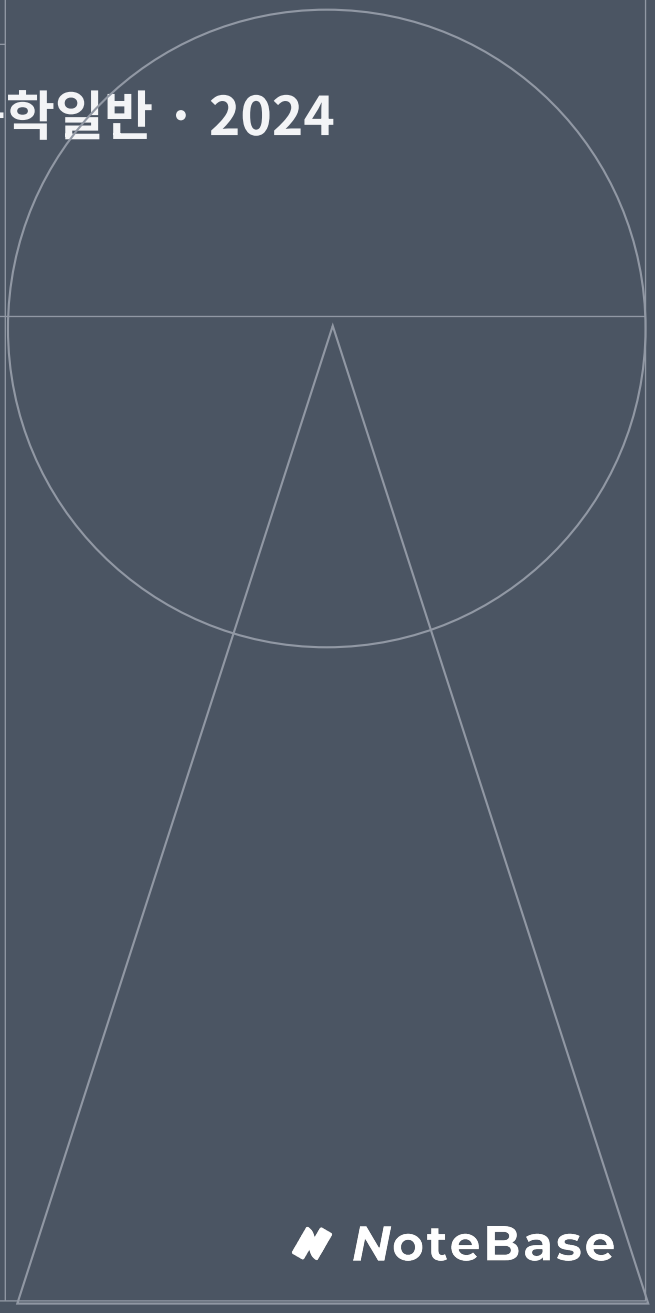
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학공학일반 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학공학일반 · 2024

공무원/지방직/9급 · 화학공학일반 · 2024

문 1. 표준대기압에서 수소가스 실린더의 게이지 압력이 1 atm일 때 절대 압력[atm]은?

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 3번

간단한 해설

게이지 압력은 대기압을 기준으로 한 압력이므로, 절대 압력을 구할 때는 **대기압을 더한다**. 표준대기압 1 atm을 더하면 절대 압력은 2 atm이다.

계산 과정

절대 압력은 완전진공을 0으로 삼고, 게이지 압력은 주변 대기압을 0으로 삼는다. 따라서 게이지 압력 1 atm은 실린더 내부의 압력이 **대기압보다 1 atm 높다**는 뜻이다.

두 압력의 기준 차이를 반영하면 절대 압력 = 게이지 압력 + 대기압이다. 문제에서 주변은 표준대기압이므로 대기압은 1 atm이고, 게이지 압력도 1 atm이다. 두 값의 단위가 같으므로 단위 변환 없이 더한다.

절대 압력 = 1 + 1 = 2 atm이다. 이는 ③의 2에 해당한다.

NoteBase

문 2. 뉴턴(Newton)의 점성법칙에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 점도는 온도의존성이 없다.

② 전단응력은 전단변형률에 비례한다.

③ 물, 공기는 뉴턴 유체이다.

④ 뉴턴의 점성법칙을 따르는 유체는 뉴턴 유체이다.

정답 1번

간단한 해설

뉴턴 유체의 점도가 일정하다는 것은 온도·압력이 같을 때 전단속도에 따라 변하지 않는다는 뜻이다. 점도 자체는 **온도에 따라 달라지며**, 일반적으로 온도가 상승하면 액체의 점도는 감소하고 기체의 점도는 증가한다.

선지별 해설

① X: 점도는 **온도의 영향을 받는다**. 일반적으로 온도가 상승하면 액체의 점도는 감소하고 기체의 점도는 증가한다. 뉴턴 유체에서 점도가 일정하다는 것은 온도·압력을 고정했을 때 전단속도를 바꾸어도 점도가 변하지 않는다는 뜻이다.

② O: 여기서 전단변형률은 **단위 시간당 전단변형인 전단속도**를 뜻한다. 단순 전단유동에서 뉴턴의 점성법칙은 $\tau = \mu \frac{du}{dy}$이다. τ는 전단응력, μ는 점도이고, $\frac{du}{dy}$는 유체층 사이의 속도구배로서 전단속도를 나타낸다.
온도·압력이 일정하면 μ가 일정하므로 전단응력은 전단속도에 비례한다.

③ O: 물과 공기는 통상적인 조건에서 **뉴턴 유체**로 취급한다. 온도·압력이 같으면 전단속도를 달리해도 점도가 거의 일정하여 전단응력과 전단속도가 선형 비례한다.

④ O: **뉴턴의 점성법칙을 따르는 유체**를 뉴턴 유체라고 한다. 일정한 온도·압력에서 전단응력과 전단속도의 비례상수인 점도가 전단속도에 의존하지 않는 것이 그 특징이다.

NoteBase

문 3. 기체분자 운동론에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 한 입자와 다른 입자의 충돌은 완전 탄성 충돌이다.

② 기체는 끊임없이 무질서하게 운동하는 분자로 이루어져 있다.

③ 분자들 사이에 인력이나 척력이 작용하지 않는다.

④ 분자의 지름은 상호 충돌 시 평균 이동거리와 유사하다.

정답 4번

간단한 해설

분자의 지름은 충돌 사이에 이동하는 평균 거리인 '평균자유행로'와 비슷한 것이 아니라 **평균자유행로보다 매우 작다**고 가정한다. 분자 자체의 크기를 무시할 만큼 분자 사이의 빈 공간이 크다는 뜻이다.

선지별 해설

① O: 기체분자 운동론에서는 분자 사이의 충돌을 완전 탄성 충돌로 가정한다. 충돌로 각 분자의 속도와 운동 방향은 달라질 수 있지만, **충돌 전후 두 분자의 운동에너지 총합은 보존된다**.

② O: 기체는 **끊임없이 무질서하게 운동하는 분자**로 이루어져 있다고 가정한다. 분자들은 충돌 사이에는 직선으로 이동하고, 다른 분자나 용기 벽과 충돌하면 운동 방향이 바뀐다.

③ O: 이상기체를 다루는 기체분자 운동론에서는 **충돌하는 순간을 제외하면 분자 사이의 인력과 척력을 무시한다**. 따라서 충돌 사이에는 다른 분자와의 상호작용 때문에 속력이 변하지 않는다고 본다.

④ X: 평균자유행로는 한 분자가 연속된 두 충돌 사이에 이동하는 거리의 평균이다. 분자의 지름은 이 거리와 유사한 것이 아니라 **평균자유행로에 비해 매우 작다**고 가정한다. 분자 자체의 부피를 기체가 차지하는 전체 부피에 비해 무시할 수 있을 정도로 분자들이 서로 멀리 떨어져 있다는 뜻이다.

NoteBase

문 4. 2 mol의 프로페인(C_3H_8)이 12 mol의 산소(O_2)와 반응하여 완전 연소하였을 때 과잉반응물의 과잉분율 [mol%]은?

① 10

② 20

③ 40

④ 50

정답 2번

간단한 해설

프로페인 2 mol의 완전 연소에 필요한 산소는 10 mol이므로, 공급된 12 mol 중 2 mol이 과잉이다. 과잉분율은 **이론적으로 필요한 산소량을 기준**으로 하므로 20 mol%이다.

계산 과정

완전 연소에서는 프로페인의 탄소가 이산화탄소로, 수소가 물로 된다. 원자 수를 맞춘 반응식은 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$이다. 따라서 프로페인과 산소의 반응 몰비는 1 : 5이다.

프로페인 2 mol을 모두 연소시키는 데 필요한 산소는 $2 \times 5 = 10$ mol이다. 실제 공급량 12 mol이 이를 초과하므로 **프로페인이 한계반응물이고 산소가 과잉반응물**이다. 완전 연소 후 남는 산소는 $12 - 10 = 2$ mol이다.

과잉분율은 과잉 공급량을 **화학양론적으로 필요한 양으로 나눈 비율**이다. 이를 백분율로 나타내면 $\frac{12-10}{10} \times 100 = 20$ mol%이다. 따라서 구한 값은 ②의 20에 해당한다.

NoteBase

문 5. 전달현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전도에 의한 열전달 속도(heat flux)는 온도구배에 비례한다.

② 확산에 의한 물질전달 속도(mass flux)는 농도구배에 비례한다.

③ Fick의 법칙에서 확산계수(diffusivity)의 SI 단위는 m s^{-1}이다.

④ 열전달은 전도, 대류, 복사에 의해 일어난다.

정답 3번

간단한 해설

③의 m·s^{-1}는 속도의 단위이다. Fick의 법칙에서 확산계수는 물질유속을 농도구배로 나눈 양이므로 SI 단위는 **$m^2 \cdot s^{-1}$**이다.

선지별 해설

① O: 전도 열유속은 단위 면적을 통해 단위 시간에 전달되는 열량이며, Fourier의 법칙 $q_x = -k\frac{dT}{dx}$를 따른다. 여기서 k는 열전도도이다. 열전도도가 같으면 열유속의 크기는 **온도구배의 크기에 비례**한다. 음의 부호는 열이 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 전달됨을 뜻한다.

② O: 확산 물질유속은 단위 면적을 통해 단위 시간에 확산되는 물질의 양이다. Fick의 제1법칙은 $J_A = -D_{AB}\frac{dc_A}{dx}$이며, J_A는 A의 확산 몰유속, D_{AB}는 확산계수, c_A는 A의 몰농도이다. 확산계수가 같으면 물질유속의 크기는 **농도구배의 크기에 비례**하며, 음의 부호는 농도가 감소하는 방향으로 확산됨을 나타낸다.

③ X: Fick의 법칙에서 확산계수의 SI 단위는 m·s^{-1}가 아니라 **$m^2 \cdot s^{-1}$**이다. 몰농도를 사용할 때 물질유속의 단위는 mol·m^{-2}·s^{-1}이고, 농도구배는 농도 변화를 거리로 나눈 양이므로 단위가 mol·m^{-4}이다. 물질유속의 단위를 농도구배의 단위로 나누면 확산계수의 단위 m^2·s^{-1}가 얻어진다.

④ O: 열전달의 기본 방식은 전도, 대류, 복사이다. 전도는 물질 내부의 미시적 상호작용에 의해, 대류는 유체의 거시적 이동과 함께, 복사는 전자기파에 의해 에너지가 전달되는 현상이다. 이 중 **복사는 매질 없이도** 일어날 수 있다.

NoteBase

문 6. 평판 A의 면적과 두께가 각각 3 m^2, 400 mm이고, 평판 B의 면적과 두께는 각각 12 m^2, 800 mm이다. 이때 A의 열전도 저항에 대한 B의 열전도 저항의 비는? (단, 평판의 두께 방향으로의 전도 열전달만 일어나고 A와 B의 열전도도는 각각 0.04, 0.02 W m^{-1} K^{-1}이다)

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 2번

간단한 해설

평판의 열전도 저항은 **두께에 비례하고 열전도도와 면적에 반비례**한다. B는 A보다 두께가 2배, 열전도도가 0.5배, 면적이 4배이므로 두 평판의 저항은 같고, A에 대한 B의 저항비는 1.0이다.

계산 과정

두께 방향의 정상상태 전도에서 평판의 열전달률은 $\dot{Q} = kS\Delta T/L$이다. 여기서 L은 두께, S는 전도 면적, k는 열전도도, ΔT는 양면의 온도 차이다. 열전도 저항은 온도 차를 열전달률로 나눈 값이므로 $R = \Delta T/\dot{Q} = L/(kS)$이며, 단위는 K/W이다.

주어진 열전도도의 길이 단위가 m이므로 **두께를 m로 환산**한다. A의 두께는 400 mm = 0.400 m, B의 두께는 800 mm = 0.800 m이다.

평판 A의 열전도 저항은 $R_A = \frac{0.400}{0.04 \cdot 3} = \frac{10}{3}$ K/W이다. 이는 A를 통해 1 W의 열이 전달되려면 양면에 약 3.33 K의 온도 차가 필요하다는 뜻이다.

평판 B의 열전도 저항은 $R_B = \frac{0.800}{0.02 \cdot 12} = \frac{10}{3}$ K/W이다. B는 두께 증가와 열전도도 감소로 저항이 커지는 효과를 면적 증가가 상쇄하여 A와 같은 저항을 갖는다.

구하는 비는 **A의 저항을 분모**로 하는 $\frac{R_B}{R_A} = \frac{10/3}{10/3} = 1.0$이다. 저항끼리 나눈 비이므로 단위가 없으며, ②의 1.0에 해당한다.

NoteBase

문 7. 지름이 2 cm인 관 내부로 흐르는 유체의 Reynolds수는 150이었다. 지름이 1 cm인 관으로 교체하고 밀도가 2배인 유체를 동일한 유속으로 수송할 때 Reynolds수는? (단, 유체의 점성계수는 동일하다)

① 75

② 150

③ 300

④ 600

정답 2번

간단한 해설

유속과 점성계수가 같으면 Reynolds수는 **밀도와 관 지름의 곱**에 비례한다. 밀도가 2배가 되고 지름이 절반이 되어 두 효과가 상쇄되므로 Reynolds수는 처음과 같은 150이다.

계산 과정

Reynolds수는 유체 흐름에서 관성력과 점성력의 상대적 크기를 나타내는 무차원수이다. 원형 관에서는 관 지름을 대표 길이로 사용하므로 $Re = \frac{\rho v D}{\mu}$이다. 여기서 ρ는 밀도, v는 유속, D는 관 지름, μ는 점성계수이다.

교체 전을 1, 교체 후를 2로 나타내면 지름은 2 cm에서 1 cm로 줄어 $\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2}$이고, 밀도는 $\rho_2 = 2\rho_1$이다. **유속과 점성계수는 교체 전후에 동일하다**. 지름의 비를 구할 때는 두 값이 모두 cm 단위이므로 별도의 단위 환산이 필요 없다.

유속과 점성계수가 같으므로 Reynolds수의 비는 $\frac{Re_2}{Re_1} = \frac{\rho_2 D_2}{\rho_1 D_1}$이다. 주어진 변화 비율을 대입하면 $\frac{Re_2}{Re_1} = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1$이다. 이 비가 1이라는 것은 밀도 증가 효과와 지름 감소 효과가 상쇄되어 Reynolds수가 변하지 않는다는 뜻이다.

따라서 $Re_2 = 150 \cdot 1 = 150$으로, ②의 150과 일치한다. Reynolds수는 무차원수이므로 별도의 단위는 붙이지 않는다.

NoteBase

문 8. 고체를 40 ☒ 80 mm 정도의 크기로 부수는 기계는?

① 유체-에너지 밀(fluid-energy mill)

② 조 크러셔(jaw crusher)

③ 튜브 밀(tube mill)

④ 분산기(disperser)

정답 2번

간단한 해설

40 ☒ 80 mm는 수 cm 크기의 굵은 파쇄물에 해당한다. **조 크러셔**는 두 턱 사이에서 고체에 **압축력**을 가해 큰 덩어리를 부순다.

핵심 풀이

40 ☒ 80 mm는 4 ☒ 8 cm이므로, 고체를 미세한 가루로 만드는 분쇄보다 **큰 덩어리를 굵게 부수는 파쇄**에 주목한다. 조 크러셔(jaw crusher)는 고정된 턱과 움직이는 턱 사이에 고체를 넣고, 턱이 가까워질 때의 압축력으로 부순다. 부서진 조각이 아래쪽 배출 틈을 통과하는 방식이므로 이 문항의 굵은 파쇄에 적합하다. 배출물의 크기는 턱 사이의 배출 틈 등에 따라 달라지며, 모든 조 크러셔가 항상 40 ☒ 80 mm의 제품만 만드는 것은 아니다.

유체-에너지 밀은 고속 기체로 입자를 가속하여 충돌시키는 미분쇄 장치이고, 튜브 밀은 긴 원통 안의 분쇄 매체를 이용하여 재료를 더 잘게 가는 장치이다. 두 장치는 큰 덩어리를 수 cm 크기로 부수는 조 크러셔보다 **더 미세하게 분쇄하는 용도**와 연결된다.

분산기는 입자나 액적을 매질 속에 고르게 퍼뜨리는 장치이다. 전단력으로 응집된 입자를 풀거나 입자·액적의 크기를 줄일 수 있지만, 이 문항에서 묻는 **큰 고체 덩어리의 굵은 파쇄**를 대표하는 장치는 아니다.

NoteBase

문 9. 닫힌계 가역공정에서 일(work)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 일은 경로함수이다.

② 정압공정에서 발생된 열은 얻은 일과 크기가 같다.

③ 등온공정에서 내부에너지 변화량은 얻은 일의 크기와 같다.

④ 일은 계와 외계 사이에서 에너지가 전달되는 한 형태이고 축적할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

일의 양은 처음과 나중 상태만으로 정해지지 않고, 그 사이에 거친 **공정 경로에 따라 달라진다**. 따라서 일은 경로함수이다.

선지별 해설

① O: 일은 **공정 경로에 의존하는 경로함수**이다. 가역적인 부피 변화에서 계가 외부에 한 일은 $W = \int_{V_1}^{V_2} P dV$ 이므로, 처음과 나중 상태가 같더라도 중간에 거치는 압력과 부피의 관계가 다르면 일의 양이 달라진다.

② X: 정압공정이라고 해서 열과 일의 크기가 같아지는 것은 아니다. 거시적 운동에너지와 위치에너지 변화가 없는 닫힌계에서, 계로 들어온 열을 Q, 계가 외부에 한 일을 W라 하면 열역학 제1법칙은 $\Delta U = Q - W$이다. 따라서 $Q = W$이면 **내부에너지 변화가 0**이지만, 정압 조건만으로 $Q = W$가 성립하지는 않는다. 정압이고 압력·부피 일만 있다면 전달된 열은 $Q = \Delta H$로 엔탈피 변화량과 같다.

③ X: 등온공정은 온도가 일정한 공정이며, 내부에너지 변화량이 일의 크기와 같다는 뜻은 아니다. 특히 **이상기체의 내부에너지는 온도만의 함수**이므로 등온공정에서는 $\Delta U = 0$이다. 이때 거시적 운동에너지와 위치에너지 변화가 없다면 $Q = W$가 되어, 내부에너지 변화량이 아니라 전달된 열이 계가 외부에 한 일과 같다. 이상기체가 아닌 경우에는 등온이라는 조건만으로 내부에너지 변화가 0이라고 단정할 수 없다.

④ X: 일은 계와 외계 사이에서 에너지가 전달되는 한 형태이지만, **일 자체를 계에 축적할 수는 없다**. 외부에서 계에 일을 해 주어 에너지가 증가하면 그 에너지는 내부에너지 등의 형태로 저장되며, '저장된 일'이라는 상태량으로 존재하지 않는다.

NoteBase

문 10. 복사(radiation)에 의한 열전달에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 복사에너지는 절대온도의 제곱에 비례한다.

② 열전달을 위한 매개물질이 필요하다.

③ Kirchhoff 법칙에 따르면 열적 평형상태에 있는 흑체에서 투과율과 방사율이 같다.

④ Wien의 변위 법칙에 따르면 최대 스펙트럼의 방사도는 온도가 증가함에 따라 짧은 파장으로 이동한다.

정답 4번

간단한 해설

Wien의 변위 법칙에 따르면 흑체의 파장별 복사 스펙트럼에서 최대 방사 파장은 **절대온도에 반비례**한다. 따라서 온도가 높아질수록 스펙트럼의 최대점은 짧은 파장 쪽으로 이동한다.

선지별 해설

① X: Stefan–Boltzmann 법칙에 따르면 흑체가 단위 면적에서 단위 시간 동안 방출하는 전체 복사에너지는 **절대온도의 네제곱에 비례**한다. 이를 $E_b = \sigma T^4$로 나타내며, E_b는 흑체의 방사능력, σ는 Stefan–Boltzmann 상수, T는 K 단위의 절대온도이다. 따라서 '제곱'을 '네제곱'으로 고쳐야 한다.

② X: 복사는 전자기파에 의한 에너지 전달이므로 **매개물질 없이 진공에서도** 일어난다. 태양의 복사에너지가 우주 공간을 지나 지구에 도달하는 것이 그 예이다. 매개물질이 필요한 전도·대류와 구별된다.

③ X: Kirchhoff 법칙은 열적 평형상태에서 **흡수율과 방사율이 같다**는 법칙이다. 흑체는 입사한 복사에너지를 모두 흡수하므로 흡수율과 방사율이 모두 1이고, 투과율은 0이다. 따라서 '투과율과 방사율'을 '흡수율과 방사율'로 고쳐야 한다.

④ O: Wien의 변위 법칙은 $\lambda_{max} T = b$로 나타낸다. 여기서 λ_{max}는 파장별 방사능력이 최대인 파장, T는 절대온도, b는 일정한 상수이다. 두 양의 곱이 일정하므로 **온도가 높아지면 최대 방사 파장은 짧아진다**. 예를 들어 절대온도가 두 배가 되면 최대 방사 파장은 절반이 된다.

NoteBase

문 11. 정지된 유체에 잠긴 고체에 작용하는 부력(buoyant force)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유체의 밀도에 반비례한다.

② 부력의 방향은 중력 벡터의 반대 방향이다.

③ 고체에 작용하는 부력은 물체에 의해 배제되는 유체의 무게와 같다.

④ 유체에 부분적으로 또는 완전히 잠긴 고체에 가해지는 유체의 힘이다.

정답 1번

간단한 해설

부력은 물체가 밀어낸 유체의 무게와 같으므로, 배제된 유체의 부피와 중력가속도가 일정하면 유체의 밀도에 **반비례가 아니라 비례**한다.

선지별 해설

① X: 밀도가 일정한 정지 유체에서 부력의 크기는 $F_B = \rho g V$이다. 여기서 ρ는 유체의 밀도, g는 중력가속도, V는 물체가 배제한 유체의 부피이다. 따라서 g와 V가 같으면 부력은 **유체의 밀도에 비례**한다. 밀도가 큰 유체일수록 같은 부피의 유체가 더 무거우므로 부력도 커진다.

② O: 정지 유체의 압력은 깊어질수록 커진다. 물체의 아래쪽에서 위로 미는 압력이 위쪽에서 아래로 미는 압력보다 커서, 압력에 의한 합력인 부력은 **중력 벡터의 반대 방향**으로 작용한다.

③ O: 아르키메데스 원리에 따라 부력은 **물체가 배제한 유체의 무게**와 같다. 이때 배제된 유체의 부피는 물체 전체의 부피가 아니라 실제로 유체에 잠긴 부분의 부피이다. 완전히 잠기면 물체 전체의 부피와 같고, 부분적으로 잠기면 잠긴 부분만 해당한다.

④ O: 부력은 유체에 부분적으로 또는 완전히 잠긴 물체의 표면에 작용하는 **유체 압력의 합력**이다. 정지 유체에서도 깊이에 따른 압력 차이가 있으므로, 유체가 흐르지 않아도 물체에 부력이 작용한다.

NoteBase

문 12. 연소의 4요소 가운데 어느 하나를 제거하는 소화(fire extinguishing)의 방법 중 화학적 소화는?

① 냉각소화

② 억제소화

③ 제거소화

④ 질식소화

정답 2번

간단한 해설

억제소화는 연소를 지속시키는 **화학적 연쇄반응을 차단**하는 방법이다. 반응에 관여하는 활성종의 작용을 억제하여 불꽃이 유지되지 못하게 한다.

개념 구분

연소의 4요소는 가연물, 산소공급원, 점화에너지, 연쇄반응이다. 이 중 연쇄반응은 반응성이 큰 활성종이 생성되고 다시 반응하면서 연소를 지속시키는 과정이다. 억제소화는 이러한 활성종의 작용을 억제하여 **연쇄반응을 끊는 화학적 소화**이다.

나머지 방법은 연소에 필요한 물리적 조건을 바꾸는 소화이다. 냉각소화는 열을 빼앗아 온도를 연소가 유지되지 못하는 수준으로 낮추고, 제거소화는 가연물을 제거하거나 그 공급을 차단하며, 질식소화는 산소 공급을 차단하거나 산소 농도를 낮춘다. 이들은 연쇄반응 자체를 억제하는 방법과 **제거하는 연소 요소가 다르다**.

NoteBase

문 13. 불균일계 고체촉매 반응에 이용되는 유동층(fluidized bed) 반응기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 반응 중 국소 고온점(hot spot)을 피할 수 있다.

② 기체의 속도가 최소유동화속도를 넘어설 때 고체는 유동화된다.

③ 고정층(fixed bed) 반응기와 비교하여 촉매의 교체나 재생이 용이하다.

④ 고정층 반응기와 비교하여 많은 양의 원료와 고체촉매를 처리하는 데 적합하지 않다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '많은 양의 원료와 고체촉매를 처리하는 데 적합하지 않다'는 설명은 반대이다. 유동층 반응기는 고체 입자의 혼합과 열전달이 원활하고 연속 운전이 가능하여 **대량의 원료와 고체촉매를 처리하는 데 적합하다**.

선지별 해설

① O: 유동층에서는 촉매 입자가 활발하게 움직이며 혼합되므로 반응으로 발생한 열이 층 전체로 잘 전달된다. 이 때문에 **층 내부의 온도가 비교적 균일**하게 유지되어 일부에 열이 집중되는 국소 고온점을 피할 수 있다.

② O: 기체가 아래에서 위로 흐르면서 고체 입자에 위쪽으로 항력을 가한다. **최소유동화속도**는 이 항력이 부력을 고려한 입자층의 유효 무게와 균형을 이루어 유동화가 시작되는 기체 속도이다. 이를 넘어서면 입자층이 팽창하고 입자들이 움직이며 유체처럼 거동한다. 다만 기체 속도가 지나치게 높아지면 입자가 기체에 실려 반응기 밖으로 유출될 수 있다.

③ O: 고정층에서는 촉매가 충전된 상태로 고정되어 있지만, 유동층에서는 입자가 움직이므로 촉매를 빼내거나 새 촉매를 공급하기 쉽다. 별도의 재생기로 촉매를 보내 활성을 회복시킨 뒤 반응기로 돌려보내는 **연속적인 촉매 순환·재생**도 가능하다.

④ X: 유동층 반응기는 **많은 양의 원료와 고체촉매를 처리하는 데 적합하다**. 기체와 고체가 잘 접촉하고 열전달이 원활하며, 원료의 연속 공급과 촉매의 이동·순환이 가능하여 대량 연속 처리에 유리하다. 따라서 '적합하지 않다'를 '적합하다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 14. 랭킨 사이클(Rankine cycle)의 구성요소가 아닌 것은?

① 펌프

② 터빈

③ 노즐

④ 응축기

정답 3번

간단한 해설

노즐은 유체의 압력을 낮추면서 **유속을 높이는 장치**로, 기본 랭킨 사이클의 독립 구성요소에 포함되지 않는다. 랭킨 사이클에서 증기를 팽창시켜 축일을 얻는 장치는 터빈이다.

선지별 해설

① O: 펌프는 응축기에서 나온 액체 상태의 물을 **보일러 압력까지 가압**한다. 이 과정에서 외부로부터 일을 공급받아 물을 고압의 보일러로 보낸다.

② O: 터빈은 보일러에서 공급된 고압 증기를 팽창시켜 **축일을 생산**한다. 증기의 에너지가 터빈 축을 돌리는 일로 전환되며, 터빈을 나온 증기는 응축기로 이동한다.

③ X: 노즐은 유체가 팽창하면서 엔탈피가 감소하는 대신 **운동에너지가 증가**하도록 하여 유속을 높이는 장치이다. 터빈 내부에 노즐이 쓰일 수는 있지만, 기본 랭킨 사이클을 이루는 독립 구성요소는 펌프·보일러·터빈·응축기이다. 이 사이클에서 팽창을 통해 축일을 얻는 역할은 터빈이 맡는다.

④ O: 응축기는 터빈에서 나온 증기의 열을 냉각수 등 외부로 방출하여 **액체 상태의 물로 응축**한다. 이렇게 얻은 물을 펌프에 공급함으로써 작동유체가 다시 순환할 수 있게 한다.

NoteBase

문 15. 물체에 작용하는 항력(drag)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유체의 밀도에 비례한다.

② 속도수두(velocity head)에 비례한다.

③ 항력계수(drag coefficient)에 비례한다.

④ 물체의 표면적(surface area)에 비례한다.

정답 4번

간단한 해설

항력식에서 면적은 물체의 전체 표면적이 아니라 **유동 방향에 수직인 정면 투영면적**이다. 다른 인자가 일정할 때 항력은 이 투영면적에 비례한다.

선지별 해설

항력은 유체와 물체의 상대운동을 방해하는 힘이다. 정면 투영면적을 기준으로 한 항력식은 $F_D = C_D A \frac{\rho v^2}{2}$이다. 여기서 C_D는 항력계수, A는 유동 방향에 수직인 정면 투영면적, ρ는 유체 밀도, v는 유체와 물체의 상대속도이다. 각 인자의 비례 관계는 나머지 인자가 일정할 때를 뜻한다.

① O: 항력식에서 유체 밀도는 직접 곱해지는 인자이다. 상대속도·항력계수·정면 투영면적이 일정하면 **밀도에 비례**하여 항력이 커진다.

② O: 속도수두는 $h_v = \frac{v^2}{2g}$이며, g는 중력가속도이다. 따라서 항력식은 $F_D = C_D A \rho g h_v$로 쓸 수 있다.
밀도·항력계수·정면 투영면적과 중력가속도가 일정하면 항력은 **속도수두에 비례**한다.

③ O: 항력계수는 물체의 형상과 유동 상태 등에 따른 항력 특성을 나타내는 무차원 계수이다.
밀도·상대속도·정면 투영면적이 일정하면 항력은 항력계수에 비례한다.

④ X: 항력식의 면적 A는 물체 표면 전체의 넓이가 아니라 **유동 방향에 수직인 정면 투영면적**이다. 즉, 유체가 다가오는 방향에서 본 물체의 윤곽이 차지하는 면적이다. 따라서 '물체의 표면적에 비례한다'는 '다른 인자가 일정할 때 정면 투영면적에 비례한다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 16. 기체 중의 한 성분을 액체로 처리하는 기체흡수 충전탑에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 기체의 이동속도가 증가할수록 압력강하는 감소한다.
ㄴ. 액체가 이동함에 따라 용질이 농축된다.
ㄷ. 충전물은 액체와 기체 사이 접촉면적을 크게 해준다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

기체흡수에서는 기체 속 용질이 액체로 이동하므로 액체의 **용질 농도가 증가**한다. 충전물은 액체를 넓은 표면에 퍼뜨려 **기체와 액체의 접촉면적**을 늘린다.

보기별 해설

ㄱ. X: 충전물과 액체 유량 등 다른 조건이 같으면 기체의 이동속도가 증가할수록 충전층에서의 마찰과 유동 저항이 커진다. 따라서 압력강하는 감소하는 것이 아니라 **증가한다**.

ㄴ. O: 기체흡수는 기체 혼합물 속의 용질을 액체 용매로 옮기는 조작이다. 액체가 충전층을 흐르며 용질을 계속 흡수하므로 **액체 중 용질 농도가 높아진다**.

ㄷ. O: 액체는 충전물 표면을 적시며 얇은 액막으로 퍼진다. 기체가 이 액막과 접촉하므로, 충전물은 **기체와 액체 사이의 접촉면적을 넓혀** 물질전달을 촉진한다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이므로 ④의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 17. 감가상각에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 건설중인 공장은 감가상각을 하지 않는다.

② 내용연수 동안 취득원가를 배분하는 과정이다.

③ 감가상각대상금액은 취득원가와 잔존가치의 합이다.

④ 공장이 운휴 중이어도 감가상각을 중단하지 않는다.

정답 3번

간단한 해설

감가상각대상금액은 취득원가와 잔존가치의 합이 아니라 **취득원가에서 잔존가치를 뺀 금액**이다. 잔존가치는 사용을 마친 뒤 처분하여 회수할 것으로 예상하는 금액이므로 감가상각으로 배분할 대상에서 제외한다.

선지별 해설

① O: 감가상각은 자산이 **의도한 용도로 사용 가능한 상태**가 되었을 때 시작한다. 아직 건설 중이어서 사용할 수 없는 공장은 감가상각을 시작하지 않는다.

② O: 감가상각은 자산의 취득원가 중 **잔존가치를 제외한 금액을 내용연수에 걸쳐 체계적으로 배분**하는 과정이다. 내용연수는 기업이 그 자산을 사용할 것으로 예상하는 기간이며, 취득원가를 한 번에 비용으로 처리하지 않고 사용에 따른 효익의 소비 형태에 맞추어 배분한다.

③ X: 감가상각대상금액은 **취득원가에서 잔존가치를 차감한 금액**이다. 잔존가치는 내용연수 종료 시 자산을 처분하여 얻을 것으로 예상하는 금액에서 처분비용을 뺀 금액이다. 이 부분은 처분으로 회수할 것으로 보므로 내용연수 동안 배분하는 금액에서 제외하며, 취득원가에 더하지 않는다.

④ O: 사용 가능한 상태가 된 공장은 **일시적으로 가동을 멈추었다는 이유만으로 감가상각을 중단하지 않는다**. 운휴 중에도 시간의 경과나 기술적 진부화로 경제적 효익이 감소할 수 있기 때문이다. 다만 생산량에 따라 상각하는 방법에서는 생산량이 없는 기간의 감가상각비가 0이 될 수 있다.

NoteBase

문 18. 여과공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 여과란 여과재를 통해 고체 입자와 액체를 분리하는 조작이다.

② 여재(filter cake)는 여과로 분리되는 고체 입자이다.

③ 여과액이 얻어지는 부분을 감압시키는 경우 진공여과기로 분류한다.

④ 미세한 입자와 같이 여과가 어려운 물질을 여과하기 위해 압축성 물질을 여과보조제로 사용한다.

정답 4번

간단한 해설

여과보조제에는 압력을 받아도 공극을 유지하는 **비압축성의 다공성 물질**을 사용한다. 압축성 물질은 압력에 눌려 액체가 흐를 통로가 줄어들므로 여과 저항을 높일 수 있다.

선지별 해설

① O: 여과는 고체 입자가 섞인 액체를 여과재에 통과시켜 고체와 액체를 분리하는 조작이다. 여과재는 **고체 입자를 붙잡고 액체를 통과**시키며, 통과한 액체를 여과액이라고 한다.

② O: 여재(濾滓, filter cake)는 여과 과정에서 분리된 고체 입자가 여과재 위에 쌓여 형성한 층이다. 고체를 걸러내는 여과포·여과지 등의 **여과재와 구별**해야 한다.

③ O: 진공여과기는 **여과액이 모이는 쪽의 압력을 낮추어** 여과재 양쪽에 압력차를 만드는 장치이다. 이 압력차가 액체를 여과재와 고체층을 통과하도록 흐르게 하는 구동력이 된다.

④ X: 여과보조제로는 압축성 물질이 아니라 규조토·펄라이트처럼 **비압축성의 다공성 물질**을 사용한다. 미세 입자만 쌓이면 치밀한 고체층이 형성되어 액체가 통과하기 어렵다. 여과보조제는 고체층 안에 액체가 흐를 공극을 유지하여 여과 저항을 줄인다. 반대로 압축성 물질은 압력에 눌리면서 공극이 감소하므로 이러한 목적에 적합하지 않다.

NoteBase

문 19. 열전달에 대한 무차원수의 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. Prandtl수 = 운동량 확산도열 확산도
ㄴ. Nusselt수 = 유체의 전도에 의한 열전달유체의 대류에 의한 열전달
ㄷ. Biot수 = 물체 표면에서의 대류 열전달물체 내부에서의 전도 열전달
ㄹ. Nusselt수는 Reynolds수와 Biot수의 함수이다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

Nusselt수는 **유체의 전도에 대한 대류 열전달의 비**이므로 ㄴ은 분자와 분모가 뒤바뀌었다. 형상과 경계조건이 정해진 강제대류에서는 Reynolds수와 **Prandtl수**를 이용해 Nusselt수를 나타낸다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: Prandtl수는 $Pr = \frac{\nu}{\alpha}$로 정의된다. 여기서 ν는 운동량 확산도인 동점성계수, α는 열 확산도이다. 따라서 **열 확산에 대한 운동량 확산의 상대적 크기**를 나타내므로 보기의 비가 맞다.

ㄴ. X: Nusselt수는 **전도에 의한 열전달에 대한 대류에 의한 열전달의 비**이다. 식으로는 $Nu = \frac{hL}{k_f}$이며, h는 대류 열전달계수, L은 특성길이, k_f는 유체의 열전도도이다. 같은 기준 온도차와 길이를 사용할 때 대류의 열전달 능력 h를 전도의 열전달 능력 k_f/L로 나눈 값이므로, 보기의 분자와 분모를 서로 바꾸어야 한다.

ㄷ. O: Biot수는 $Bi = \frac{hL_c}{k_s}$로, 물체 내부의 전도에 비해 표면의 대류가 얼마나 활발한지를 나타낸다. 여기서 L_c는 물체의 특성길이, k_s는 물체의 열전도도이다. 보기의 비는 동일한 기준 온도차에서 비교한 열전달 능력의 비이며, 열저항으로 표현하면 **내부 전도 열저항을 표면 대류 열저항으로 나눈 비**이다. Nusselt수는 유체의 열전도도를, Biot수는 물체의 열전도도를 사용한다.

ㄹ. X: 형상과 열적 경계조건이 정해진 강제대류에서 Nusselt수는 보통 $Nu = f(Re, Pr)$ 형태로 나타낸다. Reynolds수는 유동에서 관성력과 점성력의 상대적 크기를, Prandtl수는 운동량 확산과 열 확산의 상대적 크기를 반영한다. 따라서 보기의 Biot수는 **Prandtl수**로 고쳐야 한다. 이 관계는 강제대류의 기본 상관관계이며, 자연대류에서는 부력의 영향을 반영하는 Grashof수나 Rayleigh수 등을 사용한다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄷ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 20. 다음은 다공성 불균일 촉매반응의 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. 촉매반응 순서를 고려할 때, 두 번째와 다섯 번째 과정에 해당하는 것을 바르게 연결한 것은?

A. 촉매표면 위에 반응물의 흡착
B. 촉매 기공 내 반응물의 확산
C. 촉매표면에서 반응물의 화학반응
D. 촉매표면에서 생성물의 탈착
E. 촉매외부표면에서 벌크 유체로 생성물의 물질전달
F. 벌크 유체에서 촉매입자의 외부표면으로 반응물의 물질전달
G. 촉매입자 내부에서 외부표면에 있는 세공입구까지 생성물의 확산

① 두 번째: A, 다섯 번째: C
② 두 번째: A, 다섯 번째: D
③ 두 번째: B, 다섯 번째: D
④ 두 번째: B, 다섯 번째: F

정답 3번

간단한 해설

반응물이 촉매 내부 표면에 흡착하려면 먼저 **기공 안으로 확산**해야 한다. 표면반응으로 생긴 생성물은 **촉매표면에서 탈착**한 뒤 기공을 빠져나가므로, 기공 내 반응물 확산이 두 번째이고 생성물 탈착이 다섯 번째이다.

NoteBase

올바른 순서

F → B → A → C → D → G → E

F. 반응물의 외부 물질전달: 반응물이 벌크 유체에서 촉매입자의 외부표면으로 이동한다. 벌크 유체는 촉매입자 주위의 유체 본체이며, 반응물이 기공 안으로 들어가려면 먼저 입자 외부표면에 도달해야 한다.

B. 반응물의 기공 내 확산: 외부표면에 도달한 반응물이 세공입구를 통해 기공 내부로 확산한다. 내부 촉매표면에 흡착하려면 **먼저 그 표면 가까이까지 이동**해야 하므로, 외부 물질전달 다음에 기공 내 확산이 일어난다.

A. 반응물의 흡착: 기공 내부의 촉매표면에 도달한 반응물이 표면의 활성점에 붙는다. 흡착은 단순히 표면 근처로 이동하는 확산과 달리, **반응물이 표면에 붙는 과정**이며 이후 표면반응이 일어날 수 있게 한다.

C. 촉매표면에서의 화학반응: 흡착된 반응물이 촉매표면에서 화학반응을 거쳐 생성물로 바뀐다. 이 단계는 물질의 위치만 바뀌는 확산·흡착과 달리 **화학적 조성이 바뀌는 과정**이다.

D. 생성물의 탈착: 표면반응으로 생긴 생성물이 촉매표면에서 떨어져 나온다. 생성물이 기공 속 유체를 통해 이동하려면 **먼저 표면에서 떨어져야** 하므로, 탈착은 표면반응 다음이자 생성물의 기공 내 확산 이전 단계이다.

G. 생성물의 기공 내 확산: 탈착된 생성물이 촉매입자 내부에서 기공을 따라 외부표면의 세공입구까지 확산한다. 반응물이 내부로 들어올 때와 반대로, 생성물은 **입자 내부에서 바깥쪽으로** 이동한다.

E. 생성물의 외부 물질전달: 세공입구까지 나온 생성물이 촉매입자의 외부표면에서 벌크 유체로 이동한다. 기공 내 확산으로 입자 밖으로 나올 위치에 도달한 뒤, 주위 유체 본체로 전달되는 마지막 단계이다.

NoteBase