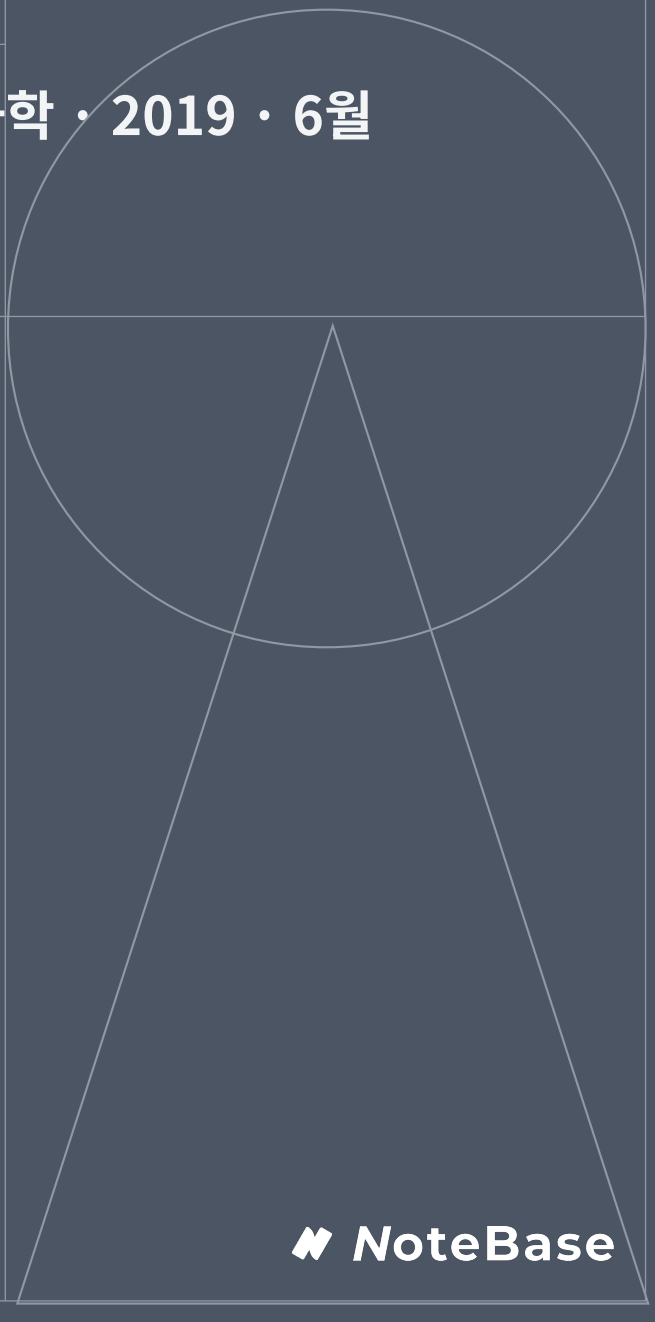
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2019 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2019 · 6월

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2019 · 6월

문 1. 전이금속 촉매를 이용한 상업화 공정 중 <보기>가 설명하는 것은?

<보기>
에틸렌을 산화시켜 아세트알데히드를 합성하는 반응으로, 1959년에 상업화되었으며 촉매로는 $PdCl_2$와 $CuCl_2$가 사용된다.

① 메탄올의 카보닐화 반응공정
② 비닐 아세테이트 합성공정
③ Wacker 공정
④ 옥소공정

정답 3번

간단한 해설

에틸렌을 산화하여 아세트알데히드를 만드는 **Wacker 공정**은 $PdCl_2$와 $CuCl_2$를 촉매계로 사용한다.

공통 해설

Wacker 공정은 염화팔라듐(II)과 염화구리(II)를 포함한 수용액 촉매계를 이용하여 **에틸렌을 아세트알데히드로 산화**하는 공정이다. 보기의 반응물·생성물과 두 촉매의 조합이 이 공정의 정의에 해당하며, 1959년에 상업화되었다. 전체 반응은 $2C_2H_4 + O_2 \rightarrow 2CH_3CHO$로 나타낸다.

에틸렌이 아세트알데히드로 전환될 때 팔라듐(II)은 금속 팔라듐으로 환원된다. 이때 $CuCl_2$는 팔라듐을 다시 산화하여 **활성 팔라듐(II) 촉매를 재생**한다. 이 과정에서 생성된 염화구리(I)는 산소에 의해 염화구리(II)로 재생되므로 촉매 순환이 지속된다.

NoteBase

문 2. 정팔면체 착물 (MA_3B_3)의 기하이성질체와 광학이성질체 총 수는?

① 2

② 4

③ 5

④ 6

정답 1번

간단한 해설

같은 종류의 리간드 세 개가 놓이는 방식은 **fac형과 mer형** 두 가지이다. 두 구조 모두 **대칭면이 있어** 거울상과 겹쳐지므로 광학이성질체가 추가되지 않는다.

계산 과정

정팔면체의 여섯 배위 자리에 A 세 개와 B 세 개를 배치한다. 전체를 회전하여 겹쳐지는 배치는 같은 구조로 세며, A끼리 마주 보는 쌍이 있는지에 따라 배치를 구분한다.

fac형: A 세 개가 정팔면체의 한 삼각형 면의 꼭짓점을 차지한다. A끼리는 **모두 cis 관계**로, A–M–A 각도가 모두 90°이다. B 세 개도 반대쪽 삼각형 면을 차지하며, 이러한 배치는 한 종류이다.

mer형: A 세 개 중 **두 개가 trans 관계**로 마주 보아 A–M–A 각도가 180°이고, 나머지 A 하나는 이 둘에 각각 90°를 이룬다. 세 A와 중심 금속 M이 같은 평면에 놓이며, 이러한 배치도 한 종류이다. A 세 개로는 서로 다른 trans 쌍을 두 개 만들 수 없으므로, trans 쌍이 없는 fac형과 한 쌍 있는 mer형으로 기하학적 배치가 모두 구분된다.

광학이성질체: 광학이성질체는 서로 거울상 관계이면서 회전해도 겹쳐지지 않는 구조이다. fac형과 mer형에는 각각 **대칭면이 존재**하므로 거울상이 원래 구조와 겹쳐진다. 따라서 어느 쪽도 별도의 광학이성질체 쌍을 만들지 않는다.

총수: 기하이성질체는 fac형 1개와 mer형 1개로 2개이고, 광학이성질체로 추가되는 구조는 0개이다. 따라서 전체 이성질체 수는 2 + 0 = 2개로, ①의 2에 해당한다.

NoteBase

문 3. sp와 sp^2 혼성궤도함수를 모두 가지고 있는 탄소화합물에 해당하는 것은?

① $H_3C - CH_2 - CH_3$

② $H_2C = CH - CH_3$

③ $H_2C = C = CH_2$

④ $H_3C - C \equiv C - CH_3$

정답 3번

간단한 해설

알렌 $H_2C = C = CH_2$은 **가운데 탄소가 sp 혼성**이고, **양 끝 탄소가 sp^2 혼성**이다. 가운데 탄소는 두 이중결합을 형성하므로, 이중결합 하나에 참여하는 양 끝 탄소와 혼성 상태가 다르다.

공통 해설

제시된 탄화수소에서는 탄소 주위의 σ 결합 수로 혼성 상태를 구분한다. 단일결합은 σ 결합 하나, 이중결합은 σ 결합 하나와 π 결합 하나, 삼중결합은 σ 결합 하나와 π 결합 두 개로 이루어진다. 따라서 **다중결합도 σ 결합 수를 셀 때는 하나**로 센다. σ 결합이 4개인 탄소는 sp^3, 3개인 탄소는 sp^2, 2개인 탄소는 sp 혼성이다. π 결합에는 혼성화되지 않은 p 궤도함수가 사용된다.

알렌 $H_2C = C = CH_2$의 가운데 탄소는 양쪽 탄소와 σ 결합을 하나씩 형성하므로 sp 혼성이다. 혼성화되지 않은 p 궤도함수 두 개는 각각 양쪽 탄소와 π 결합을 형성한다. 양 끝 탄소는 수소 두 개 및 가운데 탄소와 총 3개의 σ 결합을 형성하므로 sp^2 혼성이다. 이처럼 **한 분자 안에 sp 혼성 탄소와 sp^2 혼성 탄소가 함께 존재**한다.

같은 기준을 적용하면, ① 프로페인은 모든 탄소가 sp^3 혼성이다.

② 프로펜은 이중결합을 이루는 두 탄소가 sp^2, 메틸기의 탄소가 sp^3 혼성이므로 sp 혼성 탄소가 없다.

④ 2-뷰타인은 삼중결합을 이루는 두 탄소가 sp, 양 끝 메틸기의 탄소가 sp^3 혼성이므로 sp^2 혼성 탄소가 없다.

NoteBase

문 4. S_N2 친핵성 치환 반응에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① Br^-가 I^-보다 좋은 이탈기이다.

② 활성화 에너지가 증가하면 반응속도가 빨라진다.

③ 극성 양성자성 용매에서는 친핵체 음이온의 주기가 커질수록 친핵성이 감소한다.

④ 극성 비양성자성 용매는 가장 좋은 용매이다.

정답 4번

간단한 해설

극성 비양성자성 용매는 음이온 친핵체를 수소 결합으로 강하게 둘러싸지 않으므로 **친핵체의 반응성을 높여** S_N2 반응을 촉진한다. 양성자성 용매에서는 친핵체가 수소 결합으로 안정화되어 탄소를 공격하기 어려워진다.

선지별 해설

S_N2 반응은 친핵체가 탄소를 공격하는 과정과 이탈기가 떨어지는 과정이 한 단계에서 함께 일어나는 친핵성 치환 반응이다. 친핵체의 반응성, 이탈기의 안정성, 용매에 의한 용매화가 반응속도에 영향을 준다.

① X: 좋은 이탈기는 결합 전자쌍을 가지고 떨어져 나온 뒤 음전하를 잘 안정화한다. I^-는 Br^-보다 염기성이 약하고 음전하가 더 넓게 분산되므로, **이탈기 능력은 아이오딘화 이온이 더 크다**. 선지의 두 이온의 우열을 바꾸어야 한다.

② X: 활성화 에너지는 반응물이 반응을 진행하기 위해 넘어야 하는 에너지 장벽이다. 온도 등 다른 조건이 같을 때 **활성화 에너지가 커지면 반응속도는 느려진다**. 장벽을 넘을 수 있는 반응물의 비율이 줄어들기 때문에 '빨라진다'를 '느려진다'로 고쳐야 한다.

③ X: 극성 양성자성 용매에서 같은 족의 음이온 친핵체를 비교하면 일반적으로 **주기가 커질수록 친핵성이 증가한다**. 작은 음이온은 용매와 강하게 수소 결합하여 반응성이 억제되지만, 큰 음이온은 이러한 용매화의 영향을 상대적으로 덜 받는다. 예를 들어 할로젠화 이온의 친핵성은 $I^- > Br^- > Cl^- > F^-$ 순이므로 '감소한다'를 '증가한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 음이온 친핵체를 사용하는 S_N2 반응에는 일반적으로 **극성 비양성자성 용매가 유리하다**. DMSO, DMF 같은 용매는 양이온을 잘 용매화하면서도 친핵체 음이온을 수소 결합으로 강하게 안정화하지 않는다. 따라서 물이나 알코올 같은 양성자성 용매에서보다 음이온 친핵체가 탄소를 공격하기 쉬워 반응이 빨라진다.

NoteBase

문 5. 열분해(thermal cracking)에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 석유 탄화수소를 열적으로 분해하여 보다 분자량이 작은 분자로 전환시키는 공정을 열분해라 한다.
ㄴ. 열분해 반응은 라디칼(radical)의 생성 및 반응에 의해 일어난다.
ㄷ. 결합의 절단은 삼차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 일어나기 어렵고, 일차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 일어나기 쉽다.
ㄹ. 열분해 반응의 주된 생성물은 올레핀(olefin)이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

ㄷ은 라디칼의 생성 용이성을 거꾸로 설명했다. 단순 알킬 라디칼은 **삼차 > 이차 > 일차 순으로 안정**하므로, 다른 조건이 비슷하면 더 안정한 라디칼을 만드는 결합 절단이 상대적으로 쉽다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 열분해는 **열에너지로 탄소–탄소 결합을 끊어** 큰 석유 탄화수소를 분자량이 더 작은 탄화수소로 전환하는 공정이다. 긴 탄소 사슬이 짧은 사슬로 나뉘므로 원료보다 가벼운 성분을 얻는다.

ㄴ. O: 고온에서 공유결합이 균일하게 절단되면 결합 전자를 하나씩 가진 두 조각이 생긴다. 이처럼 홀전자를 가진 화학종이 라디칼이다. 생성된 라디칼이 수소를 떼어 내거나 다시 분해되면서 새로운 라디칼을 만드는 **라디칼 연쇄반응**으로 열분해가 진행된다.

ㄷ. X: 단순 알킬 라디칼의 안정성은 **삼차 > 이차 > 일차** 순이다. 주변 알킬기가 홀전자가 있는 탄소를 안정화하기 때문이다. 다른 조건이 비슷하면 더 안정한 라디칼을 생성하는 결합 절단에 필요한 에너지가 작으므로, 삼차 탄소 라디칼을 생성하는 절단이 상대적으로 쉽고 일차 탄소 라디칼을 생성하는 절단은 상대적으로 어렵다. 보기의 '삼차가 가장 어렵고 일차가 가장 쉽다'는 관계를 반대로 고쳐야 한다.

ㄹ. O: 올레핀은 탄소–탄소 이중결합을 가진 불포화 탄화수소이다. 열분해의 연쇄반응 중 **β-절단으로 올레핀과 새로운 라디칼이 생성**되므로 에틸렌·프로필렌 등의 올레핀이 주요 생성물에 포함된다. 이 과정에서는 짧은 사슬의 알케인도 함께 생성된다.

옳은 보기는 ㄱ·ㄴ·ㄹ이며, 이를 모두 포함한 조합은 ③이다.

NoteBase

문 6. p형 반도체를 구성하는 조성으로 가장 옳지 않은 것은?

① Si에 Al을 혼입

② Si에 P을 혼입

③ Si에 Ga을 혼입

④ Si에 In을 혼입

정답 2번

간단한 해설

Si에 혼입한 P는 여분의 전자를 제공하는 **도너 불순물**이므로, p형이 아니라 **n형 반도체**를 만든다.

공통 해설

Si는 원자가전자가 4개이며, 결정에서 이웃 원자들과 공유결합을 이룬다. Si 자리를 대신하는 불순물의 원자가전자가 3개이면 결합에 필요한 전자가 하나 부족해져 정공이 생긴다. 이처럼 전자를 받아들이는 불순물을 억셉터라고 하며, 정공이 다수 운반자가 되는 반도체가 p형이다.

Al·Ga·In은 모두 원자가전자가 3개인 13족 원소이다. 따라서 Si에 이들을 혼입하면 **억셉터로 작용하여 p형 반도체**를 형성한다.

반면 P는 원자가전자가 5개인 15족 원소이다. 이 중 4개가 Si와의 공유결합에 참여하고, 남은 전자는 작은 에너지만 받아도 결합에서 벗어나 전도에 참여할 수 있다. 따라서 P는 전자를 제공하는 도너로 작용하며, 전자가 다수 운반자인 **n형 반도체**를 형성하므로 p형을 만드는 조성에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 7. 무전해 도금(electroless plating)에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 기판 물질의 표면에서 환원제의 산화 반응과 금속의 환원 석출 반응을 동시에 일으켜 금속의 미립자를 석출시킨다.
ㄴ. 전기 전도체의 표면에만 도금이 가능하다.
ㄷ. 복잡한 형상 또는 분말상의 재료 표면에도 균일한 도금이 가능하다.
ㄹ. 도금층이 치밀한 특징이 있다.

① ㄱ, ㄹ
② ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

무전해 도금은 외부 전류 대신 **환원제의 산화 반응에서 나온 전자**로 금속 이온을 환원시킨다. 따라서 전기 전도체에만 한정되지 않으며, **표면을 적절히 활성화한 비전도체**에도 도금할 수 있다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 기판 표면에서 환원제가 산화되며 전자를 내놓고, 금속 이온은 그 전자를 받아 금속으로 환원·석출된다. 이처럼 **환원제의 산화와 금속 이온의 환원이 짝을 이루어** 진행하므로 외부 전원 없이 금속 도금층을 형성할 수 있다.

ㄴ. X: 무전해 도금은 기판에 외부 전류를 흘릴 필요가 없으므로 전기 전도체에만 적용되는 것이 아니다. 플라스틱이나 세라믹 같은 비전도체도 **촉매 부여 등으로 표면을 활성화하면** 금속을 석출시킬 수 있다. 전기 도금에서 도금 대상이 전류가 흐르는 전극이어야 한다는 조건과 구별한다.

ㄷ. O: 무전해 도금은 외부 전류의 분포에 따라 석출량이 달라지는 전기 도금과 달리, 표면의 화학 반응으로 금속을 석출시킨다. 따라서 도금액이 충분히 접촉하고 적절한 반응 조건이 유지되면 **복잡한 형상이나 분말 표면에도 균일한 도금층**을 형성할 수 있다.

ㄹ. O: 적절한 도금 조건에서는 석출된 금속이 표면을 연속적으로 덮어 **기공이 적고 치밀한 도금층**을 형성한다. 이는 무전해 도금층의 대표적인 특징이다.

옳은 보기는 ㄱ·ㄷ·ㄹ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 8. <보기>의 설명에 해당하는 고분자의 라디칼 중합 공정으로 옳은 것은?

<보기>
용매 또는 분산매를 사용하지 않고 단량체와 개시제만을 혼합하여 중합시키는 방법이다. 조성과 장치가 간단하고 제품에 불순물이 적다는 장점이 있다. 반면, 내부의 중합열이 잘 제거되지 않아 부분적으로 과열되거나, 자동촉진 효과(autoacceleration)에 의해 반응이 폭주하여 반응의 선택성이 떨어진다.

① 유화 중합(emulsion polymerization)
② 용액 중합(solution polymerization)
③ 현탁 중합(suspension polymerization)
④ 괴상 중합(bulk polymerization)

정답 4번

간단한 해설

용매나 분산매 없이 **단량체와 개시제만으로 중합**하는 방법이 괴상 중합이다. 중합이 진행되면서 점도가 높아져 열 제거가 어려워지고, 라디칼의 종결 반응이 억제되면 자동촉진 효과가 나타날 수 있다.

공통 해설

괴상 중합(bulk polymerization)은 **용매나 분산매로 희석하지 않은 단량체**를 중합시키는 방법이다.
보기에서는 단량체와 개시제만을 혼합한다는 조건이 이에 해당한다. 용액 중합은 용매를 사용하고, 유화 중합과 현탁 중합은 물과 같은 분산매를 사용하므로 이 조건에 해당하지 않는다.

별도의 용매나 분산매를 사용하지 않아 조성과 장치가 비교적 간단하다. 또한 용매나 유화제 등에서 유래하는 불순물의 유입을 줄일 수 있어 순도가 높은 고분자를 얻기 쉽다.

반면 고분자가 생성되면서 반응 혼합물의 점도가 증가하면 교반과 열 전달이 어려워져 중합열이 축적되고 국부적인 과열이 일어날 수 있다. 점도가 높아지면 긴 고분자 사슬 말단의 라디칼들이 서로 만나기 어려워져 **성장 반응에 비해 종결 반응이 더 크게 억제**된다. 그 결과 성장 라디칼의 농도가 높아져 중합 속도가 급격히 증가하는 자동촉진 효과가 나타날 수 있으며, 열 제거까지 충분하지 않으면 반응이 폭주할 위험이 커진다.

NoteBase

문 9. <보기>에 나타난 표준 환원 전위에 따라 산화력이 큰 순서대로 나열된 것은?

<보기>

ㄱ. $F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^- \; E^\circ = +2.87\text{V}$

ㄴ. $MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-} \; E^\circ = +0.56\text{V}$

ㄷ. $Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr \; E^\circ = -0.73\text{V}$

ㄹ. $Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au \; E^\circ = +1.50\text{V}$

① ㄱ > ㄹ > ㄴ > ㄷ

② ㄷ > ㄴ > ㄹ > ㄱ

③ ㄹ > ㄱ > ㄷ > ㄴ

④ ㄴ > ㄷ > ㄱ > ㄹ

정답 1번

간단한 해설

산화제는 전자를 받아 자신이 환원되는 물질이므로, 표준 상태에서는 **표준 환원 전위가 클수록 산화력이 크다**.

올바른 순서

ㄱ → ㄹ → ㄴ → ㄷ

산화력은 상대 물질에서 전자를 빼앗는 능력이다. 산화제 자신은 전자를 받아 환원되므로, 같은 표준 상태에서는 **표준 환원 전위가 클수록** 산화력이 크다. 비교 대상은 각 환원 반응식의 왼쪽 물질이다.

ㄱ. F_2: 표준 환원 전위가 +2.87 V로 가장 크다. 전자를 받아 환원되려는 경향이 가장 크므로, 보기 중 산화력이 가장 강하다.

ㄹ. Au^{3+}: 표준 환원 전위는 +1.50 V이다. ㄱ의 +2.87 V보다 작고 ㄴ의 +0.56 V보다 크므로 산화력은 두 번째이다.

ㄴ. MnO_4^-: 제시된 반응에서 표준 환원 전위는 +0.56 V이다. ㄹ보다 작지만 ㄷ의 −0.73 V보다는 크므로 산화력은 세 번째이다.

ㄷ. Cr^{3+}: 표준 환원 전위가 −0.73 V로 가장 작다. 따라서 제시된 표준 환원 반응들을 기준으로 비교하면 산화력이 가장 약하다.

NoteBase

문 10. 유화(emulsification)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 미세 유화된 액체는 원래의 상태와 동일한 특성을 갖는다.

② 유화된 혼합물인 에멀전(emulsion)은 열역학적으로 안정하며 대표적인 예로 우유와 버터가 있다.

③ 에멀전을 용액으로 만들기 위해 계면활성제를 유화제로 사용한다.

④ 유화란 한 액체가 미세한 입자형태로 다른 액체에 분산된 상태를 말한다.

정답 4번

간단한 해설

유화는 서로 잘 섞이지 않는 두 액체 중 하나가 **미세한 액적으로 다른 액체에 분산**되는 것이다. 분자 수준으로 균일하게 녹는 용해와 구별된다.

선지별 해설

① X: 액체를 미세한 액적으로 나누면 다른 액체와 접하는 계면의 총면적이 커진다. 성분 자체가 화학적으로 변하지 않더라도 빛의 산란이나 점도 등 **물리적 특성은 달라질 수 있다**. 따라서 유화 전과 동일한 특성을 갖는다고 할 수 없다.

② X: 우유와 버터가 에멀전의 예라는 부분은 맞지만, 이와 같은 일반적인 에멀전은 **열역학적으로 불안정하다**. 유화로 커진 계면의 면적과 계면 자유 에너지를 줄이려는 경향이 있기 때문이다. 유화제가 액적의 합일, 즉 액적끼리 합쳐지는 현상을 늦추어 분산 상태를 오래 유지하게 하는 것은 동역학적 안정화이다.

③ X: 계면활성제를 유화제로 사용하는 목적은 에멀전을 용액으로 바꾸는 것이 아니라 **액적의 형성과 분산 상태의 유지를 돕는 것**이다. 유화제는 두 액체 사이의 계면에 흡착하여 계면장력을 낮추고 액적의 합일을 억제한다. 에멀전에는 액적과 주변 액체 사이의 계면이 남아 있으므로, 용질이 분자나 이온 수준으로 균일하게 퍼진 참용액과 구별된다.

④ O: 유화는 한 액체가 **미세한 액적 형태로 다른 액체에 분산**되는 것을 말하며, 이렇게 형성된 분산계를 에멀전이라고 한다. 작은 기름방울이 물속에 퍼져 있다면 기름이 분산상이고, 기름방울을 둘러싸며 연속적으로 이어진 물이 연속상이다. 액체가 다른 액체 속에 액적 형태로 존재한다는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 11. <보기>의 반응식을 통해 생성되는 물질의 특징이 아닌 것은?

<보기>

$H-C\equiv C-H + H_2O \rightarrow$ 생성물

① 요오드포름 반응을 한다.

② 무색이고, 악취가 나는 액체이다.

③ 산의 촉매하에서 알코올과 축합 반응을 하여 에스테르를 생성한다.

④ 산화되면 아세트산이 되고, 환원되면 에탄올이 된다.

정답 3번

간단한 해설

아세틸렌의 수화 반응으로 생성되는 아세트알데하이드는 산 촉매하에서 알코올과 반응하여 **아세탈**을 형성한다. 알코올과 축합하여 에스테르를 만드는 것은 **카복실산**의 반응이다.

선지별 해설

보기는 아세틸렌에 물을 첨가하는 수화 반응이다. 황산수은 촉매하에서 먼저 생성된 비닐알코올이 토토머화하여 아세트알데하이드인 CH_3CHO로 바뀐다. 따라서 각 선지는 아세트알데하이드의 성질을 기준으로 판단한다.

① O: 아세트알데하이드는 카보닐기에 메틸기가 직접 결합한 구조이므로 **요오드포름 반응**을 한다. 요오드와 수산화나트륨을 작용시키면 노란색 요오드포름인 CHI_3 침전이 생성된다.

② O: 아세트알데하이드는 무색이며 자극적인 냄새가 나는 휘발성 액체이다. 선지의 악취는 이러한 자극적인 냄새를 가리킨다. 끓는점이 약 21 °C로 낮아 쉽게 기화한다.

③ X: 아세트알데하이드는 산 촉매하에서 알코올과 반응하면 헤미아세탈을 거쳐 **아세탈을 형성한다**. 이때 헤미아세탈에 알코올이 더 반응하면서 물이 빠져나온다. 선지의 에스테르 생성은 아세트알데하이드가 아니라 **카복실산과 알코올의 에스테르화 반응**에 해당한다.

④ O: 아세트알데하이드의 알데하이드기가 산화되면 카복실기로 바뀌어 아세트산인 CH_3COOH이 된다. 반대로 카보닐기가 환원되면 일차 알코올인 에탄올 CH_3CH_2OH이 된다.

NoteBase

문 13. 폐수처리공정 중 화학적 산화에 쓰이는 산화제로 옳지 않은 것은?

① 탄산칼슘

② 염소

③ 과망간산칼륨

④ 오존

정답 1번

간단한 해설

탄산칼슘은 산성 폐수의 산을 제거하는 **중화제**로 쓰이며, 오염물질을 산화시키는 산화제에 해당하지 않는다. **산화·환원 반응**과 산·염기 중화 반응을 구별해야 한다.

공통 해설

화학적 산화에 쓰이는 산화제는 오염물질로부터 **전자를 받아 자신은 환원되고, 오염물질은 산화시키는** 약품이다. 염소·과망간산칼륨·오존은 이러한 산화 작용을 이용하여 폐수 속 오염물질을 처리하는 데 사용된다.

탄산칼슘은 산성 폐수의 수소 이온과 반응하여 산성을 낮추는 **중화제**로 사용된다. 이때 탄산칼슘이 산과 반응하여 물과 이산화탄소를 만드는 것은 산·염기 반응이며, 오염물질로부터 전자를 받아 산화시키는 작용과 다르다. 따라서 이 문항에서 화학적 산화용 산화제에 해당하지 않는 물질은 탄산칼슘이다.

NoteBase

문 14. 감광성 고분자에 이용되는 화학 반응과 설명을 옳게 짝지은 것은?

① 가교 - 분자량의 감소

② 응답 - 분자량의 증대 또는 가교

③ 중합 - 이성질화 등의 가역적인 구조 변화

④ 변성 - 분자 구조 일부의 비가역적 변화

정답 4번

간단한 해설

감광성 고분자의 변성은 빛에 의해 **분자 구조 일부가 비가역적으로 변하는** 반응이다. 가역적인 구조 변화를 이용하는 광응답과 구별된다.

선지별 해설

① X: 가교는 고분자 사슬 사이에 결합을 만들어 사슬들을 연결하는 반응이다. 따라서 사슬을 끊어 분자량을 줄이는 반응과는 다르다. '분자량의 감소'는 **분해**에 해당한다.

② X: 이 문항에서 응답은 이성질화처럼 빛에 따라 분자 구조가 **가역적으로 변하는 반응**을 뜻한다. '분자량의 증대 또는 가교'는 광중합에 대응하는 설명이다. 단위체가 연결되어 더 큰 분자를 만들거나, 여러 반응점을 가진 성분이 중합하면서 가교 구조를 형성할 수 있다.

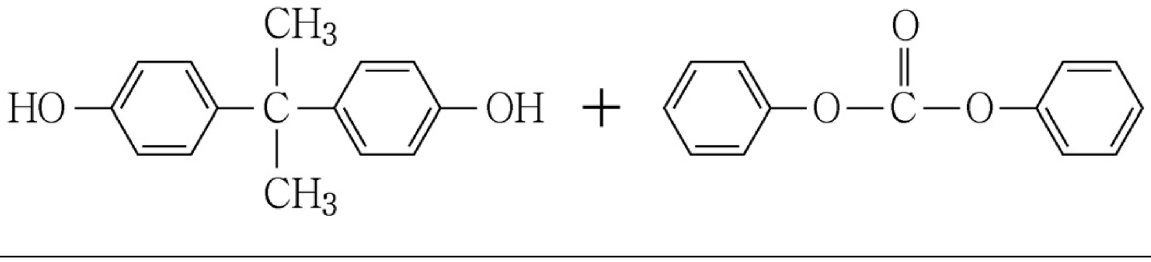
③ X: 중합은 단위체들이 화학 결합으로 연결되어 **더 큰 분자를 형성하는 반응**이다. 이성질화는 분자를 이어 크게 만드는 것이 아니라 분자 내 원자의 배열이나 배치가 달라지는 변화이다. '이성질화 등의 가역적인 구조 변화'는 이 문항의 분류에서 광응답에 해당한다.

④ O: 변성은 빛에 의해 고분자의 작용기 등 분자 구조의 일부가 **비가역적으로 바뀌는 반응**이다. 사슬을 절단하여 분자량을 낮추는 분해나, 원래 구조로 되돌아갈 수 있는 가역적 광응답과 구별된다. 따라서 '변성 - 분자 구조 일부의 비가역적 변화'는 반응과 설명이 일치한다.

NoteBase

문 15. <보기>의 반응을 통해 합성되는 열가소성 수지는?

<보기>



① 폴리에스테르(polyester)

② 폴리카보네이트(polycarbonate)

③ 폴리아미드(polyamide)

④ 폴리페닐렌옥시드(polyphenyleneoxide)

정답 2번

간단한 해설

비스페놀 A와 탄산디페닐이 반응하면 사슬에 **탄산에스터 결합(–O–C(=O)–O–)**이 반복되는 폴리카보네이트가 생성된다. 이때 페놀이 빠져나가는 에스터 교환반응이 일어난다.

공통 해설

그림의 왼쪽 물질은 두 벤젠 고리에 각각 하이드록시기(–OH)가 있는 비스페놀 A이고, 오른쪽 물질은 탄산기의 양쪽에 페녹시기가 결합한 탄산디페닐이다. 비스페놀 A의 하이드록시기가 탄산디페닐과 에스터 교환반응을 하면서 페놀이 빠져나가고, 비스페놀 A 잔기들이 탄산기를 통해 이어진다. 이 반응이 반복되면 고분자 사슬이 길어진다.

생성된 사슬에서 수지의 종류를 결정하는 연결 구조는 **–O–C(=O)–O–의 탄산에스터 결합**이다. 이 결합이 주사슬에 반복되는 수지가 폴리카보네이트이다. 에스터 교환반응이라는 반응명만으로 일반적인 폴리에스테르를 고르는 것이 아니라, 생성물에 반복되는 결합이 탄산에스터인지 확인해야 한다.

NoteBase

문 16. 질산의 성질과 용도에 관한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 질산은 갈색의 액체로서 물과 임의의 비율로 혼합되고, 강산이면서 강력한 산화제이다.

② 산으로서 암모니아와 반응하여 질산암모늄을 생성하는데, 이것은 비료나 폭약의 원료가 된다.

③ 묽은 질산은 50~90% 수용액을 말한다.

④ 질산으로부터 만들어지는 질산나트륨은 염료나 로켓 연료로 사용된다.

정답 2번

간단한 해설

질산은 암모니아와 **산·염기 중화반응**을 하여 질산암모늄을 생성한다. 질산암모늄은 질소 비료로 쓰이며 폭약 제조의 원료이기도 하다.

선지별 해설

① X: 순수한 질산은 **무색 액체**이다. 빛이나 열에 의해 분해되면서 생긴 이산화질소가 녹아 있으면 황색이나 갈색을 띨 수 있으므로, 갈색을 질산 자체의 고유한 색으로 설명하면 안 된다. 물과 임의의 비율로 섞이고 강산이자 강력한 산화제라는 부분은 맞다.

② O: 질산은 산으로서 염기인 암모니아에 양성자를 주고, 생성된 암모늄 이온과 질산 이온이 질산암모늄을 이룬다. 이러한 **중화반응으로 얻는 질산암모늄**은 질소를 공급하는 비료로 사용되며, 폭약 제조에도 이용된다.

③ X: 공업적으로 묽은 질산은 보통 **약 50–70% 수용액**을 가리킨다. 90% 정도의 질산은 고농도 질산에 해당하므로, 50–90% 전체를 묽은 질산으로 묶는 것은 잘못이다. 여기서 '묽다'는 농도에 관한 말이며 질산이 약산이라는 뜻은 아니다.

④ X: 질산나트륨은 비료·유리 제조 등에 쓰이는 질산염이다. 추진제에 사용되더라도 **연료가 아니라 산화제**로서 다른 물질의 연소를 돕는다. 질산나트륨을 염료나 로켓 연료로 설명하기보다, 질산 자체가 염료 합성의 나이트로화에 이용되고 액체 로켓 추진제의 산화제로도 쓰인다는 점을 구별해야 한다.

NoteBase

문 17. <보기>에서 설명하는 도료로 가장 옳은 것은?

<보기>
· 용제를 사용하지 않는 새로운 형의 도료이다.
· 에폭시수지, 아크릴수지 등의 열경화성 수지가 사용된다.
· 90~120℃에서 용융 혼련(混練) 시킨 후 냉각 분쇄시켜 제조한다.
· 도료의 회수, 재사용이 가능하다.

① 분체도료
② 주정도료
③ 유성도료
④ 수성도료

정답 1번

간단한 해설

용제를 사용하지 않고 수지를 **고체 분말 상태**로 만들어 사용하는 도료가 분체도료이다. 도장 대상에 붙지 않은 분말을 회수하여 재사용할 수 있다는 점도 분체도료의 특징이다.

공통 해설

분체도료는 수지와 안료·첨가제 등을 고운 분말로 만들어 사용하는 도료이다. 주정도료·유성도료·수성도료와 구별되는 기준은 **액상 매질 없이 고체 분말로 도장한다**는 점이다.

보기의 에폭시수지·아크릴수지는 열경화성 분체도료에 쓰이는 수지이다. 원료를 90~120℃에서 용융 혼련한다는 것은 가열하여 녹인 원료를 고르게 섞는다는 뜻이다. 이를 냉각하여 굳힌 뒤 분쇄하면 분말 도료가 된다. 이 제조 과정과 도장 후의 경화 과정은 구별해야 한다. 도장한 분말은 가열하면 녹아 퍼져 도막을 이루고, 열경화성 수지는 가교 반응을 거쳐 단단하게 굳는다.

회수·재사용할 수 있는 것은 도장 대상에 부착되지 않은 **경화 전의 분말**이다. 분사 과정에서 남은 분말을 모아 다시 도장에 사용할 수 있다는 뜻이며, 이미 경화된 열경화성 도막을 다시 녹여 쓴다는 의미는 아니다. 이처럼 무용제·분말 제조·미부착 분말의 회수라는 특징이 모두 분체도료에 해당한다.

NoteBase

문 18. <보기>의 반응에서 산화제로 작용하는 것은?

<보기>

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

① Mg^{2+}

② H^+

③ Cl^-

④ H_2

정답 2번

간단한 해설

산화제는 상대 물질의 전자를 받아 **자신은 환원되는 물질**이다. 이 반응에서는 H^+가 전자를 받아 수소 기체가 되므로 산화제로 작용한다.

공통 해설

산화제는 다른 물질에서 전자를 받아 그 물질을 산화시키고, **자신은 환원되는 물질**이다. 따라서 주어진 반응에서 전자를 받는 반응물을 찾는다.

마그네슘은 $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$와 같이 전자를 잃는다. 이 전자를 수소 이온이 받아 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$가 된다. 수소의 산화수는 +1에서 0으로 감소하므로, 산화제는 H^+이다.

Mg^{2+}는 마그네슘이 전자를 잃어 생긴 산화 생성물이고, H_2는 수소 이온이 전자를 받아 생긴 환원 생성물이다. 둘 다 이 반응에서 전자를 받는 반응물이 아니다. Cl^-는 반응 전후 산화수가 −1로 같아 **전자 이동에 참여하지 않는 구경꾼 이온**이다.

NoteBase

문 19. 고정발생원에서 배출하는 배연 NO☒ 제거기술 중 습식법에 해당하는 것은?

① 산화흡수환원

② 전자선조사법

③ 선택법

④ 흡착법

정답 1번

간단한 해설

산화흡수환원은 물에 잘 녹지 않는 NO를 산화하여 흡수하기 쉬운 형태로 바꾼 뒤, **액체 흡수제에 흡수시켜 환원 처리**하므로 습식법에 해당한다.

공통 해설

배연 NO☒ 제거에서 습식법은 **배연을 물이나 수용액과 접촉시켜 질소산화물을 액상으로 흡수**하여 처리하는 방식이다. 습식과 건식의 구분에서는 오염물질을 제거하는 주된 과정이 액상 흡수인지가 기준이 된다.

산화흡수환원에서는 물에 대한 용해도가 낮은 NO를 NO_2 등 흡수하기 쉬운 형태로 산화한다. 이어서 액체 흡수제로 포집하고 흡수된 질소산화물을 환원 처리한다. 즉, 산화는 흡수를 쉽게 하고, 액상 흡수와 환원은 배연의 질소산화물을 제거하는 역할을 한다. 이처럼 **액체 흡수제를 사용하는 산화흡수환원**이 문항에서 묻는 습식 제거기술이다.

전자선조사법은 배연에 전자선을 조사하여 반응을 일으키는 건식 처리이고, 선택법은 질소산화물을 선택적으로 환원하는 건식 계열의 처리이다. 흡착법은 질소산화물을 활성탄 등의 **고체 표면에 붙잡는** 방식이다. 이들은 액체 흡수제로 질소산화물을 포집하는 습식법과 구별된다.

NoteBase

문 20. 화학기상증착(CVD)의 장점 중 가장 옳지 않은 것은?

① 여러 가지의 화합물 박막의 조성조절이 용이하다.

② 증착된 물질이 매우 낮은 운동에너지를 가지는 저에너지 공정이다.

③ 단차피복성이 매우 우수하다.

④ 다양한 특성을 가지는 박막을 원하는 두께로 성장시킬 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '저에너지 공정'이라는 설명은 CVD의 일반적인 장점으로 보기 어렵다. 일반적인 열 CVD는 전구체의 분해와 화학반응을 위해 **고온의 열에너지**를 공급하며, 입자의 운동에너지가 낮다는 것만으로 공정에 필요한 에너지도 작다고 판단할 수 없다.

선지별 해설

① O: 원료인 전구체 가스의 종류와 **공급 비율·분압**, 반응 온도 등을 조절하면 박막에 포함되는 성분과 그 비율을 바꿀 수 있다. 따라서 여러 성분으로 이루어진 화합물 박막의 조성을 제어하기에 유리하다.

② X: CVD는 기체 전구체의 분해나 화학반응으로 고체 박막을 형성하는 공정이다. 일반적인 열 CVD에서는 반응을 진행시키기 위해 **기판을 고온으로 가열**하므로, 이를 단순히 '저에너지 공정'이라고 설명할 수 없다. 입자가 표면에 도달할 때의 운동에너지와 반응을 유지하기 위해 공급하는 공정 에너지는 구분해야 한다. 플라스마 CVD는 기판 온도를 낮출 수 있지만, 이때도 반응을 활성화하기 위한 플라스마 에너지가 필요하다.

③ O: 단차피복성은 기판의 평탄한 윗면뿐 아니라 단차의 측벽과 바닥까지 박막이 고르게 형성되는 정도이다. CVD에서는 기체 반응물이 확산하여 표면에 도달한 뒤 반응하므로, 적절한 반응·수송 조건에서 **측벽과 바닥까지 피복**할 수 있다. 이 때문에 입자가 주로 일정 방향에서 도달하는 증발 증착 등에 비해 단차피복성이 우수하다.

④ O: 전구체와 반응 조건을 선택하면 조성·구조 등이 달라지는 다양한 박막을 형성할 수 있다. 또한 온도·압력·가스 유량 등으로 성장 속도를 조절하고 **증착 시간을 제어**하면 목표 두께의 박막을 성장시킬 수 있다.

NoteBase