1. <보기>에서 열역학 제1법칙과 에너지 함수의 성질에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 내부에너지와 엔탈피는 상태함수이므로, 순환 공정 후 그 변화량은 0이다.
ㄴ. 일과 열은 경로함수이며, 가역 압축-팽창 일은 압력-부피 적분으로 표현된다.
ㄷ. 제1종 영구기관은 열역학 제1법칙을 위반하므로 이론적으로 제작이 불가능하다.
ㄹ. 고립계에서 에너지의 형태가 변하더라도 전체 에너지의 총량은 보존된다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

2. 어떤 카르노기관이 가역적으로 작동하여 뜨거운 열저장고로부터 100kJ의 열을 흡수하고 300K의 차가운 열저장고로 60kJ의 열을 방출한다고 할 때 뜨거운 열저장고의 온도[K]는?

① 360 ② 400
③ 460 ④ 500

3. 일정한 압력에서 최소 끓음 공비혼합물(minimum-boiling azeotrope)을 형성하는 A-B 이성분계의 기액평형에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 공비점에서의 상대 휘발도는 1이다.
② 공비점은 기포점선과 이슬점선이 만나는 지점이다.
③ 공비를 형성하는 이성분계는 비이상용액 거동을 나타낸다.
④ 공비를 형성하는 이성분계는 압력을 변화시켜도 공비 조성과 공비 온도는 변하지 않는다.

4. 잔류 깁스 에너지가 $G^R = BP$를 만족하는 실제 기체의 잔류 성질로 옳지 않은 것은? (단, B는 온도만의 함수이다.)

① 잔류 부피: $V^R = B$

② 잔류 엔탈피: $H^R = P\left(B - T\frac{dB}{dT}\right)$

③ 잔류 엔트로피: $S^R = B - P\frac{dB}{dT}$

④ 잔류 내부에너지: $U^R = -PT\frac{dB}{dT}$

5. 실린더-피스톤 장치에 2mol의 이상기체가 들어있다. 이 기체는 300K에서 가역 등온 팽창하여 압력이 800kPa에서 200kPa로 감소하였다. 기체상수 R=8J·mol^{-1}·K^{-1}일 때, 이 과정에서 기체가 한 일의 크기[kJ]는? (단, ln4=1.4로 가정한다.)

① 3.36 ② 4.80
③ 6.72 ④ 19.20

6. 40℃에서 성분 1과 성분 2로 이루어진 실제 용액이 기액평형에 있다. 각 성분의 용액에서의 조성(x_i) 및 활동도 계수(γ_i)는 <보기>와 같다. 해당 온도에서 순수 성분의 증기압은 P_1^{sat}=100kPa, P_2^{sat}=50kPa일 때, 기상이 이상기체라면 이 혼합물의 기포점 압력(bubble point pressure)[kPa]은?

<보기>

$x_1 = 0.4,\ x_2 = 0.6,\ \gamma_1 = 1.25,\ \gamma_2 = 1.20$

① 70 ② 80
③ 86 ④ 92

7. van der Waals 식 $P=\frac{RT}{V-b}-\frac{a}{V^2}$을 따르는 기체의 임계부피와 임계압력은 <보기>와 같다. 임계점에서 해당 기체의 압축인자 Z_c는?

<보기>

임계부피: $V_c=3b$, 임계압력: $P_c=\frac{a}{27b^2}$

① $\frac{3}{8}$ ② $\frac{5}{8}$

③ $\frac{7}{8}$ ④ 1

8. 이상기체가 정상상태로 작동하는 단열 조름밸브(throttling valve)에 5bar, 50℃의 상태로 유입되고 1bar로 팽창되어 유출된다. 출구에서 이상기체의 온도[℃]는? (단, 축일은 없으며 운동에너지와 위치에너지는 무시한다.)

① 10 ② 50

③ 100 ④ 250

9. 표준상태에서 암모니아(NH_3)는 융해엔탈피 $\Delta H_{fus}=6\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$이며 융해엔트로피 $\Delta S_{fus}=30\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$라고 할 때, 고체-액체의 상평형온도[K]는? (단, ΔH_{fus}와 ΔS_{fus}는 온도에 따라서 일정하다.)

① 50 ② 100

③ 150 ④ 200

10. 실제 기체의 정압열용량(C_P)과 정적열용량(C_V) 간의 관계식으로 가장 옳은 것은?

① $C_P=C_V+T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$

② $C_P=C_V+P\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$

③ $C_P=C_V+V\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$

④ $C_P=C_V+R$

11. 랭킨 사이클(Rankine cycle)에서 터빈(turbine) 입구 엔탈피가 $3{,}000\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, 실제 출구 엔탈피가 $2{,}200\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, 등엔트로피 출구 엔탈피가 $2{,}000\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$이다. 터빈의 등엔트로피 효율은?

① 0.6 ② 0.7

③ 0.8 ④ 0.9

12. 단순 압축계(simple compressible system)의 열팽창계수(α)와 등온 압축률(χ_T)은 각각 <보기>와 같이 정의된다. 이때 온도가 일정할 때 부피에 대한 내부에너지 변화율 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$와 같은 것은?

<보기>

$\alpha=\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$, $\chi_T=-\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$

① $T\frac{\alpha}{\chi_T}-P$ ② $P-T\frac{\alpha}{\chi_T}$

③ $T\frac{\chi_T}{\alpha}-P$ ④ $P+T\frac{\chi_T}{\alpha}$

13. 성분 A와 B가 각각 50mol%씩 포함된 2성분계 이상용액이 등온 플래시(isothermal flash) 장치에 연속적으로 공급되고 있다. 플래시 장치에 유체가 정상상태에서 몰유량 $100\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$로 투입된 후, 일정한 온도와 압력에서 부분적으로 기화되어 열역학적 평형에 도달한 후 기상과 액상으로 분리되어 유출된다. 각 성분(A, B)의 기액평형상수가 $K_A=2.0$, $K_B=0.5$이고 Raoult 법칙이 성립한다면 증기의 유출 몰유량[$\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$]은?

① 25 ② 50

③ 75 ④ 100

14. 일정한 온도와 압력에서 이상기체 혼합물(ideal gas mixture)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 혼합물의 몰부피는 각 성분의 부분 몰부피와 같다.

② 이상기체의 혼합에 따른 엔탈피 변화는 0이다.

③ 이상기체의 혼합에 따른 엔트로피 변화는 0보다 크다.

④ 이상기체의 혼합에 따른 깁스 에너지 변화는 0이다.

15. 압축인자에 대한 Pitzer correlation은 $Z = Z^0 + \omega Z^1$로 표현되며, 이때 ω는 이심인자(acentric factor)이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① $\omega = 0$인 물질은 이상기체와 동일한 거동을 나타낸다.
② 이심인자 ω는 물질의 임계온도만으로 결정할 수 있다.
③ 이심인자 ω는 복잡한 분자 구조의 영향을 받는다.
④ 동일한 환산온도, 환산압력을 갖는 모든 실제 유체는 이심인자와 관계없이 동일한 압축인자를 갖는다.

16. 어느 반응의 표준 반응 엔탈피 $\Delta H° = 48\text{kJ·mol}^{-1}$이며, 해당 반응의 평형상수는 K이다. 온도를 300K에서 320K로 높였을 때 $\ln K$의 변화량($\Delta \ln K$)은? (단, $R = 8\text{J·mol}^{-1}\text{·K}^{-1}$이며, $\Delta H°$의 값은 일정하다.)

① 1.15 ② 1.20
③ 1.25 ④ 1.30

17. 일정한 온도와 압력에서 성분 1과 성분 2로 이루어진 2성분 용액의 몰 엔탈피 $H(\text{J·mol}^{-1})$가 <보기>와 같이 표현된다. 성분 1의 무한희석(infinite dilution) 상태에서 성분 1의 부분 몰 엔탈피의 값[J·mol^{-1}]은? (단, x_1, x_2는 각각 성분 1과 성분 2의 몰분율이다.)

<보기>

$$H = 300x_1 + 500x_2 + 40x_1x_2$$

① 260 ② 340
③ 420 ④ 500

18. 600K의 고온열원과 300K의 저온열원 사이에서 가역 카르노 열기관과 실제 냉동기가 결합되어 작동한다. 카르노 열기관에서 생산되는 일은 모두 실제 냉동기를 구동하는 데 사용되며, 외부로 전달되는 일은 없다. 카르노 열기관은 한 사이클 동안 고온열원으로부터 1,200kJ의 열을 공급받으며, 실제 냉동기의 성능계수는 동일한 두 열원에서 작동하는 가역 카르노 냉동기 성능계수의 80%이다. 이 결합 장치의 한 사이클 동안의 엔트로피 발생량에 가장 가까운 값[kJ·K^{-1}]은?

① 0.05 ② 0.10
③ 0.15 ④ 0.20

19. 300K에서 어떤 실제 기체가 비리얼 상태방정식(virial equation of state) $Z = 1 + \frac{BP}{RT}$를 따른다. 해당 기체의 제2 비리얼 계수(second virial coefficient) $B = -160\text{cm}^3\text{·mol}^{-1}$이고, 압력 $P = 5\text{bar}$이다. 기체상수 $R = 80\text{cm}^3\text{·bar·mol}^{-1}\text{·K}^{-1}$일 때, 해당 기체의 압축인자 Z의 값과 그에 따른 해석을 옳게 짝지은 것은?

	Z의 값	압축인자 해석
①	$\frac{29}{30}$	해당 기체의 몰 부피는 이상기체에 비해 작다.
②	$\frac{29}{30}$	해당 기체의 몰 부피는 이상기체에 비해 크다.
③	$\frac{31}{30}$	해당 기체의 몰 부피는 이상기체에 비해 작다.
④	$\frac{31}{30}$	해당 기체의 몰 부피는 이상기체에 비해 크다.

20. 1mol의 이상기체가 가역 과정에 의해 초기 상태(300K, 1bar)에서 나중 상태(600K, 2bar)로 변화하였다. 이상기체의 정압열용량은 $C_P = (25 + 0.02T)\text{J·mol}^{-1}\text{·K}^{-1}$이고 기체상수는 $R = 8\text{J·mol}^{-1}\text{·K}^{-1}$일 때, 이 과정에서 이상기체의 몰 엔트로피 변화량[$\text{J·mol}^{-1}\text{·K}^{-1}$]은? (단, $\ln 2 = 0.7$로 가정한다.)

① 12.3 ② 17.9
③ 23.5 ④ 29.1