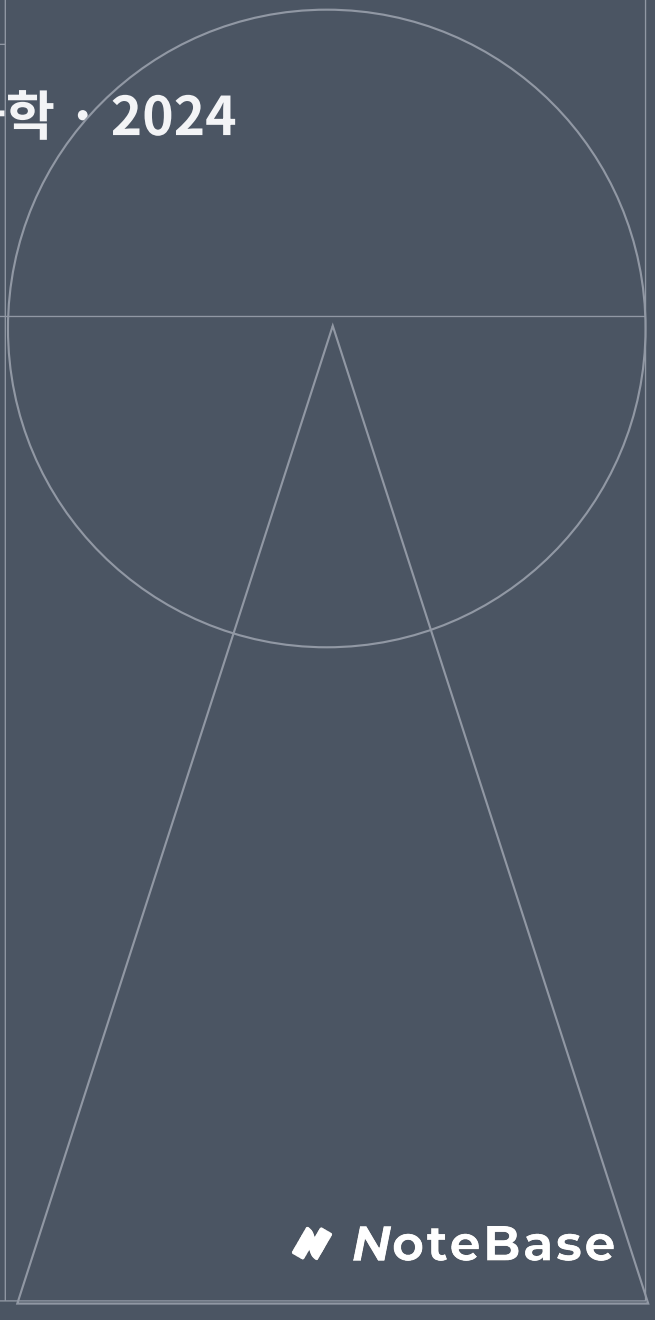
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2024

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2024

문 1. 열경화성 고분자인 것은?

① 폴리스타이렌(polystyrene)

② 폴리에틸렌(polyethylene)

③ 폴리염화비닐(polyvinylchloride)

④ 에폭시 수지(epoxy resin)

정답 4번

간단한 해설

에폭시 수지는 경화 과정에서 사슬들이 화학 결합으로 연결되어 **3차원 가교 구조**를 형성한다. 경화된 뒤에는 다시 가열해도 녹여 성형할 수 없는 열경화성 고분자이다.

선지별 해설

열가소성 고분자는 가열하면 연화되어 성형할 수 있고 냉각하면 다시 굳는다. 열경화성 고분자는 경화 과정에서 고분자 사슬 사이에 가교 결합이 생겨 망상 구조를 이루므로, 경화 후에는 가열해도 다시 녹여 성형할 수 없다.

① X: 폴리스타이렌은 **열가소성 고분자**이다. 일반적인 폴리스타이렌은 사슬 사이에 영구적인 가교 망상 구조가 없어 가열하면 연화되어 성형할 수 있다.

② X: 폴리에틸렌은 **열가소성 고분자**이다. 일반적인 폴리에틸렌의 사슬은 선형 또는 가지가 있는 구조이며, 사슬 전체가 가교 망상 구조로 연결되어 있지 않아 가열하면 녹여 성형할 수 있다.

③ X: 폴리염화비닐은 **열가소성 고분자**이다. 사슬에 붙어 있는 염소 원자가 사슬 사이의 가교 결합을 뜻하는 것은 아니며, 일반적인 폴리염화비닐은 가열하여 연화·성형할 수 있다.

④ O: 에폭시 수지는 경화제 등과 반응하여 사슬 사이에 **3차원 가교 구조**를 형성하는 열경화성 고분자이다. 가교 결합으로 사슬의 이동이 제한되므로, 경화된 뒤에는 가열해도 다시 녹여 성형할 수 없다.

NoteBase

문 2. 옥탄가(octane number) 0의 기준이 되는 연료는?

① n－옥테인(n-octane)

② n－헵테인(n-heptane)

③ 2,2,4－트라이메틸펜테인(2,2,4-trimethylpentane)

④ 2,2,4－트라이메틸헵테인(2,2,4-trimethylheptane)

정답 2번

간단한 해설

옥탄가는 연료의 노킹 저항성을 나타내며, **n－헵테인의 옥탄가를 0**으로 정한다. 이소옥테인인 2,2,4－트라이메틸펜테인의 옥탄가는 100이다.

개념 구분

옥탄가는 가솔린 기관에서 연료가 노킹에 견디는 정도를 나타내는 척도이다. 노킹은 정상적인 화염 전파로 타야 할 혼합기의 일부가 스스로 급격히 발화하여 압력 진동을 일으키는 이상 연소 현상이다. 옥탄가가 높을수록 노킹에 대한 저항성이 크다.

기준 연료 중 노킹이 쉽게 일어나는 **n－헵테인(n-heptane)은 옥탄가 0**으로, 노킹에 대한 저항성이 큰 **2,2,4－트라이메틸펜테인(이소옥테인)은 옥탄가 100**으로 정한다. 따라서 옥탄가 0의 기준은 n－헵테인이며, 이소옥테인과 구분해야 한다.

NoteBase

문 3. 유기화합물의 산화반응에 해당하는 것은? (단, R은 알킬기이다)

① $2CH_3CHO + O_2 \rightarrow 2CH_3COOH$

② $RCN + 2H_2 \rightarrow RCH_2NH_2$

③ $C_6H_4(CH_3)_2 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{10}(CH_3)_2$

④ $ROH + H_2 \rightarrow RH + H_2O$

정답 1번

간단한 해설

아세트알데하이드가 아세트산으로 바뀌면서 알데하이드기(−CHO)가 카복실기(−COOH)가 된다. 탄소에 결합한 **산소가 증가**하므로 유기화합물의 산화반응이다.

선지별 해설

유기화합물은 일반적으로 탄소와 산소의 결합이 증가하거나 탄소와 수소의 결합이 감소하면 산화된다. 반대로 탄소와 수소의 결합이 증가하거나 탄소와 산소의 결합이 감소하면 환원된다.

① O: 아세트알데하이드가 산소와 반응하여 아세트산이 된다. 알데하이드기(−CHO)가 카복실기(−COOH)로 바뀌면서 탄소와 산소의 결합이 증가하므로 **알데하이드의 산화**에 해당한다.

② X: 나이트릴(RCN)에 수소가 첨가되어 일차 아민(RCH_2NH_2)이 생성된다. 탄소와 질소 사이의 삼중결합이 단일결합으로 바뀌고 탄소에 결합한 수소가 증가하므로 산화가 아니라 **나이트릴의 환원**이다.

③ X: 자일렌의 벤젠 고리에 수소가 첨가되어 다이메틸사이클로헥세인이 생성된다. 고리의 불포화결합이 수소 첨가로 포화되므로 산화가 아니라 **방향족 고리의 수소화에 의한 환원**이다.

④ X: 알코올(ROH)이 수소와 반응하여 탄화수소(RH)와 물이 된다. 유기화합물에서 **탄소와 산소의 결합이 탄소와 수소의 결합으로 바뀌는** 반응이므로 산화가 아니라 환원이다. 물이 생성되더라도 유기화합물 자체는 산소를 잃는다.

NoteBase

문 4. 탄소의 중량 함량이 90%를 초과하는 석탄은?

① 갈탄

② 무연탄

③ 역청탄

④ 아탄

정답 2번

간단한 해설

무연탄은 탄화가 많이 진행되어 **탄소의 중량 함량이 대체로 90%를 넘는** 석탄이다.

공통 해설

탄화도는 식물질이 석탄으로 변하는 과정이 진행된 정도이다. 탄화가 진행될수록 수분과 휘발성 성분은 줄고 **탄소의 비율은 높아진다**.

통상적인 탄소 함량 구분에서 갈탄과 아탄은 약 70%, 역청탄은 약 80~90%, 무연탄은 약 95%로 설명한다. 따라서 탄소의 중량 함량이 90%를 초과한다는 조건에 해당하는 석탄은 무연탄이다.

NoteBase

문 5. 방향족 화합물의 Friedel-Crafts 알킬화 반응에 이용되는 촉매만을 나열한 것은?

① $AlCl_3$, BF_3
② $AlCl_3$, KOH
③ BF_3, NaOH
④ KOH, NaOH

정답 1번

간단한 해설

$AlCl_3$와 BF_3는 **전자쌍을 받는 루이스 산**으로, 알킬화제를 활성화하여 Friedel-Crafts 알킬화 반응을 촉진한다. KOH와 NaOH는 염기이므로 이 반응의 산 촉매에 해당하지 않는다.

핵심 풀이

Friedel-Crafts 알킬화는 방향족 고리의 수소를 알킬기로 치환하는 친전자성 방향족 치환 반응이다. 산 촉매는 알킬화제를 활성화하여 방향족 고리와 반응할 친전자체의 형성을 돕는다.

$AlCl_3$와 BF_3: 전자쌍을 받을 수 있는 **루이스 산**이다. 전자가 부족한 Al 또는 B 중심이 알킬화제의 전자쌍과 상호작용하여 반응을 촉진한다. 예를 들어 $AlCl_3$는 알킬 염화물의 Cl과 상호작용하여 C–Cl 결합을 분극시키고, 탄소가 친전자체로 작용하기 쉽게 한다. 따라서 $AlCl_3$와 BF_3는 모두 Friedel-Crafts 알킬화에 이용되는 산 촉매에 해당한다.

KOH와 NaOH: 수산화 이온에 의해 **염기로 작용**하는 물질이다. 수산화 이온은 전자쌍을 주는 루이스 염기이므로, 알킬화제를 활성화하는 루이스 산 촉매와 구분한다. 두 물질이 포함된 나머지 조합은 이 반응의 촉매만을 나열한 것이 아니다.

NoteBase

문 6. 불포화 액상 유지에 수소를 첨가하여 고상 유지로 전환시키는 공정은?

① 유화
② 경화
③ 탄화
④ 열화

정답 2번

간단한 해설

불포화 유지의 이중결합에 수소를 첨가하면 불포화도가 낮아지고 녹는점이 높아진다. 이를 이용해 액상 유지를 고상 유지로 바꾸는 공정이 **경화**이다.

개념 구분

경화: 유지의 지방산 사슬에 있는 탄소 간 이중결합에 수소를 첨가하여 단일결합으로 바꾸는 공정이다.
불포화도가 낮아지면 사슬들이 더 촘촘하게 배열되기 쉬워져 녹는점이 높아진다. 문제의 **수소 첨가에 의한 액상 유지의 고상화**는 이러한 경화에 해당한다.

유화와의 구분: 유화는 물과 기름처럼 서로 잘 섞이지 않는 액체 중 하나를 다른 액체 속에 작은 액적으로 분산시키는 것이다. 유화는 **액체의 분산 상태를 바꾸는 과정**이며, 이중결합에 수소를 첨가해 유지 자체의 불포화도를 낮추는 경화와 구별된다.

NoteBase

문 7. 플라스틱 제품에서 파이프, 튜브, 시트의 연속 제조에 적합한 고분자 가공법은?

① 열 성형(thermoforming)

② 사출(injection) 성형

③ 압출(extrusion) 성형

④ 압축(compression) 성형

정답 3번

간단한 해설

압출 성형은 녹인 고분자를 다이 밖으로 계속 밀어내어 **일정한 단면의 제품을 연속적으로** 만드는 방법이다. 다이의 형상에 따라 파이프·튜브·시트를 제조할 수 있다.

핵심 풀이

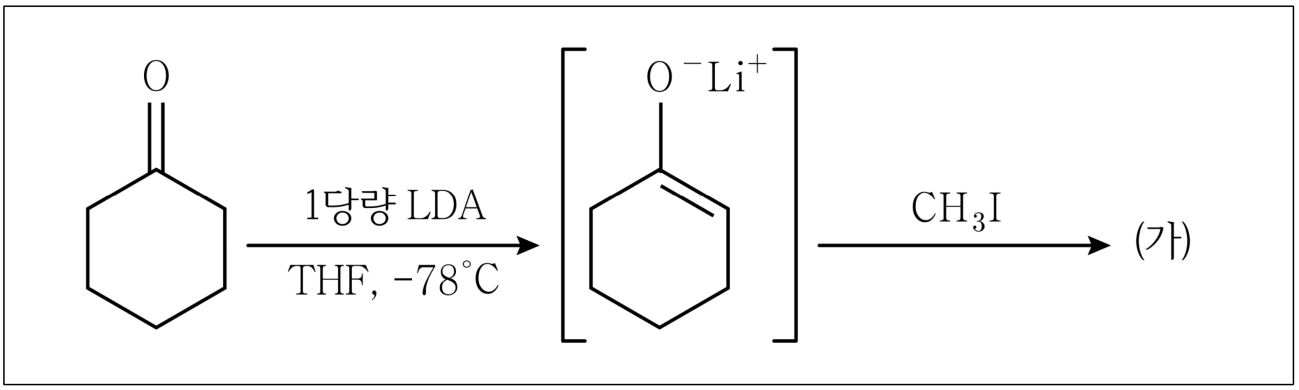
압출 성형: 가열하여 녹인 고분자를 스크루로 이송하고 다이의 출구를 통해 연속적으로 밀어낸 뒤 냉각하여 형태를 고정한다. 다이는 재료가 통과하면서 단면 모양을 갖추도록 하는 장치이다. 고리 모양의 출구를 이용하면 파이프·튜브를, 폭이 넓고 납작한 출구를 이용하면 시트를 만들 수 있다. 따라서 문제의 **'파이프, 튜브, 시트의 연속 제조'**는 압출 성형의 특징에 해당한다.

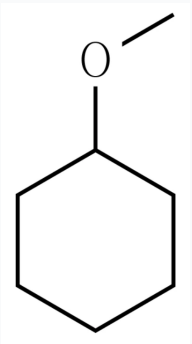
열 성형과의 구분: 열 성형은 **이미 만들어진 시트나 판을 가열하여** 부드럽게 한 뒤 금형에 맞추어 변형하는 방법이다. 시트 자체를 연속적으로 뽑아내는 압출 성형과 가공 대상 및 방식이 다르다.

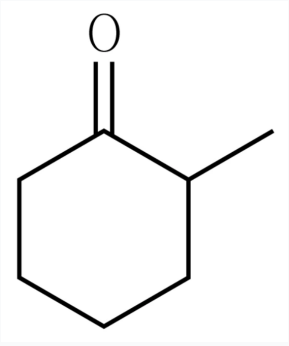
사출·압축 성형과의 구분: 사출 성형은 용융 고분자를 닫힌 금형 안에 주입하여 제품을 만들고, 압축 성형은 금형에 넣은 재료를 열과 압력으로 성형한다. 두 방법은 금형 속에서 일정한 형상의 제품을 한 번씩 성형하는 방식이므로, 긴 제품을 계속 뽑아내는 압출 성형과 구별된다.

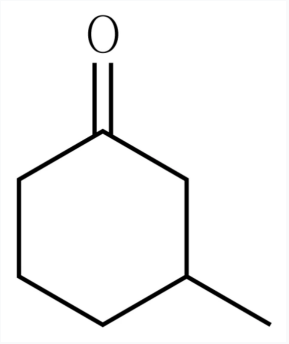
NoteBase

문 8. 다음 연속 반응의 주생성물 (가)는? (단, THF는 tetrahydrofuran이고, LDA는 lithium diisopropylamide이다)

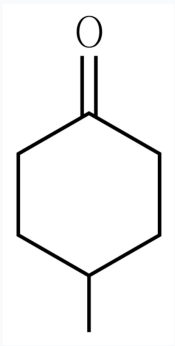


① 

② 

③ 

NoteBase

④ 

정답 2번

간단한 해설

에놀레이트가 아이오도메테인과 반응하면 **카보닐기 바로 옆의 α-탄소에 메틸기가 도입**된다. 카보닐기는 유지되므로 주생성물은 2-메틸시클로헥사논이다.

공통 해설

이 반응은 케톤의 에놀레이트를 이용한 α-알킬화이다. α-탄소는 카보닐기의 탄소 바로 옆에 있는 탄소이다. 강하고 부피가 큰 염기인 LDA는 시클로헥사논의 α-수소를 제거하여 에놀레이트를 만든다. 주어진 THF, −78 °C 조건에서 1당량의 LDA를 사용하므로, 먼저 에놀레이트를 형성한 뒤 아이오도메테인과 반응시킨다. 출발물질의 양쪽 α-위치는 대칭이므로 어느 쪽에서 수소가 제거되어도 같은 구조의 생성물을 얻는다.

그림에는 산소에 음전하가 있는 에놀레이트의 공명 구조가 그려져 있지만, 음전하는 산소와 α-탄소에 걸쳐 비편재화되어 있다. 따라서 α-탄소도 친핵체로 작용한다. 아이오도메테인 CH_3I를 넣으면 α-탄소가 메틸기의 탄소를 공격하고 아이오딘화 이온이 이탈하는 치환 반응이 일어나 **새로운 탄소–탄소 결합**이 형성된다. 이때 카보닐기의 이중결합이 다시 형성되어 케톤 구조가 유지된다.

카보닐 탄소를 1번으로 세면 메틸기가 붙는 α-탄소는 2번이므로, (가)는 2-메틸시클로헥사논이다. 후보를 구별하는 기준은 **카보닐기를 유지하면서 바로 옆 탄소에 메틸기가 붙는가**이다. 산소에 메틸기가 붙고 카보닐기가 사라진 에터 구조나, 메틸기가 카보닐 탄소 기준 3번 또는 4번 탄소에 붙은 구조는 이 반응의 생성물에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 9. 회분식 반응기에서 배양되는 세포의 성장 곡선의 각 단계에 대한 설명으로 옳은 것은?

① '성장기'에 세포가 새로운 배지에 접종되어 성장에 필요한 효소를 합성하기 시작한다.

② '감속기'에 세포 농도가 감소한다.

③ '정지기'는 '성장기'보다 먼저 나타난다.

④ '성장기'에 세포의 성장 속도가 가장 빠르다.

정답 4번

간단한 해설

성장기(대수증식기)에는 세포가 활발히 분열하여 세포 농도가 지수적으로 증가한다. 주어진 배양 조건에서 세포량당 성장 속도인 **비성장속도가 최대 수준**으로 유지되는 시기이다.

선지별 해설

① X: 새로운 배지에 접종된 세포가 환경에 적응하며 성장에 필요한 효소를 합성하는 단계는 **지연기(유도기)**이다. 이때는 대사활동이 일어나더라도 세포 수의 증가는 뚜렷하지 않으며, 적응을 마친 뒤 성장기로 들어간다.

② X: 감속기에는 영양분 부족이나 대사산물 축적 등으로 **세포 농도의 증가 속도가 낮아진다**. 세포 농도 자체가 감소한다는 뜻은 아니다. 생존 세포의 농도가 감소하는 단계는 사멸기이다.

③ X: 정지기는 **성장기와 감속기 이후**에 나타난다. 성장기에 빠르게 증식하던 세포는 영양분 소모와 대사산물 축적 등으로 증식이 둔화하며, 정지기에는 순증식이 거의 없어 세포 농도가 대체로 일정하게 유지된다.

④ O: 성장기는 대수증식기 또는 지수성장기라고 하며, 세포가 활발히 분열하여 세포 농도가 지수적으로 증가한다. 이 시기에는 주어진 배양 조건에서 **비성장속도가 최대 수준으로 유지**된다. 비성장속도는 단위 세포량당 성장 속도를 뜻하므로, 세포가 얼마나 빠르게 증식하는지를 나타낸다.

NoteBase

문 10. 유지의 비누화 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 산촉매 조건에서 반응 시 아마이드 화합물이 생성된다.

② 에스터 화합물을 사용한 글리세린 제조에 이용된다.

③ 금속수산화물이 반응에 사용된다.

④ 생성물은 지방산금속염과 알코올을 포함한다.

정답 1번

간단한 해설

유지의 비누화는 **염기에 의한 에스터의 가수분해**로, 지방산 금속염과 글리세린을 생성한다. 산촉매로 유지를 가수분해하면 아마이드가 아니라 **지방산과 글리세린**이 생성된다.

선지별 해설

① X: 비누화는 유지의 에스터 결합을 염기로 가수분해하는 반응이다. 산촉매 조건에서 유지가 가수분해되면 **아마이드가 아니라 지방산과 글리세린**이 생성된다. 따라서 산촉매 조건과 아마이드 생성을 비누화의 특징으로 설명한 부분이 잘못되었다.

② O: 유지는 글리세린의 세 하이드록시기에 지방산이 에스터 결합한 트라이글리세라이드이다. 비누화로 이 에스터 결합을 끊으면 **글리세린을 얻을 수 있으므로**, 에스터 화합물을 이용하는 글리세린 제조에 활용된다.

③ O: 비누화에는 수산화나트륨이나 수산화칼륨 같은 **금속수산화물**이 사용된다. 수산화 이온은 에스터의 가수분해에 관여하고, 나트륨 이온이나 칼륨 이온은 생성된 지방산 음이온의 상대 이온이 된다.

④ O: 유지의 비누화 생성물은 **지방산 금속염과 글리세린**이다. 지방산의 나트륨염이나 칼륨염은 비누의 주성분이며, 글리세린은 하이드록시기를 세 개 가진 알코올이므로 생성물에 알코올이 포함된다는 설명도 성립한다.

NoteBase

문 11. 다음 경유 제조를 위한 석유의 정제 공정을 순서대로 바르게 나열한 것은?

A. 상압증류
B. 스트리핑(stripping)
C. 탈염공정
D. 수소화 정제

① A → B → C → D
② A → C → D → B
③ C → A → B → D
④ C → D → B → A

정답 3번

간단한 해설

원유의 염분은 가열·증류 설비의 부식을 일으킬 수 있으므로 **증류 전에 제거**한다. 증류로 얻은 경유 유분에서 스트리핑으로 가벼운 성분을 분리한 뒤, **수소화 정제로 황 화합물 등을 제거**한다.

올바른 순서

C → A → B → D

C. 탈염공정: 원유에 섞인 염분을 물에 녹인 뒤 물과 함께 분리한다. 염분은 이후 가열·증류 과정에서 부식과 열전달 저하를 일으킬 수 있으므로, **원유를 증류하기 전에** 제거한다.

A. 상압증류: 탈염한 원유를 가열하여 대기압에 가까운 압력에서 끓는점 범위에 따라 여러 유분으로 나눈다. 이 단계에서 후속 처리의 원료가 되는 **경유 유분을 분리**한다.

B. 스트리핑(stripping): 상압증류탑에서 뽑아낸 경유 유분에 수증기를 접촉시켜, 함께 섞여 나온 **휘발성이 큰 경질 성분을 제거**한다. 증류로 경유 유분을 먼저 얻어야 그 안에 남은 가벼운 성분을 분리할 수 있다.

D. 수소화 정제: 분리한 경유 유분을 촉매 존재하에서 수소와 반응시켜 황 화합물 등의 불순물을 제거한다. 예를 들어 황 화합물의 황을 황화수소로 전환하여 분리한다. 앞 단계들이 주로 물리적 분리인 데 비해, 이 단계는 **화학반응으로 불순물을 제거**하여 경유의 품질을 높인다.

NoteBase

문 12. 탄화칼슘을 질소 분위기로에서 가열하여 제조하는 비료는?

① 요소

② 질안

③ 석회질소

④ 황안

정답 3번

간단한 해설

탄화칼슘에 질소를 고온에서 반응시키면 시안아미드칼슘이 생성된다. 이를 주성분으로 하는 비료가 **석회질소**이다.

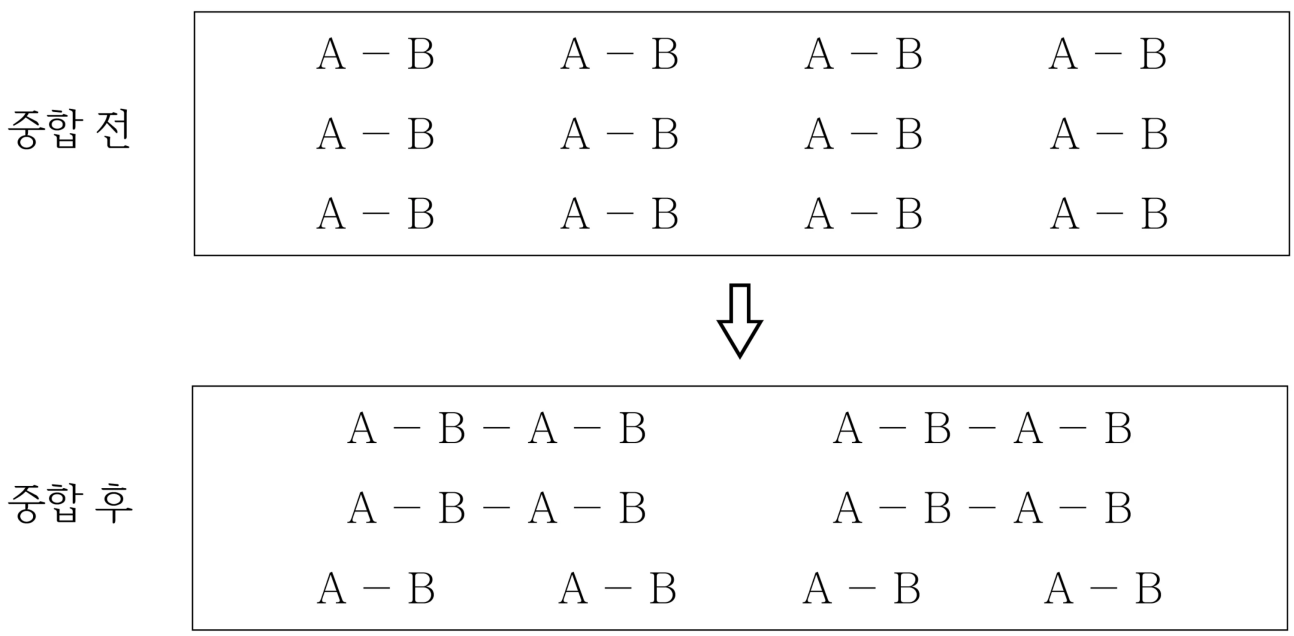
핵심 풀이

제조 반응: 탄화칼슘을 질소 분위기에서 가열하면 질소가 탄화칼슘과 반응하여 시안아미드칼슘과 탄소가 생성된다. 반응식은 $CaC_2 + N_2 \rightarrow CaCN_2 + C$이다. 생성된 **시안아미드칼슘을 주성분으로 하는 비료가 석회질소**이므로, 주어진 원료와 가열 조건은 석회질소의 제조법에 해당한다.

다른 제조법과의 구분: 요소는 암모니아와 이산화탄소를 원료로 합성하고, 질안과 황안은 각각 암모니아를 질산 및 황산과 반응시켜 제조한다. 이들과 구별되는 단서는 **탄화칼슘에 질소를 직접 반응시킨다**는 점이다.

NoteBase

문 13. 다음의 고분자 중합반응에서 중합 후 고분자의 수평균중합도는? (단, A-B는 A와 B를 말단기로 갖는 단량체이다)



① $\frac{1}{3}$
② $\frac{2}{3}$
③ $\frac{3}{2}$
④ 3

정답 3번

간단한 해설

수평균중합도는 **미반응 단량체도 포함하여** 분자 1개당 단량체 단위 수를 평균한 값이다. 중합 후에는 2량체 4개와 단량체 4개가 있으므로, 단량체 단위 12개를 분자 8개로 나눈 $\frac{3}{2}$이다.

NoteBase

계산 과정

수평균중합도 $\bar{X}_n$는 각 분자에 들어 있는 단량체 단위 수를 분자 개수 기준으로 평균한 값이다. 따라서 전체 단량체 단위 수를 중합 후 전체 분자 수로 나눈다. 이때 A와 B는 말단기이므로 **A-B 한 묶음이 단량체 1개**이며, A-B-A-B는 단량체 2개가 연결된 2량체이다.

그림의 '중합 전'에는 A-B가 3행에 4개씩 있어 단량체가 총 12개이다. '중합 후'에는 위 두 행에 2량체가 2개씩 총 4개 있고, 맨 아래 행에는 미반응 단량체가 4개 있다. 따라서 중합 후 전체 분자 수는 4 + 4 = 8개이며, 그 안의 단량체 단위 수는 4 × 2 + 4 × 1 = 12개이다. **미반응 단량체도 중합도 1인 분자로 포함**한다.

따라서 $\bar{X}_n = \frac{4\times2+4\times1}{4+4} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$이다. 이는 분자 1개당 단량체 단위가 평균 1.5개라는 뜻이며, 단위가 없는 값이다. 계산값 $\frac{3}{2}$는 ③에 해당한다.

NoteBase

문 14. 효소의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 등전점(isoelectric point)에서 효소의 알짜 전하는 0이다.

② 효소 고정화에 의해 기질에 대한 효소 활성은 증가한다.

③ 효소의 활성 부위 특성과 입체 구조 특징에 따라 반응속도는 변할 수 있다.

④ 효소의 고정화 방법은 흡착(adsorption)과 공유결합(covalent binding) 등이 있다.

정답 2번

간단한 해설

효소 고정화는 효소를 일정한 지지체 등에 붙잡아 두는 방법으로, **기질에 대한 활성을 반드시 높이지는 않는다**. 고정화 과정에서 효소 구조가 변하거나 기질이 활성 부위에 접근하기 어려워지면 활성이 감소할 수도 있다.

선지별 해설

① O: 등전점은 효소와 같은 단백질의 **알짜 전하가 0이 되는 pH**이다. 단백질 안의 양전하와 음전하의 합이 상쇄된다는 뜻이며, 전하를 띤 작용기가 모두 사라진다는 뜻은 아니다.

② X: 고정화하면 효소를 회수하여 반복 사용하기 쉽고 안정성을 높일 수 있지만, **활성이 항상 증가하는 것은 아니다**. 지지체와의 결합으로 활성 부위의 구조가 변하거나 기질의 확산과 접근이 제한되면 관찰되는 활성이 낮아질 수 있다. 따라서 고정화 후 활성은 효소의 종류, 고정화 방법과 반응 조건에 따라 달라진다고 고쳐야 한다.

③ O: 활성 부위는 기질이 결합하고 촉매 반응이 일어나는 부분이다. 그 부위의 모양과 전하, 아미노산 작용기의 배치는 기질 결합과 반응 진행에 영향을 준다. 효소의 **입체 구조가 달라지면 활성 부위의 배치도 변할 수 있으므로** 반응속도가 달라질 수 있다.

④ O: 흡착법은 효소를 지지체 표면에 수소결합이나 소수성 상호작용 등으로 붙이는 방법이다. 공유결합법은 효소의 작용기와 지지체 사이에 **공유결합을 형성하여 고정**하는 방법이다. 두 방법 모두 효소 고정화에 이용된다.

NoteBase

문 15. 비료의 3요소 중 어느 것도 포함하지 않는 간접비료는?

① 퇴비

② 황산칼륨

③ 인산칼슘

④ 산화칼슘

정답 4번

간단한 해설

산화칼슘은 비료의 3요소인 **질소·인·칼륨을 모두 포함하지 않으며**, 산성 토양을 중화하여 작물의 생육 환경을 개선하는 간접비료이다.

개념 구분

비료의 3요소는 질소(N)·인(P)·칼륨(K)이다. 이 문항에서 직접비료와 간접비료를 구분하는 기준은 **3요소의 공급 여부**이다. 간접비료는 3요소를 직접 공급하기보다 토양의 성질을 개선하여 비료의 효과와 작물의 생육을 돕는다.

산화칼슘(CaO)은 칼슘과 산소로 이루어져 질소·인·칼륨을 어느 것도 포함하지 않는다. 생석회라고도 하며, **산성 토양을 중화**하는 데 쓰이므로 제시된 조건의 간접비료에 해당한다. 칼슘도 식물에 필요한 원소이지만, 비료의 3요소에 포함되지는 않는다.

퇴비는 토양을 개선하는 효과도 있지만 질소·인·칼륨을 함유하므로 '3요소 중 어느 것도 포함하지 않는다'는 조건에 맞지 않는다. 황산칼륨은 칼륨을, 인산칼슘은 인을 포함하므로 역시 이 조건에서 제외된다.

NoteBase

문 16. 암모니아 생산을 위한 하버(Haber) 공정에 사용되는 주촉매의 성분은?

① 철

② 알루미늄

③ 칼슘

④ 마그네슘

정답 1번

간단한 해설

하버 공정은 **철(Fe)을 주촉매**로 사용하여 질소와 수소로부터 암모니아를 합성한다.

핵심 풀이

하버 공정의 주촉매는 철(Fe)이다. 철 표면에서는 질소 분자가 흡착된 뒤 질소 원자로 해리되고, 이 질소가 수소와 반응하여 암모니아가 생성된다. 철은 이 반응이 빠르게 진행되도록 돕는 **촉매의 주된 활성 성분**이다.

알루미늄이나 칼슘의 산화물은 철 촉매의 구조를 안정하게 유지하는 조촉매로 사용될 수 있다. 이는 철의 촉매 작용을 보조하는 역할이므로 **주촉매와 조촉매를 구별**해야 한다. 알루미늄·칼슘·마그네슘을 이 공정의 주촉매 성분으로 고를 수는 없다.

NoteBase

문 17. 유기발광다이오드(Organic Light Emitting Diode, OLED)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 음극(cathode)으로 ITO(indium tin oxide)가, 양극(anode)으로 금속 박막이 주로 사용된다.

② OLED에 전압 인가 시 '전자 및 정공의 주입, 이동, 재결합, 빛의 생성 및 방출'의 과정이 진행된다.

③ OLED의 발광 물질로 전도성 공액 고분자를 사용한다.

④ 시야각이 넓고, 응답속도가 빠른 디스플레이 구현이 가능하다.

정답 1번

간단한 해설

①은 양극과 음극의 재료를 바꾸어 설명했다. 일반적인 OLED에서는 **양극에 ITO**를, **음극에 금속 박막**을 사용한다.

선지별 해설

① X: 일반적인 OLED에서는 **ITO를 양극(anode), 금속 박막을 음극(cathode)**으로 사용한다. 양극은 정공을, 음극은 전자를 유기층에 주입한다. ITO는 전기가 통하면서 빛을 투과시키므로 생성된 빛이 소자 밖으로 나오는 투명 전극으로 쓰인다. 선지는 두 전극의 재료를 서로 바꾸어 설명했다.

② O: 순방향 전압을 인가하면 음극에서 전자가, 양극에서 정공이 유기층으로 주입된다. 정공은 전자가 빠진 자리가 양의 전하처럼 거동하는 것이다. 전자와 정공이 발광층으로 이동하여 재결합하면 여기 상태가 형성되고, 이 상태가 낮은 에너지 상태로 돌아가면서 **에너지를 빛으로 방출**한다.

③ O: 공액 고분자는 주사슬을 따라 π전자가 비편재화되어 전하 이동과 전자적 여기가 가능한 물질이다. PPV와 같은 **발광성 공액 고분자**는 주입된 전자와 정공의 재결합으로 형성된 여기 상태에서 빛을 낼 수 있어 고분자 OLED의 발광재료로 사용된다. OLED의 발광재료에는 이러한 고분자 외에 저분자 유기물도 있다.

④ O: OLED는 각 화소의 유기 발광층이 **스스로 빛을 내는** 방식이어서 넓은 시야각을 구현할 수 있다. 또한 액정 분자의 배열을 바꾸는 과정 없이 전류로 발광을 제어하므로 응답이 빠르고 움직이는 화면을 표시하는 데 유리하다.

NoteBase

문 18. 과망가니즈산칼륨($KMnO_4$)과 반응하여 카복실산을 생성하는 것은?

① 2－프로판올(2-propanol)

② 에탄올(ethanol)

③ 1,1－디메틸에탄올(1,1-dimethylethanol)

④ 메틸에틸케톤(methylethylketone)

정답 2번

간단한 해설

에탄올은 **1차 알코올**이므로 과망가니즈산칼륨으로 충분히 산화하면 아세트알데하이드를 거쳐 카복실산인 **아세트산**이 된다.

선지별 해설

① X: 2－프로판올은 하이드록시기가 붙은 탄소에 다른 탄소 두 개가 결합한 2차 알코올이다. 일반적인 알코올 산화에서는 카복실산이 아니라 **케톤인 아세톤**이 생성된다.

② O: 에탄올은 하이드록시기가 붙은 탄소에 다른 탄소 한 개가 결합한 1차 알코올이다. 먼저 알데하이드인 아세트알데하이드로 산화되고, 이것이 더 산화되면 **카복실산인 아세트산**이 된다. 과망가니즈산칼륨은 이러한 산화를 진행시키는 강한 산화제이다.

③ X: 1,1－디메틸에탄올은 하이드록시기가 붙은 탄소에 메틸기 세 개가 결합한 3차 알코올이다. 이 탄소에는 **수소가 결합해 있지 않아** 일반적인 알코올 산화가 일어나기 어렵다. 따라서 1차 알코올처럼 탄소 골격을 유지하면서 카복실산으로 산화되는 물질이 아니다.

④ X: 메틸에틸케톤은 케톤이며, 알데하이드와 달리 카보닐 탄소에 수소가 결합해 있지 않다. 따라서 **통상적인 산화 조건에서는 카복실산으로 쉽게 산화되지 않는다**. 다만 가열한 염기성 과망가니즈산칼륨처럼 가혹한 조건에서는 탄소－탄소 결합의 산화적 절단이 가능하므로, 케톤이 모든 조건에서 산화되지 않는다고 일반화해서는 안 된다.

NoteBase

문 19. 실리콘 잉곳(silicon ingot)을 만드는 쵸크랄스키(Czochralski) 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 단결정 실리콘 씨앗(seed)을 다결정 실리콘 용융액에 접촉 후, 씨앗을 서서히 끌어올려 단결정 실리콘 잉곳을 제작한다.

② 실리콘 씨앗을 끌어올리는 속도 및 실리콘 용융액의 온도는 실리콘 잉곳의 품질과 관련된 공정변수이다.

③ 실리콘 씨앗과 실리콘 용융액의 접촉 및 결정 성장은 초고순도 산소 분위기에서 진행된다.

④ 실리콘의 전기적 특성 조절을 위해 다결정 실리콘 원료와 함께 도판트(dopant)를 첨가한다.

정답 3번

간단한 해설

쵸크랄스키 공정의 결정 성장은 초고순도 산소가 아니라 **아르곤과 같은 불활성 기체 분위기**에서 진행한다. 고온의 실리콘이 산소와 반응하여 산화되는 것을 억제하기 위해서이다.

선지별 해설

① O: 다결정 실리콘을 녹인 용융액에 단결정 씨앗을 접촉시키고 서서히 끌어올리면, 용융액의 실리콘이 씨앗에 이어서 응고한다. 이때 **씨앗과 같은 결정 방향**으로 성장하므로 단결정 실리콘 잉곳을 얻을 수 있다.

② O: 씨앗을 끌어올리는 속도와 용융액의 온도는 **결정의 성장과 직경을 제어**하는 주요 공정변수이다. 고체와 액체의 경계에서 응고가 안정적으로 진행되도록 이 변수들을 조절해야 균일한 직경과 양호한 결정 품질을 확보할 수 있다.

③ X: 초고순도 산소 분위기라는 부분이 잘못되었다. 실리콘의 산화를 억제하기 위해 보통 **고순도 아르곤 분위기**에서 씨앗을 용융액에 접촉시키고 결정을 성장시킨다. 산소의 순도가 높더라도 실리콘과 반응하는 성질이 없어지는 것은 아니다.

④ O: 도판트는 반도체의 전기적 특성을 조절하기 위해 의도적으로 첨가하는 미량의 불순물이다. 다결정 실리콘 원료에 붕소나 인 등의 도판트를 함께 넣어 녹이면, 결정 성장 중 도판트가 실리콘 결정에 포함되어 **전하 운반자 농도와 비저항**을 조절할 수 있다.

NoteBase

문 20. 반도체의 제조공정에서 사용되는 감광제(photoresist)에 관한 설명으로 옳은 것은?

① 노광을 통해 분해되는 음성(negative) 감광제와 고분자화가 진행되는 양성(positive) 감광제로 구분된다.

② 사진공정(photolithography)은 '감광제 도포 → 현상 → 노광 → 식각'의 순서로 진행된다.

③ 산화 실리콘 막과 도포된 감광제는 현상 공정을 통해 제거된다.

④ 양성 감광제는 수성현상액을, 음성 감광제는 유기용매 현상액을 사용한다.

정답 4번

간단한 해설

전통적인 감광제의 구분에서 양성 감광제는 **알칼리성 수용액**으로 노광부를, 음성 감광제는 **유기용매**로 비노광부를 녹여 현상한다. 이는 대표적인 재료의 비교이며, 모든 음성 감광제가 유기용매 현상액만 쓰는 것은 아니다.

선지별 해설

① X: 양성 감광제와 음성 감광제의 설명이 서로 바뀌었다. 양성 감광제는 노광에 따른 분해 등의 광화학반응으로 **노광부의 현상액에 대한 용해도가 증가**하여 그 부분이 제거된다. 음성 감광제는 노광에 따른 중합·가교로 노광부의 용해도가 감소하므로, 현상 후 노광부가 남는다.

② X: 제시된 주요 공정의 순서는 **감광제 도포 → 노광 → 현상 → 식각**이다. 먼저 노광으로 감광제의 일부 영역에 화학적 변화를 일으킨 다음, 현상액으로 선택적으로 녹여 감광제 패턴을 만든다. 이 패턴을 보호막으로 사용하여 아래 막을 식각하므로 노광이 현상보다 앞선다.

③ X: 현상은 감광제의 노광부 또는 비노광부를 선택적으로 녹여 패턴을 만드는 공정이다. 감광제로 덮이지 않고 드러난 **산화 실리콘 막은 식각 공정에서 제거**한다. 식각이 끝난 뒤 남아 있는 감광제는 별도의 박리 공정으로 제거하므로, 두 막을 모두 현상으로 제거한다는 설명은 잘못이다.

④ O: 전통적인 감광제의 현상액 구분에서는 양성 감광제에 **알칼리성 수용액**을, 음성 감광제에 **유기용매 현상액**을 사용한다. 양성에서는 용해도가 커진 노광부가 녹고, 음성에서는 중합·가교되지 않은 비노광부가 녹아 제거된다. 다만 수성 알칼리 현상액을 사용하는 음성 감광제도 있으므로, 이 구분을 모든 감광제에 예외 없이 적용해서는 안 된다.

NoteBase