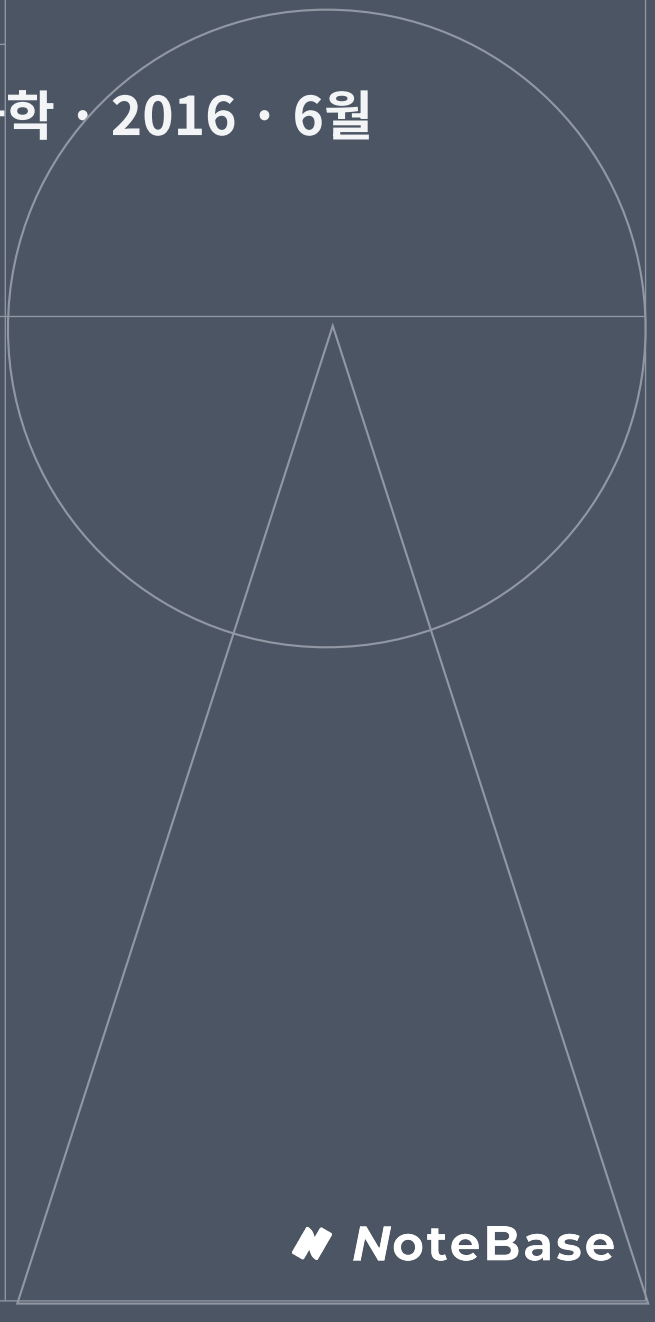
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2016 · 6월

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2016 · 6월

문 1. 다음 중 원자의 바닥 상태에서 전자배치가 옳은 것은?

① B $1S^2 2S^2 2P^1$

② C $1S^2 2S^2 2P^3$

③ N $1S^2 2S^2 2P^5$

④ O $1S^2 2S^2 2P^6$

정답 1번

간단한 해설

붕소(B)는 원자번호가 5이므로 중성 원자의 전자는 5개이다. 에너지가 낮은 오비탈부터 채우면 **1s와 2s에 각각 2개, 2p에 1개**가 들어가 바닥 상태 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$이 된다.

선지별 해설

중성 원자의 전자 수는 원자번호와 같다. 바닥 상태는 전자들이 가능한 한 낮은 에너지 상태를 차지하는 상태이며, 이 문항의 원소에서는 1s → 2s → 2p 순으로 채운다. 전자배치에서 오른쪽 위의 숫자는 해당 부껍질에 들어 있는 전자 수를 뜻한다.

① O: 붕소(B)의 원자번호는 5이므로 전자 5개를 배치한다. 1s와 2s에 각각 2개씩 채우고 남은 1개가 2p에 들어가므로, 바닥 상태 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^1$이다.

② X: 탄소(C)의 원자번호는 6이므로 전자는 6개이다. 제시된 배치는 2 + 2 + 3 = 7개의 전자를 나타내므로 중성 탄소 원자에 맞지 않는다. 바닥 상태에서는 **2p에 전자 2개**가 들어가 $1s^2 2s^2 2p^2$가 된다.

③ X: 질소(N)의 원자번호는 7이므로 전자는 7개이다. 제시된 배치는 2 + 2 + 5 = 9개의 전자를 나타내므로 중성 질소 원자에 맞지 않는다. 바닥 상태에서는 **2p에 전자 3개**가 들어가 $1s^2 2s^2 2p^3$이 된다.

④ X: 산소(O)의 원자번호는 8이므로 전자는 8개이다. 제시된 배치는 2 + 2 + 6 = 10개의 전자를 나타내므로 중성 산소 원자에 맞지 않는다. 바닥 상태에서는 **2p에 전자 4개**가 들어가 $1s^2 2s^2 2p^4$가 된다.

NoteBase

문 2. 다음 <보기>에서 지구환경과 관련된 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

<보기>
가. 지구온난화에 대한 기여도가 큰 순서부터 온실가스를 나열하면 이산화탄소, 아산화질소, 메탄, CFCs 등의 순서이다.
나. 전체 오존량의 90%가 성층권에 밀집해 있으며, 이 구역을 오존층이라 부른다.
다. CFC 대체물질인 HCFC도 염소를 포함하기 때문에 장기적으로 보면 오존층을 파괴할 수 있다.

① 나
② 나, 다
③ 가, 다
④ 가, 나, 다

정답 2번

간단한 해설

성층권에는 대기 중 오존의 **약 90%**가 모여 있다. HCFC는 CFC 대체물질이지만 **염소를 포함**하므로 성층권에서 분해될 때 오존 파괴에 관여할 수 있다.

보기별 해설

가. X: 아산화질소를 메탄보다 앞에 놓은 순서가 잘못되었다. 대기 중 농도와 복사 효과를 함께 반영한 온난화 기여에서는 이산화탄소의 기여가 가장 크며, **메탄의 기여가 아산화질소보다 크다**. 따라서 제시된 순서는 기여도가 큰 순서가 아니다.

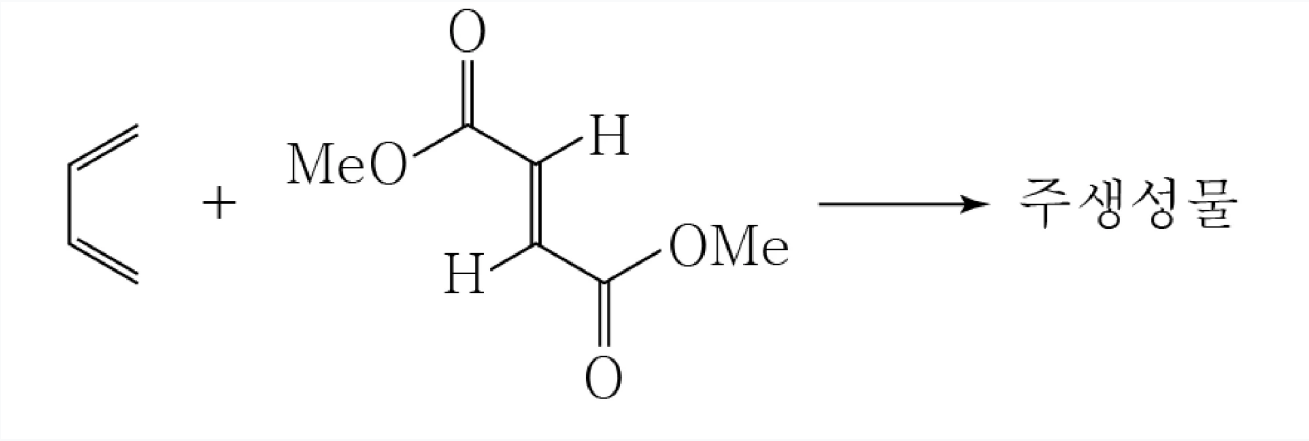
나. O: 대기 중 오존의 **약 90%가 성층권에 분포**하며, 이처럼 오존이 집중된 영역을 오존층이라고 한다. 성층권 오존은 태양에서 오는 유해한 자외선을 흡수하여 지표의 생물을 보호한다.

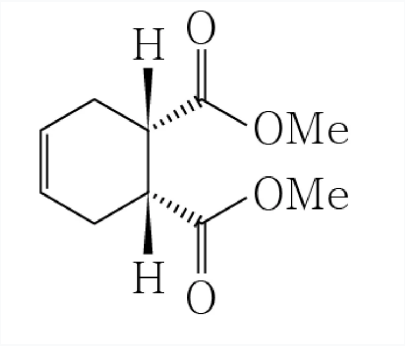
다. O: HCFC는 수소·탄소·불소와 함께 **염소를 포함하는** 화합물이다. CFC보다 대기 중에서 쉽게 분해되어 성층권으로 전달하는 염소의 양이 적지만, 오존 파괴 능력이 없어지는 것은 아니다. 성층권에 도달한 HCFC가 자외선에 의해 분해되면 염소 원자가 방출되어 오존을 연쇄적으로 분해할 수 있다.

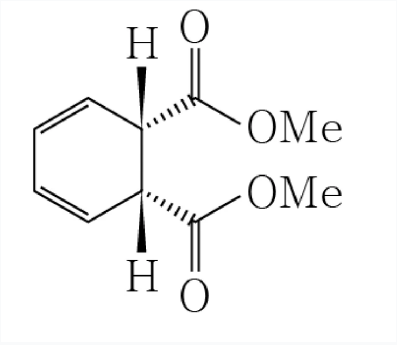
옳은 보기는 나, 다이므로 ②의 조합에 해당한다.

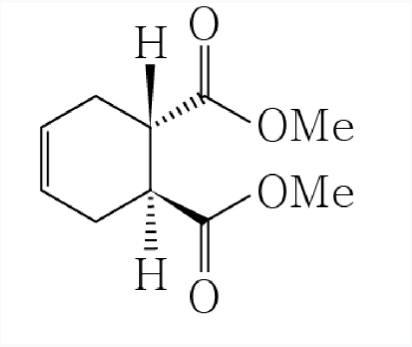
NoteBase

문 3. 다음 중 Diels-Alder 반응의 주생성물은?

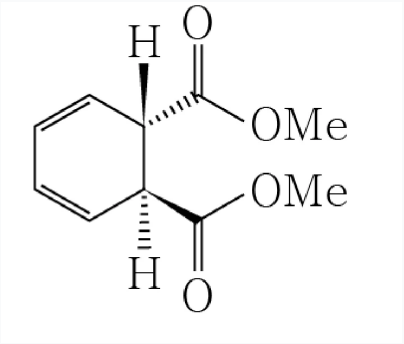


① 

② 

③ 

NoteBase

④ 

정답 3번

간단한 해설

Diels–Alder 반응으로 고리 안에 **이중결합이 하나인 사이클로헥센**이 생성된다. 친다이엔체의 두 에스터기가 원래 trans이므로, 생성물에서도 **서로 반대쪽 면의 trans 배치**가 유지된다.

도식 해설

고리 형성: 왼쪽의 1,3-부타다이엔은 공액 다이엔이고, 오른쪽의 알켄은 친다이엔체이다. Diels–Alder 반응은 이들의 π 전자 4개와 2개가 참여하는 [4+2] 고리첨가 반응이다. 다이엔의 양 끝 탄소가 친다이엔체의 두 이중결합 탄소와 각각 새 σ 결합을 만들고, 다이엔의 가운데 두 탄소 사이에 새 이중결합이 생긴다. 친다이엔체의 탄소–탄소 이중결합은 단일결합이 되므로, 생성물은 **고리 내 이중결합이 하나인 사이클로헥센 골격**을 갖는다. 에스터기의 카보닐 이중결합은 그대로 남는다.

입체배치: 반응식에서 친다이엔체의 위쪽 에스터기는 이중결합의 왼쪽, 아래쪽 에스터기는 오른쪽에 있어 서로 trans이다. Diels–Alder 반응은 두 새 결합이 한 단계에서 형성되는 협동 반응이며, 친다이엔체 치환기의 상대적인 입체배치를 보존한다. 따라서 두 에스터기는 생성된 고리에서도 **한쪽은 앞면, 다른 쪽은 뒷면**에 놓여야 한다. 구조식에서는 한 에스터기로 향하는 결합이 굵은 쐐기, 다른 에스터기로 향하는 결합이 점선 쐐기로 표시된다.

선택지의 구조: ③은 고리 왼쪽에 이중결합이 하나 있고, 오른쪽 두 에스터기가 각각 점선 쐐기와 굵은 쐐기로 연결되어 두 조건을 모두 충족한다. ①은 고리 내 이중결합 수는 맞지만 두 에스터기가 모두 점선 쐐기로 표시된 cis 배치이므로 trans로 바뀌어야 한다. ②와 ④는 고리 안에 이중결합을 두 개 남겼으므로, 다이엔의 가운데 두 탄소 사이에 이중결합 하나만 있는 구조로 고쳐야 한다. ②는 두 에스터기의 cis 배치도 trans로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 4. 다음 중 고분자전해질 연료전지의 양극과 음극에서 일어나는 반응식으로 가장 옳은 것을 고르면?

① 양극반응: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$
음극반응: $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

② 양극반응: $H_2 + O^{2-} \rightarrow H_2O + 2e^-$
음극반응: $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow O^{2-}$

③ 양극반응: $H_2 + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$
음극반응: $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

④ 양극반응: $H_2 + CO_3^{2-} \rightarrow CO_2 + H_2O + 2e^-$
음극반응: $CO_2 + \frac{1}{2}O_2 + 2e^- \rightarrow CO_3^{2-}$

정답 1번

간단한 해설

고분자전해질 연료전지는 전해질막을 통해 **수소 이온**을 전달한다. 수소가 산화되면서 수소 이온과 전자를 내놓고, 산소는 이 수소 이온 및 전자와 반응하여 물을 만든다.

공통 해설

고분자전해질 연료전지의 전해질막은 **수소 이온을 통과시키고 전자는 통과시키지 않는다**. 따라서 수소가 공급되는 전극에서 생성된 수소 이온은 막을 통과하고, 전자는 외부 회로를 거쳐 산소가 공급되는 전극으로 이동한다.

수소 쪽의 산화반응은 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$이다. 수소 한 분자가 전자 2개를 내놓아 수소 이온 2개가 된다. 산소 쪽의 환원반응은 $\frac{1}{2}O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$이다. 산소가 수소 이온과 전자를 받아 물을 생성하므로 두 반응에서 수소 이온과 전자의 수가 서로 맞는다.

후보를 구분하는 기준은 **전해질을 통해 이동하는 이온**이다. 산화물 이온 O^{2-}, 수산화 이온 OH^-, 탄산 이온 CO_3^{2-}을 생성·소비하여 전하를 전달하는 나머지 반응식은 수소 이온을 전달하는 이 전해질막의 반응에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 5. 다음 <보기>에서 프로필렌으로부터 제조할 수 있는 화학제품에 관한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

<보기>
가. 프로필렌이 산화되면 우선 아크롤레인이 되었다가 산화 반응에 의해 아크릴산이 제조된다.
나. 아크릴산 중합체는 초흡수제의 원료로 사용된다.
다. 프로필렌의 암목시데이션(ammoxidation) 법에 의해 비스무스를 포함하는 촉매를 사용하여 아크릴로니트릴을 제조할 수 있다.
라. 아크릴로니트릴은 ABS 수지의 원료로 사용된다.

① 가, 다
② 가, 나, 라
③ 나, 다, 라
④ 가, 나, 다, 라

정답 4번

간단한 해설

프로필렌은 **산화**하면 아크롤레인을 거쳐 아크릴산으로, **암목시데이션**하면 아크릴로니트릴로 전환된다.
암목시데이션은 암모니아와 산소를 함께 반응시키는 공정이며, 비스무스를 포함하는 촉매를 사용할 수 있다.

보기별 해설

가. O: 프로필렌을 촉매 산화하면 **아크롤레인**이 생성되고, 이를 다시 산화하면 아크릴산이 된다. 두 번째 단계는 아크롤레인의 알데하이드기가 카복실기로 산화되는 과정이다.

나. O: 아크릴산계 중합체는 **초흡수제**에 이용된다. 대표적으로 아크릴산과 아크릴산나트륨을 중합·가교한 고분자는 친수성 작용기로 물을 흡수하며, 가교된 망상 구조 안에 물을 보유한다.

다. O: 프로필렌을 **암모니아 및 산소와 함께** 반응시켜 아크릴로니트릴을 만드는 공정이 암목시데이션이다. 대표적인 소하이오(SOHIO)법에서는 비스무스와 몰리브데넘을 포함하는 산화물계 촉매를 사용한다.

라. O: ABS 수지는 **아크릴로니트릴·부타디엔·스타이렌**을 원료로 하는 수지이다. ABS의 A는 아크릴로니트릴을 뜻하므로, 아크릴로니트릴은 ABS 수지의 원료에 해당한다.

가, 나, 다, 라가 모두 옳으므로 이들을 모두 포함하는 조합은 ④이다.

NoteBase

문 6. 다음 석유 제품 중 비점이 가장 높은 것은?

① 중유

② 등유

③ 경유

④ 나프타

정답 1번

간단한 해설

중유는 가벼운 유분을 분리한 뒤 남는 **고비점의 무거운 성분**을 많이 포함한다. 따라서 나프타·등유·경유보다 휘발하기 어려우며 비점이 높다.

선지별 해설

석유 제품은 여러 탄화수소가 섞인 혼합물이므로 하나의 일정한 비점보다 비점 범위로 비교한다. 같은 압력에서 원유의 가벼운 유분은 낮은 온도에서, 무거운 유분은 높은 온도에서 증류된다.

① 중유: 원유에서 가벼운 유분을 증류해 낸 뒤 남는 잔사유 성분을 많이 포함한다. 네 제품 중 **가장 무거운 고비점 성분**이 많아 비점이 가장 높다.

② 등유: 나프타보다 무겁고 경유보다 가벼운 유분이다. 비점 범위는 일반적으로 **나프타보다 높고 경유보다 낮다**.

③ 경유: 등유보다 무거운 유분으로, 등유보다 높은 온도 범위에서 증류된다. 다만 중유보다 가벼운 성분이므로 **중유보다는 비점이 낮다**.

④ 나프타: 네 제품 중 가장 가벼운 유분으로, 원유를 증류할 때 비교적 낮은 온도에서 분리된다. 따라서 네 제품 중 **비점이 가장 낮다**.

일반적인 비점 범위는 나프타 < 등유 < 경유 < 중유 순으로 높아지므로, 가장 높은 것은 ① 중유이다.

NoteBase

문 7. 다음 중 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 인장강도가 크지 않다.

② 구조는 선형이고, 결정화도는 약 90%정도이다.

③ 반응온도는 200~300°C이고, 고압반응을 한다.

④ 연신율은 500%정도이고, 밀도는 0.915~0.925g/cm^3이다.

정답 2번

간단한 해설

HDPE는 **가지가 적은 선형 구조**여서 분자 사슬이 촘촘히 배열되므로 결정화도와 밀도가 높다. 결정화도는 약 90%에 이를 수 있으나, 실제 값은 재료 등급과 냉각 조건에 따라 달라진다.

선지별 해설

① X: HDPE는 LDPE보다 일반적으로 **인장강도가 크다**. 가지가 적어 사슬이 조밀하게 배열되고 결정 영역이 많이 형성되므로, 사슬 사이의 상호작용이 커져 잡아당기는 힘에 잘 견딘다.

② O: HDPE는 **가지가 적은 선형 구조**로, 가지가 많은 LDPE보다 사슬이 규칙적으로 배열되기 쉽다. 결정화도는 전체 고분자 중 결정 영역이 차지하는 비율이며, HDPE에서는 약 90%에 이를 수 있다. 다만 모든 HDPE가 같은 결정화도를 갖는 것은 아니며 재료 등급과 냉각 조건 등에 따라 달라진다.

③ X: 200~300°C의 고온·고압에서 진행하는 라디칼 중합은 **LDPE의 대표적인 제조 방식**이다. HDPE는 지글러·나타 촉매나 필립스 촉매 등을 이용하여 LDPE의 고압법보다 낮은 압력에서 중합한다. 이러한 촉매 중합으로 가지가 적은 사슬을 얻는다.

④ X: 밀도 0.915~0.925 g/cm^3는 저밀도 폴리에틸렌에 해당하는 범위이며, **HDPE의 밀도는 일반적으로 약 0.940~0.970 g/cm^3**이다. HDPE는 사슬이 더 조밀하게 배열되므로 밀도가 높다. 연신율은 인장 시 늘어나는 정도를 나타내며 재료 등급과 시험 조건에 따라 달라진다. HDPE에서도 약 500%의 연신율이 나타날 수 있으므로, 이 선지는 밀도 범위가 잘못되었다.

NoteBase

문 8. 다음 중 고분자의 수평균분자량(M_n)과 중량평균분자량(M_w)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① M_n은 광산란법이나 원심분리법으로 측정할 수 있다.

② 일반적으로 M_n값이 M_w값보다 크다.

③ M_w/M_n값이 2 이상인 고분자는 1에 가까운 고분자에 비해 결정화되기 어려우며 고체화되는 온도가 낮다.

④ van't Hoff 식을 이용하면 M_w를 얻을 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

$\frac{M_w}{M_n}$이 클수록 **분자량 분포가 넓다**. 같은 종류의 고분자를 비슷한 조건에서 비교하면, 사슬 길이의 차이가 큰 시료는 균일한 결정 형성이 어려워 고체화 온도가 낮아지는 경향이 있다.

선지별 해설

① X: 광산란법과 초원심분리의 침강평형법은 대표적으로 **중량평균분자량** M_w를 구하는 데 쓰인다. 수평균분자량 M_n은 삼투압법이나 말단기 분석법 등으로 측정한다. 삼투압은 용질 분자의 크기보다 분자 수에 의존하므로 수평균분자량을 반영한다.

② X: 일반적인 관계는 $M_w \geq M_n$이다. 수평균분자량은 각 분자를 같은 비중으로 평균하지만, 중량평균분자량은 질량이 큰 분자에 더 큰 비중을 주므로 큰 분자량의 영향을 더 많이 받는다. 분자량 분포가 있으면 $M_w > M_n$이고, 모든 분자의 분자량이 같을 때만 두 값이 같다.

③ O: $\frac{M_w}{M_n}$은 분자량 분포의 폭을 나타내는 분산도이다. 1에 가까우면 사슬 길이가 비교적 균일하고, 2 이상이면 사슬 길이의 차이가 크다. 같은 종류의 결정성 고분자를 다른 조건이 비슷한 상태에서 비교하면, 넓은 분포에 포함된 서로 다른 길이의 사슬들이 결정 형성 과정에서 균일하게 배열되기 어려워 **결정화가 지연되고 고체화 온도가 낮아지는 경향**이 있다. 다만 2라는 값 자체가 결정화 여부를 나누는 절대적 경계는 아니며, 실제 결정화 거동에는 사슬 구조와 냉각 조건도 영향을 준다.

④ X: van't Hoff 식을 이용한 삼투압 측정으로 얻는 것은 **수평균분자량** M_n이다. 이상적인 묽은 용액에서는 $\Pi = \frac{cRT}{M_n}$이 성립한다. 여기서 Π는 삼투압, c는 고분자의 질량농도, R은 기체상수, T는 절대온도이다. 실제 고분자 용액에서는 농도에 따른 상호작용을 배제하기 위해 $\frac{\Pi}{c}$를 농도 0으로 외삽한 값에서 M_n을 구한다.

NoteBase

문 9. 다음 중 유지에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 라우르산(lauric acid)은 불포화지방산이다.

② 올레산(oleic acid)은 Ni 촉매하에서 수소화 반응을 통해 포화지방산인 스테아르산(stearic acid)으로 전환할 수 있다.

③ 실온에서 유지 100g 속에 들어있는 유지산을 중화하는 데 필요한 KOH의 mg수를 산가라 한다.

④ 포화지방산은 탄소 수가 홀수로 되어 있으며, 천연 유지 중에는 C_{17}-C_{19}의 성분이 가장 많이 존재한다.

정답 2번

간단한 해설

올레산의 탄소–탄소 이중결합에 Ni 촉매하에서 수소를 첨가하면 **이중결합이 단일결합으로 바뀌어** 포화지방산인 스테아르산이 된다.

선지별 해설

① X: 라우르산은 탄소 수가 12개이고 탄소 사슬에 탄소–탄소 이중결합이 없는 **포화지방산**이다. 불포화지방산은 탄소 사슬에 탄소–탄소 이중결합을 하나 이상 갖는다.

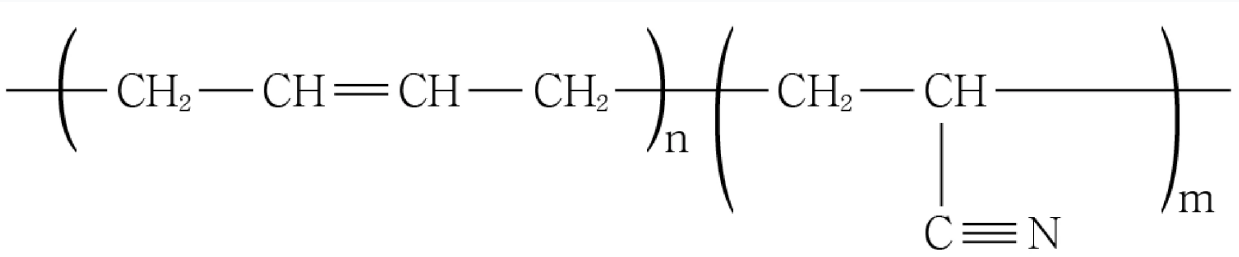
② O: 올레산은 탄소 수가 18개이고 탄소–탄소 이중결합이 하나 있는 불포화지방산이다. Ni 촉매하에서 그 이중결합에 수소를 첨가하면 탄소 수는 그대로 유지되면서 **탄소–탄소 이중결합이 없어져** 스테아르산으로 전환된다. 스테아르산은 탄소 수가 18개인 포화지방산이다.

③ X: 산가는 **유지 1 g**에 들어 있는 유리지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 질량을 mg으로 나타낸 값이다. 유리지방산은 유지에 에스터로 결합하지 않고 존재하는 지방산이다. 선지의 기준 질량인 100 g을 1 g으로 고쳐야 한다.

④ X: 포화지방산은 탄소 수의 홀짝이 아니라 **탄소 사슬에 탄소–탄소 이중결합이 없는지**로 구분한다. 천연 유지의 지방산은 대체로 탄소 수가 짝수이며, 탄소 수가 16개인 팔미트산과 18개인 스테아르산이 대표적인 포화 성분이다. 따라서 탄소 수가 홀수라는 설명과 탄소 수 17–19개의 성분이 가장 많다는 설명은 부적절하다.

NoteBase

문 10. 다음의 화학식을 가지는 합성고무에 해당하는 것은?



① 스티렌－부타디엔 고무

② 부타디엔 고무

③ 니트릴 고무

④ 클로로프렌 고무

정답 3번

간단한 해설

구조식의 곁가지에 있는 **니트릴기(C≡N)**가 구별의 핵심이다. 부타디엔과 아크릴로니트릴을 공중합한 고무가 니트릴 고무이다.

공통 해설

제시된 구조의 왼쪽은 탄소 사슬에 이중결합이 남아 있는 부타디엔 유래 단위이고, 오른쪽은 곁가지에 니트릴기(C≡N)가 달린 아크릴로니트릴 유래 단위이다. 서로 다른 두 종류의 단량체를 함께 중합하는 것을 공중합이라고 하며, **부타디엔과 아크릴로니트릴의 공중합체**가 니트릴 고무(NBR)이다. 부타디엔 유래 단위만 보면 다른 부타디엔계 고무와 혼동할 수 있으므로, 함께 나타나는 니트릴기를 확인하여 고무의 종류를 구별한다.

NoteBase

문 11. C_nH_{2n}**의 일반식을 갖는 불포화탄화수소로, 석유 속에는 거의 포함되어 있지 않으나 석유의 크래킹(cracking) 과정에서 다량 생성되어 석유화학공업의 중요한 원료로 사용되는 탄화수소는?**

① 올레핀계 탄화수소

② 나프텐계 탄화수소

③ 방향족 탄화수소

④ 파라핀계 탄화수소

정답 1번

간단한 해설

일반식이 C_nH_{2n}이면서 탄소–탄소 이중결합을 갖는 **올레핀계 탄화수소**는 크래킹 과정에서 생성된다. 에틸렌·프로필렌이 대표적이며 석유화학공업의 원료로 이용된다.

공통 해설

문제에서 말하는 일반식 C_nH_{2n}의 불포화탄화수소는 탄소–탄소 **이중결합 하나를 갖는 비고리형 탄화수소**인 알켄이며, 올레핀계에 해당한다. 여기서 n은 탄소 원자의 수이다.

일반식만으로 판단해서는 안 된다. 단고리 나프텐계 탄화수소도 일반식이 C_nH_{2n}이지만, 탄소 원자들이 단일결합으로 고리를 이루는 **포화탄화수소**이다. 따라서 이 문항에서는 '불포화'라는 조건이 두 계열을 구별한다.

크래킹은 큰 탄화수소 분자의 탄소 골격을 끊어 더 작은 분자로 만드는 공정이다. 이 과정에서 에틸렌·프로필렌 같은 올레핀이 생성된다. 올레핀은 원유에는 거의 들어 있지 않지만 크래킹으로 생산되며, 이중결합을 이용한 첨가반응이나 중합반응에 쓰이므로 석유화학공업의 중요한 원료가 된다.

NoteBase

문 12. 콜타르(coal tar)를 분별 증류할 때 중간유(middle oil)에서 나오는 원료로 무수프탈산의 제조에 사용되는 것은?

① 톨루엔

② 카바졸

③ 안트라센

④ 나프탈렌

정답 4번

간단한 해설

콜타르의 중간유에서 얻는 **나프탈렌**은 공기 중 산소로 **촉매 산화**하여 무수프탈산을 제조하는 원료이다.

공통 해설

콜타르를 분별 증류하면 성분들의 끓는점 차이에 따라 여러 유분으로 나뉘며, 중간유에는 나프탈렌이 포함된다. 이 유분에서 나프탈렌을 분리·정제하여 무수프탈산 제조 원료로 사용한다.

나프탈렌 증기와 공기를 혼합하여 오산화바나듐 등의 촉매 존재하에서 산화시키면 무수프탈산을 얻는다. 따라서 원료와 생성물의 관계는 **나프탈렌 → 촉매 산화 → 무수프탈산**이다. 콜타르의 분별 증류는 나프탈렌을 분리하는 과정이고, 무수프탈산을 만드는 것은 후속 산화 반응이다.

NoteBase

문 13. 다음 중 계면활성제에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 임계미셀농도(CMC)가 작은 것이 미셀이 크다.

② 소수기가 작을수록 미셀이 커지는 경향이 있다.

③ 이온성 계면활성제가 비이온성 계면활성제보다 회합수가 많다.

④ 계면활성제 수용액의 농도가 CMC보다 커지면 표면장력은 급격히 증가한다.

정답 1번

간단한 해설

같은 계열의 계면활성제에서는 소수성 사슬이 길어질수록 물속에서 서로 모이려는 경향이 강해져 **CMC가 낮아지고 미셀은 커지는 경향**이 있다. 이는 더 낮은 농도에서 미셀을 형성하면서, 미셀 하나에 모이는 분자 수도 많아진다는 뜻이다.

선지별 해설

① O: 임계미셀농도(CMC)는 수용액에서 미셀이 본격적으로 형성되기 시작하는 농도이다. 친수기의 종류와 온도 등 다른 조건이 비슷한 동족 계열에서는 소수성 사슬이 길어질수록 물과의 접촉을 줄이려는 경향이 강해져 더 낮은 농도에서 미셀이 형성된다. 이때 미셀 하나를 이루는 분자 수인 회합수도 증가하므로, **CMC가 낮은 쪽이 더 큰 미셀을 형성하는 경향**이 있다. 다만 구조나 용액 조건이 전혀 다른 계면활성제까지 CMC만으로 미셀 크기를 단정하는 것은 아니다.

② X: 같은 계열에서 다른 조건이 비슷하다면 **소수기가 클수록 미셀이 커지는 경향**이 있다. 특히 소수성 탄화수소 사슬이 길어지면 미셀 내부의 소수성 부분이 커지고 회합수도 증가한다. '소수기가 작을수록'은 이러한 경향을 반대로 설명한 것이다.

③ X: 소수성 사슬 길이 등 비교 조건이 비슷할 때에는 일반적으로 **비이온성 계면활성제의 회합수가 더 큰 경향**이 있다. 이온성 계면활성제는 같은 전하를 띤 친수기 사이의 정전기적 반발이 분자들이 많이 모이는 것을 제한한다. 비이온성 계면활성제에는 이러한 전하 사이의 반발이 없어 상대적으로 더 많은 분자가 회합할 수 있다. 실제 회합수는 친수기 크기와 염 농도 등의 영향도 받는다.

④ X: 계면활성제 농도가 CMC에 도달하기 전에는 계면에 흡착하는 분자가 늘어나 표면장력이 감소한다. CMC를 넘으면 추가한 계면활성제는 주로 용액 내부의 미셀 형성에 쓰이고, 개별 분자로 존재하는 계면활성제의 농도는 크게 증가하지 않는다. 따라서 표면장력은 급격히 증가하는 것이 아니라 **대체로 일정하게 유지**된다.

NoteBase

문 14. 다음 중 감광제에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 양성 감광제의 노출속도는 음성 감광제보다 빠르다.

② 양성 감광제의 접착성은 음성 감광제보다 좋다.

③ 양성 감광제의 종횡비(분해능)는 음성 감광제보다 높다.

④ 양성 감광제의 현상액은 용제를 사용한다.

정답 3번

간단한 해설

양성 감광제는 현상할 때 남는 부분의 팽윤이 작아 **미세한 패턴을 정밀하게 구현**하는 데 유리하다. 전통적인 음성 감광제는 유기용제 현상 중 감광막이 팽윤하여 분해능이 제한된다.

선지별 해설

감광제는 빛을 받으면 현상액에 대한 용해성이 달라져 기판 위에 패턴을 형성하는 재료이다. 양성 감광제는 노광된 부분이 제거되고, 음성 감광제는 노광된 부분이 가교되어 남는다. 아래 특성 비교는 전통적인 양성 감광제와 유기용제로 현상하는 음성 감광제를 기준으로 한다.

① X: 전통적인 감광제를 비교하면 양성 감광제는 음성 감광제보다 감도가 낮아 **더 많은 노광 에너지**가 필요하다. 따라서 같은 광세기에서는 노출시간이 더 길고, 노출속도는 더 느리다.

② X: 접착성은 감광막이 기판에 잘 붙어 있는 성질이다. 전통적인 비교에서는 **음성 감광제의 접착성이 더 좋다**. 양성 감광제는 상대적으로 접착성이 낮아 기판과의 접착을 개선하는 처리가 필요할 수 있다.

③ O: 괄호에 제시된 분해능을 기준으로 보면, 전통적인 양성 감광제는 음성 감광제보다 미세한 패턴을 구현하는 능력이 우수하다. 음성 감광제는 유기용제 현상 중 남아야 할 가교된 감광막도 용제를 흡수하여 팽윤하므로 패턴의 폭과 형상이 변할 수 있다. 양성 감광제는 이러한 팽윤이 작아 **패턴의 경계를 정밀하게 유지**할 수 있다. 다만 종횡비는 패턴의 높이를 폭으로 나눈 비이고, 분해능은 미세한 패턴을 구분하여 구현하는 능력이므로 두 개념은 엄밀히 다르다.

④ X: 통상적인 양성 감광제는 빛을 받은 부분의 알칼리 용해성이 커지므로 **알칼리 수용액**으로 현상한다. 유기용제 현상은 전통적인 음성 감광제의 특성이다. 감광제를 도포하기 위해 수지를 녹이는 용제와, 노광 후 특정 부분을 제거하는 현상액은 구분해야 한다.

NoteBase

문 15. 다음 중 공업용수의 거품과 부식의 원인이 되는 불순물인 HCO_3^- 이온을 처리하는 방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 석회 소다법

② 증류

③ 아황산나트륨 첨가

④ 이온교환

정답 3번

간단한 해설

아황산나트륨은 물속의 **용존 산소를 제거하는 탈산소제**이다. 산소에 의한 부식을 줄이는 데 쓰이며, 탄산수소 이온을 제거하는 약제는 아니다.

선지별 해설

① O: 석회 소다법은 석회와 탄산나트륨을 이용하여 경도 성분 등을 침전시켜 제거하는 방법이다. 이 중 석회가 공급하는 수산화 이온은 탄산수소 이온을 탄산 이온으로 전환하고, 탄산 이온은 칼슘 이온과 결합하여 **탄산칼슘으로 침전**한다. 생성된 침전을 분리하면 탄산수소 이온에 의한 알칼리도를 낮출 수 있다.

② O: 증류는 물을 증발시킨 뒤 수증기를 냉각·응축하여 회수하는 방법이다. 탄산수소 이온을 포함한 비휘발성 염류는 물처럼 증발하지 않으므로, **물과 용해된 염류를 분리**하여 이온 함량이 낮은 물을 얻을 수 있다.

③ X: 아황산나트륨은 용존 산소와 반응하여 황산나트륨으로 산화되는 탈산소제이다. 따라서 **산소에 의한 부식을 억제**하는 데 사용하며, 탄산수소 이온을 제거하는 방법으로는 적절하지 않다. 탄산수소 이온의 처리는 침전법이나 적절한 이온교환법 등을 이용한다.

④ O: 탄산수소 이온은 음이온이므로 **음이온교환수지**를 이용하여 제거할 수 있다. 예를 들어 염화물형 음이온교환수지는 물속의 탄산수소 이온을 받아들이고 염화 이온을 내보내 알칼리도를 낮춘다. 칼슘·마그네슘 이온만 나트륨 이온으로 바꾸는 양이온교환 연수화만으로는 탄산수소 이온이 제거되지 않으므로, 목적에 맞는 수지와 공정이 필요하다.

NoteBase

문 16. 다음 중 황산에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 황산은 부피로 농도를 표시하며, 공업적으로는 보메도(°Be′)를 사용한다.

② 93% 이상의 황산은 농도에 따른 비중의 변화가 적어 이 범위 이상의 농도는 백분율로 표시한다.

③ 진비중(d)과 보메도(°Be′)의 상호 관계는 $^\circ Be' = 144.3\left(d - \frac{1}{d}\right)$이다.

④ 이온화경향이 수소보다 작은 금속은 묽은 황산과 반응하여 금속 황산염을 생성시키고, 수소를 발생한다.

정답 2번

간단한 해설

93% 이상의 고농도 황산은 **농도 변화에 따른 비중 변화가 작아** 보메도로 농도를 구별하기 어렵다. 이 범위에서는 황산의 함량을 **질량 백분율**로 표시한다.

선지별 해설

① X: 황산의 농도는 일반적으로 **질량 백분율**로 나타낸다. 예를 들어 93% 황산은 용액 100 g에 순수한 황산 93 g이 들어 있다는 뜻이다. 공업적으로 사용하는 보메도는 비중을 환산한 눈금이며, 부피 백분율이 아니다.

② O: 93% 이상의 황산은 농도가 달라져도 비중의 변화가 작다. 따라서 비중을 바탕으로 하는 보메도만으로는 농도를 세밀하게 구별하기 어려워, 이 범위의 농도는 **질량 백분율로 표시**한다.

③ X: 황산처럼 물보다 무거운 액체에 상수 144.3을 적용할 때, 진비중 d와 보메도의 관계는 $^\circ Be' = 144.3\left(1 - \frac{1}{d}\right)$이다. 선지의 괄호 안 첫 항은 **진비중 d가 아니라 1**이어야 한다.

④ X: 묽은 황산과 반응하여 수소를 발생시키는 것은 아연처럼 **수소보다 이온화경향이 큰 금속**이다. 이러한 금속이 전자를 내놓고 이온이 되는 동안 수소 이온이 전자를 받아 수소 기체가 되며, 금속 황산염이 생성된다. 구리처럼 수소보다 이온화경향이 작은 금속은 묽은 황산에서 수소를 밀어내는 반응을 하지 않는다.

NoteBase

문 17. 다음 중 중성 비료들로만 나열된 것은?

① 황안, 요소, 석회

② 염안, 석회, 중과린산석회

③ 용성인비, 석회, 요소

④ 염안, 염화칼륨, 요소

정답 4번

간단한 해설

염안(염화암모늄)·염화칼륨·요소는 **화학적 반응에 따른 분류에서 중성 비료**에 해당한다. 이는 시비 후 토양이 보이는 생리적 반응에 따른 분류와 구별된다.

선지별 해설

이 문항은 비료 자체의 화학적 반응에 따른 통상적인 분류를 기준으로 한다. 식물의 양분 흡수나 미생물 작용을 거친 뒤 토양에 나타나는 생리적 반응과는 구별해야 한다. 예를 들어 염안과 염화칼륨은 이 분류에서는 중성 비료이지만, 생리적 반응에서는 산성 비료로 분류된다.

① X: 황안(황산암모늄)과 요소는 화학적 반응에 따른 분류에서 중성 비료이지만, **석회는 염기성 비료**이다. 석회는 산을 중화하는 성질을 가지므로 중성 비료로 분류하지 않는다.

② X: 염안은 중성 비료이지만, 석회는 염기성 비료이고 **중과린산석회는 산성 비료**이다. 중과린산석회는 중과인산석회라고도 하며, 이름에 석회가 들어 있어도 석회질 비료와 같은 염기성으로 판단해서는 안 된다.

③ X: 요소는 중성 비료이지만, **용성인비와 석회는 염기성 비료**이다. 용성인비는 인산질 비료라는 성분상의 분류와 별개로, 화학적 반응에서는 염기성으로 분류된다.

④ O: 염안은 염화암모늄을 뜻하며, 염안·염화칼륨·요소는 모두 **화학적 반응에 따른 중성 비료**이다. 따라서 세 비료 모두 문제에서 요구하는 분류에 해당한다.

NoteBase

문 18. 다음 중 주로 2차 파쇄기로 사용되는 것은?

① 죠 크러셔

② 콘 크러셔

③ 롤 크러셔

④ 햄머밀

정답 2번

간단한 해설

콘 크러셔는 1차 파쇄를 거친 원료를 압축하여 더 작은 입자로 만드는 대표적인 **2차 파쇄기**이다. 원뿔형 파쇄부와 바깥쪽 라이너 사이에서 원료를 연속적으로 압축한다.

개념 구분

2차 파쇄는 1차 파쇄로 크기를 줄인 원료를 받아 다시 더 작게 부수는 단계이다. 콘 크러셔는 안쪽 원뿔형 파쇄부가 편심 운동을 하면서 바깥쪽 라이너와의 간격을 변화시켜 원료를 압축한다. 이러한 연속적인 압축 작용으로 앞 단계에서 파쇄된 원료를 처리하므로 **대표적인 2차 파쇄기**로 사용된다.

죠 크러셔는 고정된 턱과 왕복 운동하는 턱 사이에서 큰 원료 덩어리를 압축하여 부순다. 주로 다음 파쇄기에 공급할 수 있는 크기로 줄이는 **1차 파쇄**에 사용된다는 점에서 콘 크러셔와 구별된다.

롤 크러셔는 회전하는 롤과 다른 롤 또는 파쇄판 사이로 원료를 끌어들여 압축·전단하고, 햄머밀은 빠르게 회전하는 해머의 충격으로 원료를 부순다. 이들도 원료의 성질과 장치 형식에 따라 2차 파쇄에 쓰일 수 있다. 따라서 '주로 2차 파쇄기로 사용된다'는 대표 용도를 구분해야 하며, **콘 크러셔만 2차 파쇄가 가능하다는 뜻은 아니다**.

NoteBase

문 19. 다음 중 질소산화물 제거공정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 선택적 비촉매 환원법(SNCR)은 암모니아나 요소를 고온에서 NO_x와 직접 반응시키는 방법이다.

② 선택적 촉매 환원법(SCR)은 암모니아를 환원제로 사용한다.

③ 선택적 촉매 환원법(SCR)은 V_2O_5/TiO_2를 촉매로 사용한다.

④ 중유나 석탄 등의 연료를 연소시킬 때 발생하는 질소산화물을 thermal NO_x라 하고, 고온에서 공기산화에 의해 발생되는 NO_x를 fuel NO_x라 부른다.

정답 4번

간단한 해설

④는 질소산화물의 생성 원인을 뒤바꾸었다. **연료에 포함된 질소의 산화**로 생기는 것은 fuel NO_x이고, **공기 중 질소의 고온 산화**로 생기는 것은 thermal NO_x이다.

선지별 해설

① O: 선택적 비촉매 환원법(SNCR)은 암모니아나 요소를 고온의 배기가스에 주입하여 NO_x를 질소와 물로 전환하는 방법이다. **촉매 없이 고온에서 환원 반응**을 진행한다는 점이 SCR과 다르다.

② O: 선택적 촉매 환원법(SCR)은 **암모니아를 환원제**로 사용하여 촉매 표면에서 NO_x를 질소와 물로 전환한다. 암모니아는 반응에 소비되는 물질이고, 촉매는 이 환원 반응을 촉진하는 물질이다.

③ O: V_2O_5/TiO_2는 SCR에 사용하는 대표적인 촉매이다. 이 표기는 **이산화타이타늄 지지체에 오산화바나듐을 담지**한 촉매를 뜻하며, 오산화바나듐이 환원 반응의 활성 성분으로 작용한다.

④ X: fuel NO_x는 중유·석탄 등 **연료에 포함된 질소 성분**이 연소 중 산화되어 생성되는 질소산화물이다. thermal NO_x는 **공기 중 질소가 고온에서 산소와 반응**하여 생성되는 질소산화물이다. 따라서 선지의 두 명칭을 서로 바꾸어야 한다. 중유나 석탄을 연소한다고 해서 발생하는 질소산화물이 모두 한 종류인 것은 아니며, 연료 속 질소와 공기 중 질소 중 어느 쪽에서 유래했는지가 구분 기준이다.

NoteBase

문 20. 다음 중 반도체 공정에 주로 이용되는 화학기상증착법(CVD)에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 원료화합물을 기체 상태로 반응기 내에 공급하여 기판 표면에서 화학반응에 의해 박막이 형성된다.

② PECVD는 플라즈마를 CVD공정에 필요한 에너지로 사용하는 방법이다.

③ 유기금속화합물을 원료로 사용하는 방법을 MOCVD라 부른다.

④ CVD는 일반적으로 물리적 증착공정에 비해 단차피복성(step coverage)이 뒤떨어지는 단점이 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '단차피복성이 뒤떨어진다'는 설명은 반대이다. CVD는 기체 원료의 표면 반응으로 막을 형성하므로, 일반적으로 물리기상증착법(PVD)보다 **단차피복성이 우수하다**.

선지별 해설

① O: CVD는 **기체 상태로 공급된 원료의 화학반응**으로 기판에 고체 박막을 형성하는 방법이다. 원료 기체가 기판 표면에 도달한 뒤 반응하거나 분해되어 막을 이루며, 휘발성 부산물은 배출된다.

② O: PECVD는 플라즈마 강화 화학기상증착법이다. **플라즈마로 원료 기체를 활성화**하여 박막 형성 반응을 촉진한다. 따라서 열에너지만 이용하는 일반적인 CVD보다 낮은 기판 온도에서도 증착할 수 있다.

③ O: MOCVD는 **유기금속화합물을 원료로 사용하는** 화학기상증착법이다. 휘발성 유기금속 원료를 기체 상태로 공급하고 기판에서 반응·분해시켜 박막을 성장시킨다. PECVD가 반응을 활성화하는 에너지 방식에 따른 명칭이라면, MOCVD는 원료의 종류에 따른 명칭이다.

④ X: 단차피복성은 기판의 평탄한 윗면뿐 아니라 단차의 측벽과 바닥까지 박막이 얼마나 균일하게 형성되는지를 뜻한다. 일반적인 PVD는 입자의 이동 방향에 따라 가려진 부분에 막이 얇게 형성되기 쉽다. 반면 CVD는 원료 기체가 굴곡진 표면까지 이동하여 표면 반응을 일으키므로, 일반적으로 PVD보다 **단차피복성이 우수하다**.
구체적인 피복성은 공정 조건과 단차 구조에 따라 달라지지만, 선지의 '뒤떨어지는 단점'은 '우수한 장점'으로 고쳐야 한다.

NoteBase