W}{V} = \frac{PM_w}{RT}$$

$M_w=28\text{g/mol}$, $P=1\text{bar}$, $T=298K$, $R=83.143\text{cm}^3 \cdot \text{bar}/(\text{mol} \cdot K)$ 을 대입하면,

$$\mathbf{W/V=0.00113 \text{ g/cm}^3=1.13 \text{ g/l}}$$

물에 대한 PVT 선도

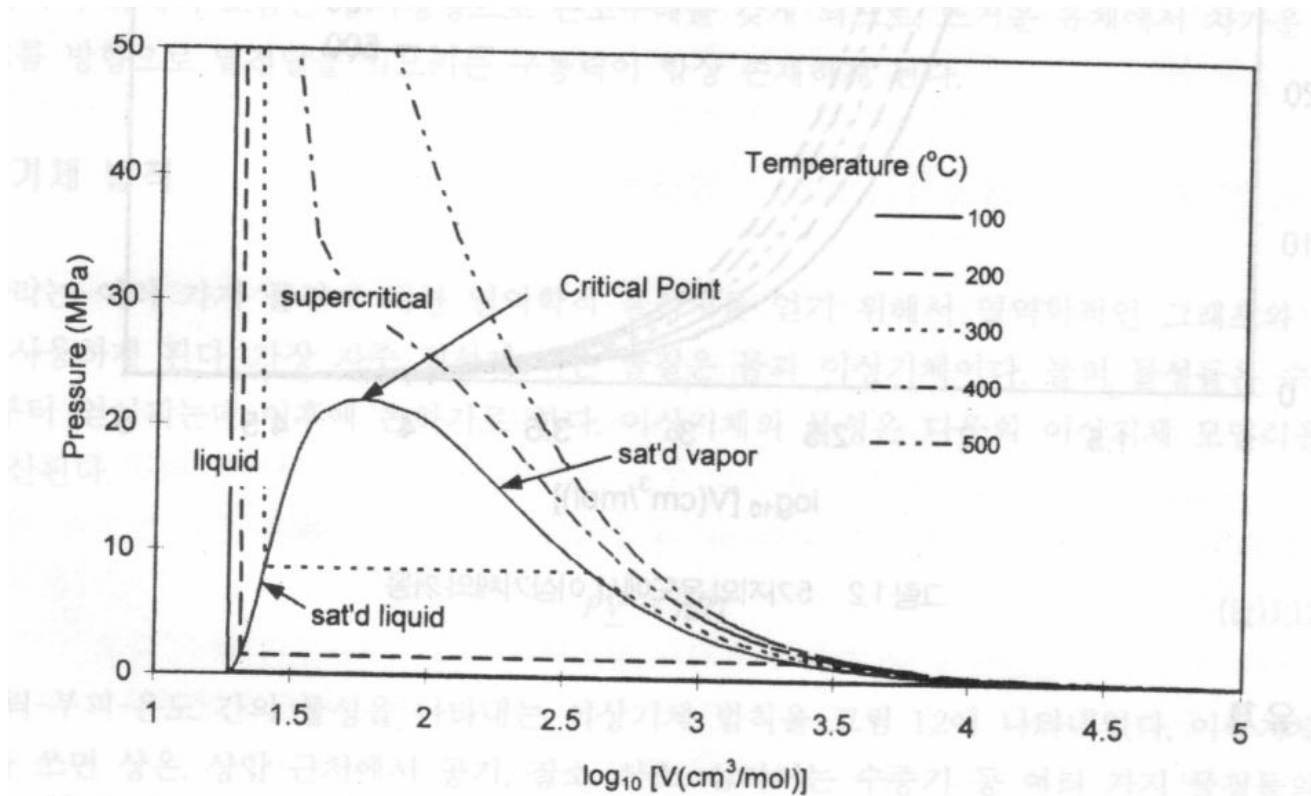


그림 1.3 그림 1.2.에서와 같은 온도에서 물의 P-V-T 거동. 부록 E에 나타난 수증기표로부터 작성한 그래프이다.

그림 1-3. 다른 온도에서의 물의 PVT 거동 (16쪽)

수증기표를 통한 기액상 판별

예제 1,1

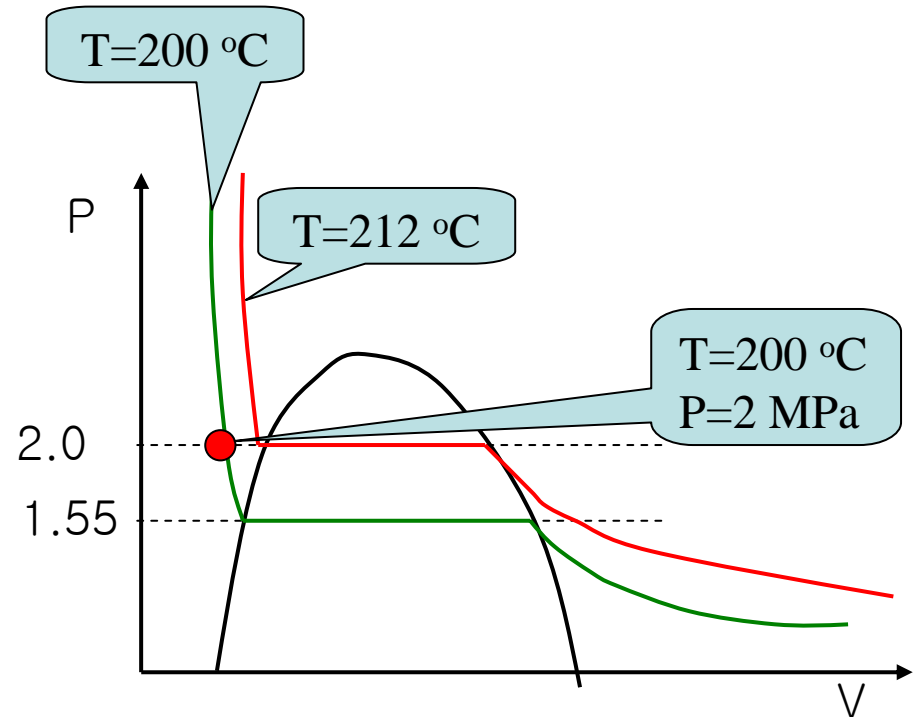
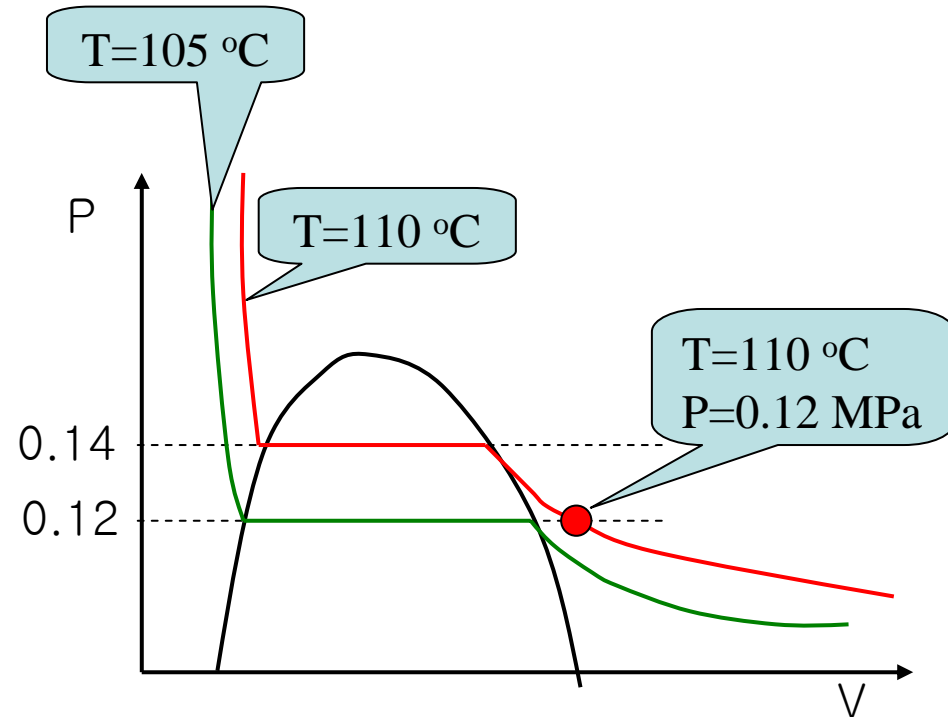
(a) $T=110^{\circ}\text{C}$, $P=0.12\text{MPa}$

- i) $T=110^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{sat}}=0.14\text{MPa}$
- ii) $P_{\text{sat}}=0.12\text{MPa}$, $T=105^{\circ}\text{C}$

예제 1,1

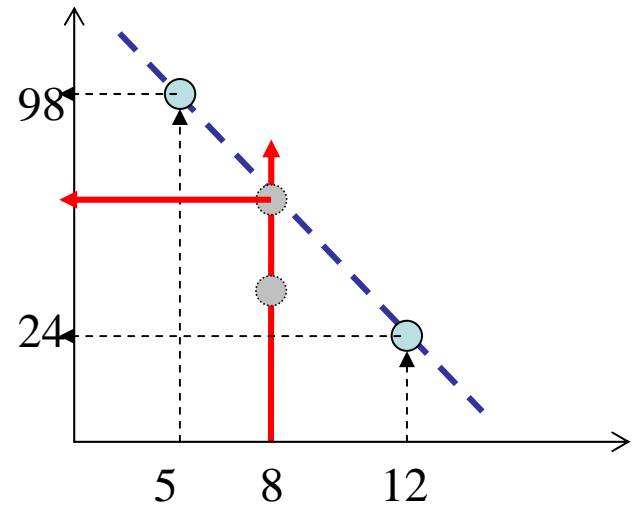
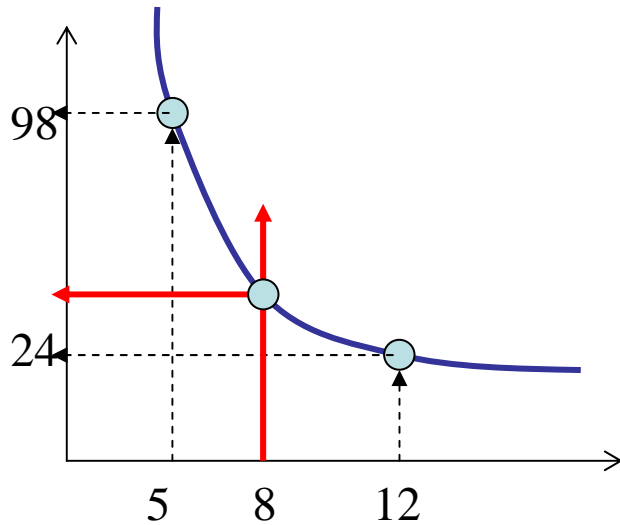
(b) $T=200^{\circ}\text{C}$, $P=2\text{MPa}$

- i) $T=200^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{sat}}=1.55\text{MPa}$
- ii) $P_{\text{sat}}=2\text{MPa}$, $T=212^{\circ}\text{C}$



수증기표를 통한 내부에너지 및 부피 계산

예제 1-2. 선형 안짐작(interpolation)



수증기표를 통한 내부에너지 및 부피 계산

예제 1.2: $P=5\text{MPa}$, $T=325\text{K}$ 에서, 내부에너지는?

수증기표로부터,

$P=5\text{MPa}$, $T=300\text{K}$ 에서 $U=2699\text{ KJ/kg}$

$P=5\text{MPa}$, $T=350\text{K}$ 에서 $U=2809\text{ KJ/kg}$

$$\frac{2809.5 - 2699}{350 - 300} = \frac{x - 2699}{325 - 300}$$

$$x = 2699 + \frac{325 - 300}{350 - 300} \cdot (2809.5 - 2699)$$

$$= 2754.3\text{KJ} / \text{kg}$$

과제 1장

- 연습문제

1.2, 1.4, 1.6, 1.9, 1.11, 1.18

연습문제 1.18

포화 수증기표로부터,

$T=60^{\circ}\text{C}$, $P^{\text{sat}}=0.02\text{MPa}$ 에서

$V^{\text{L}}=0.001\text{ m}^3/\text{kg}$, $V^{\text{V}}=7.67\text{ m}^3/\text{kg}$

$U^{\text{L}}=251\text{ KJ/kg}$, $U^{\text{V}}=2456\text{ KJ/kg}$

$H^{\text{L}}=251\text{ KJ/kg}$, $H^{\text{V}}=2609\text{ KJ/kg}$

