

화공열역학

2023년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

본 문제에서 제시된 수치는 문제 풀이를 위해 수정된 값으로 실제 물성 값이나 상황과 다소 차이가 날 수 있음

제 1 문. 외부 온도가 46.85 °C일 때, 주택 내부 온도를 26.85 °C로 냉방하기 위하여 0.25 kW로 구동되는 카르노 냉동기를 사용한다. 다음 물음에 답하시오. (단, 절대온도 = 섭씨온도 + 273.15이고, S 는 주택 내부의 엔트로피, S_{surr} 은 외부의 엔트로피이다) (총 30점)

- 1) 24시간 동안 주택에서 방출되는 열[kJ]을 구하시오. (10점)
- 2) 24시간 동안의 $|\Delta S|$ [kJ · K⁻¹]를 구하시오. (10점)
- 3) 24시간 동안의 $|\Delta S_{\text{surr}}|$ [kJ · K⁻¹]를 구하시오. (10점)

제 2 문. 나프탈렌(1)과 n-헥산(2)으로 구성된 이성분 용액의 과잉깁스에너지모델은 다음과 같다. (단, $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, G^E : 과잉깁스에너지, T [K]: 절대온도, x_i : 성분 i 의 몰분율, A_{ij} : 파라미터, γ_i^∞ : 성분 i 의 무한희석 상태에서의 활동도 계수)

$$\frac{G^E}{x_1 x_2 R T} = (A_{21} x_1 + A_{12} x_2), \ln \gamma_1^\infty = 0.96, \ln \gamma_2^\infty = 1.15$$

다음 물음에 답하시오.

(총 30점)

- 1) 성분 1의 활동도 계수를 구하는 다음의 식을 유도하시오. (10점)

$$\ln \gamma_1 = x_2^2 [A_{12} + 2(A_{21} - A_{12})x_1]$$

- 2) 380 K의 기포점에서 $x_1 = 0.222$ 일 때, 계의 압력[mmHg]을 구하시오. (단, 380 K에서 나프탈렌과 n-헥산의 증기압은 각각 24.9 mmHg, 2,203.4 mmHg이고, A_{12} 와 A_{21} 은 온도에 무관한 매개변수이며, 기상은 이상기체이다) (20점)

제 3 문. 아래 표는 물에 대한 물성 표이다. 보일러와 터빈에서의 흐름이 정상상태일 때,
다음 물음에 답하시오. (총 40점)

	H (kJ · kg ⁻¹)	S (kJ · kg ⁻¹ · K ⁻¹)	V (m ³ · kg ⁻¹)
0.5 MPa, 155 °C 포화액체	640	1.86	0.001
0.5 MPa, 400 °C 과열증기	3,270	7.70	0.6
0.1 MPa, 100 °C 과열증기	2,675	7.30	1.7
0.1 MPa, 200 °C 과열증기	2,875	7.80	2.2

- 단일 입·출구로 구성된 보일러가 있다. 포화액체 상태의 물이 0.5 MPa, 155 °C에서 3 kg · s⁻¹의 유량으로 직경 0.02 m인 단일 수평관으로 유입되며, 0.5 MPa, 400 °C에서 과열증기가 직경 0.2 m인 단일 수평관을 통해 배출될 때, 보일러에 공급해야 하는 열[kJ · s⁻¹]을 구하시오. (단, π = 3으로 계산하고, 축일과 위치에너지는 무시한다) (20점)
- 1)의 보일러로부터 배출된 과열증기가 가역 단열 터빈으로 이동한다. 터빈 통과 후 과열증기의 압력이 0.1 MPa일 때, 터빈으로부터 얻을 수 있는 최대 일률[kW]을 구하시오. (단, 터빈의 입·출구에서 유속[m · s⁻¹]은 동일하다) (20점)