화공열역학

문 1. 다음 설명 중 옳은 것을 모두 고르면?

ㄱ. 증기와 평형을 이루는 메탄올 수용액의 자유도는 1이다.
ㄴ. 열은 한 물체에서 다른 물체로, 또는 계와 주위를 이동할 수 있는 에너지의 한 형태이다.
ㄷ. 압력은 단위 면적당 받는 힘이다.
ㄹ. 일은 힘이 어떤 거리에 걸쳐 작용하는 크기를 나타내는 벡터량이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄷ, ㄹ

문 2. 이상기체가 가역공정을 거칠 때 내부에너지의 변화값과 엔탈피의 변화값이 항상 같게 되는 공정은?

① 일정부피공정 ② 일정온도공정
③ 일정압력공정 ④ 단열공정

문 3. 온도가 T_1인 고온 열저장고로부터 열 Q_1을 흡수하고 일 W를 생산하며 온도가 T_2인 저온 열저장고로 열 Q_2를 방출하는 열기관이 있다. 이 열기관이 가역적으로 운전된다고 할 때 효율을 나타낸 식으로 옳은 것은? (단, T_1과 T_2는 절대온도이다)

① $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$ ② $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$
③ $\frac{T_1}{T_1 - T_2}$ ④ $\frac{T_2}{T_1 - T_2}$

문 4. 초기에 300 K에 있는 1.5 몰의 단분자 이상기체가 단열적으로 가역팽창을 하여 외부에 1,300 J의 일을 행하고 있다. 이 공정에서 엔탈피 변화[J]는? (단, 이상기체의 일정부피 열용량 $C_V = \frac{3}{2}R$ 이다)

① −625 ② −1,317
③ −1,955 ④ −2,167

문 5. 1 몰의 이상기체가 400 K, 100 Pa에서 1,000 Pa로 가역등온압축될 때, 계가 흡수하거나 방출한 열의 절대값[cal]은? (단, R = 1.987 cal/mol · K, ln 10 = 2.3이다)

① 914 ② 3,656
③ 1,828 ④ 36,560

문 6. 초기의 온도와 압력이 각각 330 K, 4 bar인 피스톤이 온도가 일정하게 유지되는 조건에서 팽창한다. 1 bar인 외부의 압력에 대하여 갑자기 팽창하는 비가역적인 과정을 통해 얻을 수 있는 일은 피스톤이 할 수 있는 최대 일의 몇 %인가? (단, 기체는 이상기체이고, ln 4 = 1.4이다)

① 33.3% ② 53.6%
③ 66.6% ④ 75.0%

문 7. 단열된 터빈으로 유입되는 수증기의 온도와 압력은 각각 500 °C와 1.4 MPa이고, 출구에서의 온도와 압력은 각각 360 °C와 0.6 MPa이다. 수증기의 성질이 다음 표와 같이 주어질 때, 터빈으로부터 얻을 수 있는 최대 일[kJ/kg]은?

압력[MPa]	온도[°C]	엔탈피[kJ/kg]	엔트로피[kJ/kg · K]
1.4	500	3,474	7.60
0.6	350	3,166	7.54
0.6	360	3,187	7.60
0.6	400	3,270	7.70

① 104
② 204
③ 287
④ 308

문 8. 1 bar, 110 °C에서 평형상태를 이루고 있는 n-헵탄(1)과 에틸벤젠(2) 혼합물에서 n-헵탄의 액상몰분율(x_1)과 기상몰분율(y_1)은 각각 얼마인가? (단, 계는 라울의 법칙(Raoult's Law)을 따르며 110°C에서 각 순수 성분의 증기압은 $P_1^{sat} = 1.41$ bar, $P_2^{sat} = 0.47$ bar이다)

	x_1	y_1
①	0.56	0.79
②	0.44	0.74
③	0.56	0.85
④	0.44	0.20

문 9. 40 °C에서 메탄올(1)과 물(2)이 다음 표와 같이 기−액 평형에 있다. 메탄올의 액상몰분율이 0.3일 때 메탄올의 활동도계수는? (단, 기체는 이상기체로 가정한다)

x_1 (메탄올의 액상몰분율)	y_1 (메탄올의 기상몰분율)	P[kPa] (계의 전체압력)
0.0	0.0	7.0
0.30	0.72	18.0
1.0	1.0	36.0

① 0.72
② 0.80
③ 1.00
④ 1.20

문 10. 발열량이 10,000 kcal/kg인 어떤 연료 1 kg을 연소해서 30 %가 유용한 일로 전환될 때, 이 일을 사용하여 500 kg의 물체를 올릴 수 있는 최대 높이[m]는? (단, 1 cal는 4.2 J로, 중력가속도는 10 m/s^{2}으로 가정한다)

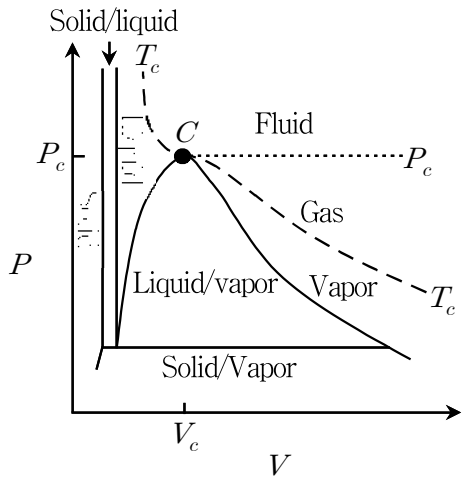
① 25.2
② 252
③ 2,520
④ 252,000

문 11. 다음 열역학 성질들 간의 관계식 중 옳은 것을 모두 고르면? (단, U, H, A, G, S, V는 각각 몰당 내부에너지, 몰당 엔탈피, 몰당 헬름홀츠에너지, 몰당 깁스에너지, 몰당 엔트로피, 몰당 부피를 나타낸다)

ㄱ. dU = TdS + PdV
ㄴ. dH = TdS + VdP
ㄷ. dA = −PdV − SdT
ㄹ. dG = VdP + SdT

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ

문 12. 어느 순수물질의 압력-부피(P-V)선도를 나타낸 다음 그림에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 특정 순수물질에서 임계온도(T_c)는 임계압력(P_c)이 증가할수록 비례하여 증가한다.
② 초임계영역(Fluid 영역)은 기화나 응축이 발생하는 영역이다.
③ 임계점(T_c, P_c)은 물질이 기상 또는 액상으로 존재할 수 있는 최저의 온도와 압력이다.
④ T_c 이하의 온도에서 증기는 압축과정에 의해 응축될 수 있다.

문 13. 냉동기에 사용되는 냉매가 갖추어야 할 특성으로 옳지 않은 것은?
① 증발기 내부의 증기압은 대기압보다 낮아야 한다.
② 증발잠열이 커야 한다.
③ 임계압력은 최고 조작압력보다 높아야 한다.
④ 독성이 없고, 부식성이 없어야 한다.

문 14. 각 성분에 대한 표준생성열이 다음 표와 같을 때, 298 K에서 1 몰의 n-pentane의 연소열[kJ]은? (단, 연소생성물은 $CO_2(g)$와 $H_2O(\ell)$이다)

성분	298 K에서의 표준생성열 $\triangle H^\circ_{298}$[kJ]
n−pentane	−147
$CO_2(g)$	−394
$H_2O(\ell)$	−285

① −532 ② −1,064
③ −3,275 ④ −3,533

문 15. 순수한 유체의 특성으로 옳지 않은 것은?
① 순수한 화학물질은 임계온도와 임계압력 아래서 기−액 평형을 이룰 수 있다.
② 압축인자(Z)는 $Z=\dfrac{RT}{PV}$이고, 압력이 0에 가까워지면 Z는 1에 가까워져 $PV=RT$의 관계를 갖는다.
③ 이상기체의 정압열용량(C_P)과 정적열용량(C_V)이 일정하다면, 두 열용량의 비율 및 그 차이는 일정하다.
④ 아르곤, 크립톤과 같은 단순 유체들은 같은 환산온도와 환산압력에서 비교하면 거의 같은 압축인자를 갖는다.

문 16. 4단계로 구성된 공기 표준 디젤 사이클의 순서로 옳은 것은?
① 단열압축 → 일정압력가열 → 단열팽창 → 일정부피냉각
② 단열압축 → 일정부피가열 → 단열팽창 → 일정부피냉각
③ 단열압축 → 일정압력가열 → 단열팽창 → 일정압력냉각
④ 단열압축 → 일정온도팽창 → 단열팽창 → 일정온도압축

문 17. 기체상태에 있는 1 몰의 CH_4와 1 몰의 H_2O 및 1 몰의 H_2를 반응기에 동시에 넣고 $CH_4(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$의 반응을 진행시킨 후 평형상태에 도달하게 하였다. 평형상태에서 $CO(g)$의 몰분율이 0.1로 측정되었을 때, 반응기에 남아 있는 $H_2(g)$의 몰분율은?
① 0.375 ② 0.567
③ 0.625 ④ 1.000

문 18. 이상기체 1 몰이 15 kPa에서 5 kPa로 가역등온팽창할 때, 몰당 엔트로피 변화는? (단, R=기체상수, ln 3=1.098이다)
① 1.098R ② 2.196R
③ 3.294R ④ 4.392R

문 19. 압축인자(Z)가 $Z=1+BP+CP^2$인 실제기체(real gas)의 퓨개시티(fugacity) 계수(ϕ)는? (단, B와 C는 상수이다)
① $\phi=\exp(BP+\dfrac{C}{2}P^2)$
② $\phi=\exp(\dfrac{1}{P}+B+CP)$
③ $\phi=\exp(1+BP+CP^2)$
④ $\phi=\exp(\ln P+BP+\dfrac{C}{2}P^2)$

문 20. 이심인자(acentric factor, ω)는 분자의 구조적 편차를 나타내는 지표로 환산증기압(P_r^{sat})에 의해 계산될 수 있다. 서로 다른 물질의 환산증기압이 다음과 같을 때, ω값이 가장 작은 것은?

환산온도 T_r = 0.7에서 측정한 각 물질의 환산증기압(P_r^{sat})
ㄱ. 0.03 ㄴ. 0.05 ㄷ. 0.07 ㄹ. 0.10

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄹ