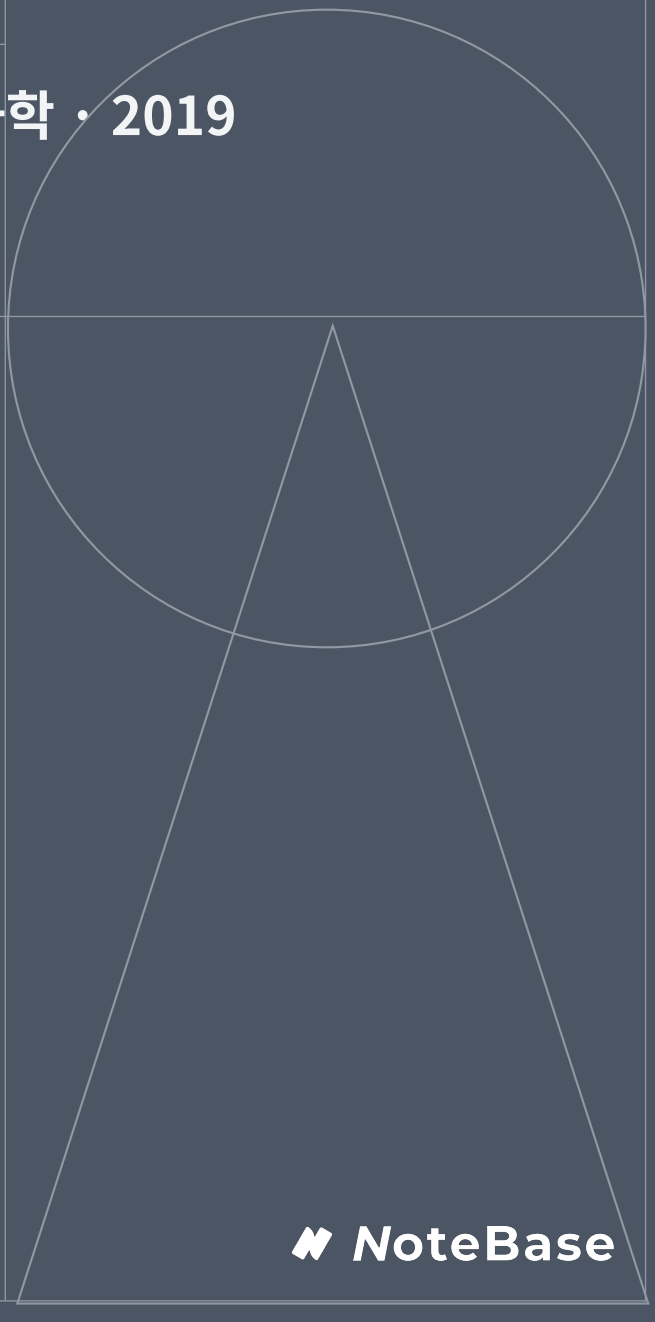
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2019

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2019

문 1. 1차 전지로만 나열한 것은?

① 망간 전지, 수은-아연 전지

② 알칼리 전지, 니켈-카드뮴 전지

③ 산화은 전지, 나트륨-황 전지

④ 납축전지, 리튬-산화망간 전지

정답 1번

간단한 해설

망간 전지와 수은-아연 전지는 모두 **충전하여 재사용하도록 설계되지 않은 1차 전지**이다. 2차 전지는 충전으로 활물질을 재생하여 반복 사용할 수 있다는 점에서 구별된다.

선지별 해설

1차 전지는 방전 후 충전하여 재사용하도록 설계되지 않은 전지이다. 반면 2차 전지는 외부 전원으로 충전하여 방전 때 변한 활물질을 재생하고, 충전과 방전을 반복할 수 있는 전지이다.

① O: 망간 전지와 수은-아연 전지는 **모두 1차 전지**이다. 망간 전지는 이산화망간과 아연을, 수은-아연 전지는 산화수은과 아연을 활물질로 사용하며, 통상 충전하여 재사용하는 전지로 분류하지 않는다.

② X: 알칼리 전지는 1차 전지이지만, 니켈-카드뮴 전지는 **충전과 방전을 반복하는 2차 전지**이다. 따라서 이 묶음은 1차 전지와 2차 전지가 섞여 있다.

③ X: 산화은 전지는 1차 전지이지만, 나트륨-황 전지는 **2차 전지**이다. 나트륨-황 전지는 방전 때의 화학 반응을 충전 때 역으로 진행시켜 전기를 저장하므로, 두 전지가 모두 1차 전지인 것은 아니다.

④ X: 납축전지는 **충전하여 재사용하는 2차 전지**이다. 리튬-산화망간 전지는 통상 금속 리튬과 이산화망간을 사용하는 1차 전지를 뜻하므로, 이 묶음도 2차 전지와 1차 전지가 섞여 있다.

NoteBase

문 2. 포화지방산으로만 나열한 것은?

① 부티르산, 올레산, 라우르산

② 카프로산, 미리스트산, 팔미트올레산

③ 카프릴산, 라우르산, 팔미트산

④ 카프르산, 팔미트산, 리놀렌산

정답 3번

간단한 해설

카프릴산·라우르산·팔미트산은 모두 탄소 사슬에 **탄소–탄소 이중결합이 없는 포화지방산**이다.

공통 해설

포화지방산은 탄소 사슬의 **탄소–탄소 결합이 모두 단일결합**인 지방산이다. 카복실기에 들어 있는 탄소–산소 이중결합은 포화·불포화를 구분하는 기준이 아니다.

부티르산·카프로산·카프릴산·카프르산·라우르산·미리스트산·팔미트산은 모두 포화지방산이다. 따라서 카프릴산·라우르산·팔미트산으로 이루어진 묶음은 세 성분 모두 포화지방산이라는 조건을 충족한다.

반면 올레산과 팔미트올레산은 탄소–탄소 이중결합이 각각 1개인 단일불포화지방산이고, 리놀렌산은 3개인 다중불포화지방산이다. 이들 불포화지방산이 **하나라도 포함된 묶음**은 포화지방산으로만 이루어진 것이 아니다.

NoteBase

문 3. DNA(Deoxyribonucleic acid)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유전정보를 함유하는 생체 고분자 물질이다.

② 염기의 상보적인 결합에 의하여 나선형 구조를 이룬다.

③ 염기의 상보적인 결합은 수소결합에 의해 이루어진다.

④ 질산이 뉴클레오타이드를 연결하는 역할을 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '질산'은 **인산**으로 고쳐야 한다. DNA의 한 가닥에서는 인산이 이웃한 당을 연결하는 **인산다이에스터 결합**을 이루어 뉴클레오타이드들을 이어 준다.

선지별 해설

① O: DNA는 뉴클레오타이드가 반복 연결된 생체 고분자이다. 각 뉴클레오타이드는 디옥시리보스, 인산, 염기로 구성되며, **염기의 배열 순서**에 유전정보가 저장된다.

② O: DNA의 두 가닥은 서로 반대 방향으로 놓이며 이중나선을 이룬다. 두 가닥 사이에서 **아데닌(A)은 타이민(T)과, 구아닌(G)은 사이토신(C)과** 상보적으로 짝을 이루어 두 가닥이 결합한다.

③ O: 서로 마주 보는 상보적 염기 사이에는 **수소결합**이 형성된다. A–T 쌍에는 수소결합 2개, G–C 쌍에는 수소결합 3개가 형성되어 두 가닥을 연결한다.

④ X: 뉴클레오타이드를 연결하는 성분은 질산이 아니라 **인산**이다. 한 뉴클레오타이드의 당에 있는 3′ 위치의 수산기와 다음 뉴클레오타이드의 5′ 위치에 연결된 인산 사이에 인산다이에스터 결합이 형성된다. 이 결합으로 당과 인산이 번갈아 이어지는 DNA 가닥의 골격이 만들어진다. 이는 서로 다른 두 가닥의 염기를 연결하는 수소결합과 구별된다.

NoteBase

문 4. 다음 글에서 설명하는 중합법은?

단량체를 수중에서 격렬한 교반으로 혼합 분산시켜 중합시키는 방법이며, 중합열의 제어가 용이하고 알맹이 모양의 고분자가 얻어진다.

① 괴상중합
② 현탁중합
③ 유화중합
④ 용액중합

정답 2번

간단한 해설

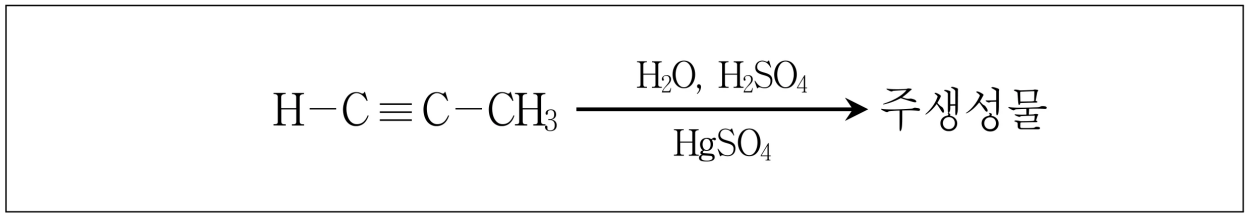
물속에 단량체를 액적으로 분산시키고 **각 액적 내부에서 중합**하여 알맹이 모양의 고분자를 얻는 방법이 현탁중합이다.

공통 해설

현탁중합은 물에 잘 녹지 않는 단량체를 교반하여 물속에 작은 액적으로 분산시키고, **각 단량체 액적 안에서 중합**시키는 방법이다. 액적 하나하나가 작은 반응기처럼 작용하므로 중합이 진행되면 알맹이 모양의 고분자가 얻어진다. 또한 액적을 둘러싼 물이 반응열을 받아 전달하므로 중합열을 제어하기 쉽다. 따라서 지문의 수중 분산, 알맹이 모양의 생성물, 용이한 중합열 제어는 모두 현탁중합의 특징에 해당한다.

NoteBase

문 5. 다음 반응을 통해서 얻어지는 주생성물은?



① propanone
② propenal
③ propan-2-ol
④ propen-2-ol

정답 1번

간단한 해설

프로파인은 황산수은 촉매와 황산 수용액에서 수화된 뒤, 생성된 엔올이 **케토–엔올 토토머화**를 거쳐 더 안정한 케톤인 propanone(아세톤)으로 바뀐다.

공통 해설

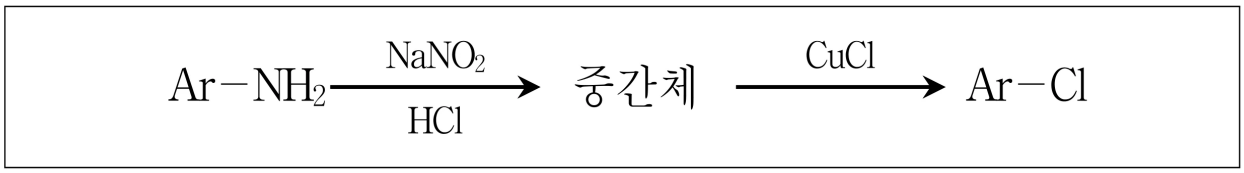
그림의 출발 물질은 말단 알카인인 프로파인 $HC \equiv C-CH_3$이다. 물과 황산, 황산수은이 주어진 조건에서는 **마르코프니코프 방향의 수화**가 일어난다. 즉, 삼중결합의 말단 탄소에 H가, 메틸기와 연결된 안쪽 탄소에 OH가 첨가된다.

처음 만들어지는 물질은 $CH_2 = C(OH)-CH_3$ 구조의 엔올인 propen-2-ol이다. 엔올은 탄소–탄소 이중결합을 이루는 탄소에 OH기가 붙은 물질이다. 이 엔올은 산성 조건에서 수소와 이중결합의 위치가 달라지는 케토–엔올 토토머화를 거쳐, **가운데 탄소에 카보닐기(C=O)를 가진 케톤**으로 바뀐다. 그 구조는 $CH_3-C(=O)-CH_3$이며, 이름은 propanone(아세톤)이다.

따라서 propen-2-ol은 최종 주생성물이 아니라 케톤으로 전환되는 중간체이다. 최종 생성물에는 OH기 대신 C=O가 있으므로 알코올인 propan-2-ol과 구별되며, 카보닐기가 사슬의 가운데에 있으므로 알데하이드인 propenal과도 구별된다.

NoteBase

문 6. 아닐린(aniline) 유도체로부터 염화아릴(aryl chloride)을 합성하기 위한 반응의 중간체는?



① Ar–H

② Ar – NO_2

③ Ar–O^-Na^+

④ Ar–$N_2^+Cl^-$

정답 4번

간단한 해설

아닐린 유도체를 $NaNO_2$와 HCl로 처리하면 아미노기가 **다이아조늄기**로 바뀌어 Ar–$N_2^+Cl^-$가 형성된다. 이 다이아조늄염은 CuCl과 반응하면서 질소를 방출하고 염화아릴로 전환된다.

공통 해설

그림의 첫 화살표에 표시된 $NaNO_2$와 HCl은 아질산(HNO_2)을 생성한다. 방향족 1차 아민인 Ar–NH_2는 이 조건에서 아미노기(–NH_2)가 다이아조늄기(–N_2^+)로 바뀌는 **다이아조화 반응**을 한다. 따라서 중간체는 아릴다이아조늄 양이온과 염화 이온으로 이루어진 Ar–$N_2^+Cl^-$이다. 보통 다이아조화는 생성된 다이아조늄염의 분해를 억제하기 위해 0~5 °C의 저온에서 진행한다.

다음 화살표의 CuCl은 염화구리(I)이다. 아릴다이아조늄염에 CuCl을 작용시키면 다이아조늄기가 질소(N_2)로 떨어져 나가고 그 자리가 염소로 치환되어 Ar–Cl이 생성된다. 이 치환이 **샌드마이어 반응**이다. 따라서 두 반응을 이어 주는 중간체는 다이아조늄기를 가진 구조여야 하며, 이 기가 없는 Ar–H, Ar–NO_2, Ar–O^-Na^+는 해당하지 않는다.

NoteBase

문 7. 2-Bromo-2,3-dimethylbutane으로부터 할로젠화수소 제거반응에 의해 얻어지는 주생성물은?

① 2,3-Dimethylbutane

② 2,3-Dimethyl-1-butene

③ 2,3-Dimethyl-2-butene

④ 2-Methyl-2-butene

정답 3번

간단한 해설

Br이 붙은 2번 탄소와 이웃한 3번 탄소 사이에 이중결합이 생기면 **알킬기가 네 개 결합한 알켄**이 된다. 일반적인 할로젠화수소 제거반응에서는 자이체프 규칙에 따라 이처럼 더 치환된 알켄이 주생성물이다.

핵심 풀이

출발물질과 제거 위치: 2-Bromo-2,3-dimethylbutane의 구조는 $(CH_3)_2C(Br) - CH(CH_3)_2$이다.
할로젠화수소 제거반응에서는 Br이 붙은 탄소와 이웃한 탄소에서 각각 Br과 H가 제거되고, 두 탄소 사이에 **탄소–탄소 이중결합**이 형성된다. 이 과정에서 탄소 골격은 유지된다.

주생성물: 3번 탄소의 H와 2번 탄소의 Br이 제거되면 $(CH_3)_2C = C(CH_3)_2$가 생성된다. 이중결합의 두 탄소에 메틸기가 두 개씩, 총 네 개 연결된 사치환 알켄이다. 일반적인 제거반응에서는 알킬 치환기가 많아 더 안정한 알켄이 우세하게 생성된다는 **자이체프 규칙**이 적용된다. 따라서 주생성물은 2,3-Dimethyl-2-butene이다.

경쟁 생성물: Br이 붙은 2번 탄소에 연결된 두 메틸기 중 하나에서 H가 제거되면 2,3-Dimethyl-1-butene이 생성된다. 두 메틸기는 서로 동등하므로 같은 생성물을 준다. 이 생성물은 이중결합 탄소에 알킬기가 총 두 개 연결된 이치환 알켄이므로, **사치환 알켄보다 덜 안정하여** 일반적인 자이체프 선택성에서 주생성물이 되지 않는다.

다른 후보의 구별: 2,3-Dimethylbutane은 이중결합이 없는 포화 탄화수소이므로 할로젠화수소 제거반응의 생성물에 해당하지 않는다. 2-Methyl-2-butene은 탄소가 5개인 물질이다. 출발물질은 탄소가 6개이고 이 반응은 **탄소 골격을 보존**하므로 이 물질도 해당하지 않는다.

NoteBase

문 8. 칼슘카바이드(CaC_2)는 물과 반응하여 무색의 기체 A를 생성한다. 기체 A에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 분자구조가 선형이다.

② 불포화탄화수소이다.

③ 브롬(Br_2)과 첨가반응이 가능하다.

④ 수산화나트륨(NaOH)과 중화반응을 한다.

정답 4번

간단한 해설

기체 A는 탄소 사이에 삼중결합이 있는 아세틸렌(C_2H_2)이다. 아세틸렌은 산성이 매우 약하므로 일반적인 수용액 조건에서 **NaOH와 중화반응을 하지 않는다**.

선지별 해설

칼슘카바이드는 물과 반응하여 아세틸렌(C_2H_2)과 수산화칼슘을 생성한다. 반응식은 $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$이므로, 기체 A는 아세틸렌이다.

① O: 아세틸렌의 구조는 H–C≡C–H이다. 각 탄소는 sp 혼성화되어 두 결합 방향이 180°를 이루므로, 네 원자가 한 직선 위에 놓이는 **선형 분자**이다.

② O: 아세틸렌은 탄소와 수소로만 이루어져 있고, 탄소 사이에 **삼중결합**을 갖는다. 따라서 탄소 사이의 결합이 모두 단일결합인 포화탄화수소와 달리 불포화탄화수소에 해당한다.

③ O: 탄소 사이 삼중결합의 π 결합이 반응에 참여하여 브롬 원자가 두 탄소에 결합하는 **첨가반응**이 일어난다. 브롬 1분자가 첨가되면 탄소 사이에 이중결합이 남고, 브롬이 더 첨가되면 단일결합이 된다.

④ X: 아세틸렌의 말단 수소는 산성을 띠지만 그 산성이 매우 약하다. 따라서 일반적인 수용액 조건에서는 NaOH가 그 수소를 유의미하게 제거하지 못하므로, **NaOH와 중화반응을 하지 않는다**. 삼중결합이 있어 첨가반응을 한다는 성질과 염기로 중화될 수 있는지는 구별해야 한다.

NoteBase

문 9. 다음 글에서 설명하는 주생성물은?

벤젠과 프로필렌으로부터 얻어지는 큐멘(cumene)을 산화시킨 후 산 분해하면, 주생성물과 아세톤이 얻어진다.

① 에탄올
② 페놀
③ 비스페놀 A
④ 톨루엔

정답 2번

간단한 해설

큐멘을 산화해 얻은 큐멘 하이드로퍼옥사이드를 산 분해하면 **페놀과 아세톤**이 함께 생성된다. 이 반응을 이용해 페놀을 제조하는 공정이 큐멘법이다.

공통 해설

큐멘은 벤젠과 프로필렌을 반응시켜 얻는 아이소프로필벤젠이다. 큐멘을 공기 중 산소로 산화하면 큐멘 하이드로퍼옥사이드가 형성되고, 이를 산 촉매로 분해하면 **페놀과 아세톤이 함께 생성**된다. 이 반응을 이용한 공업적 페놀 제조법을 큐멘법이라고 한다.

산 분해 과정에서 벤젠 고리에 하이드록시기(-OH)가 직접 결합한 페놀이 만들어지고, 아이소프로필 곁사슬 부분은 아세톤으로 전환된다. 따라서 지문에서 아세톤과 함께 얻어진다고 한 주생성물은 페놀이다.

NoteBase

문 10. 다음은 천연가스 분리공정에서 이용되는 단위공정들이다. 공정 진행 순서를 바르게 나열한 것은?

ㄱ. 흡수탑
ㄴ. 증류탑
ㄷ. 탈에탄탑
ㄹ. 가솔린 분리기

① ㄱ → ㄷ → ㄴ → ㄹ
② ㄱ → ㄴ → ㄷ → ㄹ
③ ㄹ → ㄱ → ㄴ → ㄷ
④ ㄹ → ㄱ → ㄷ → ㄴ

정답 2번

간단한 해설

흡수유에 모은 탄화수소를 **증류하여 흡수유와 분리**한 뒤, 끓는점이 낮은 **에탄을 먼저 제거**한다. 그다음 남은 성분에서 프로판·부탄과 천연가솔린을 분리한다.

올바른 순서

ㄱ → ㄴ → ㄷ → ㄹ

ㄱ. 흡수탑: 천연가스를 흡수유와 접촉시켜 회수할 탄화수소 성분을 액체 흡수유에 녹인다. 이처럼 성분을 모은 **흡수유가 다음 증류탑의 원료**가 된다.

ㄴ. 증류탑: 탄화수소를 흡수한 흡수유를 가열하여 **흡수된 성분과 흡수유를 분리**한다. 회수한 탄화수소 혼합물은 후속 분리공정으로 보내고, 재생된 흡수유는 흡수탑으로 되돌려 사용한다.

ㄷ. 탈에탄탑: 증류탑에서 회수한 탄화수소 혼합물 중 **에탄을 탑 위쪽으로 분리**한다. 에탄은 프로판·부탄 및 가솔린 성분보다 끓는점이 낮으므로 먼저 제거하며, 남은 무거운 성분을 가솔린 분리기로 보낸다.

ㄹ. 가솔린 분리기: 탈에탄 후 남은 혼합물에서 상대적으로 휘발성이 큰 프로판·부탄을 분리하고, **펜탄 이상의 무거운 성분을 천연가솔린**으로 회수한다. 앞 단계에서 에탄을 제거한 혼합물을 대상으로 가솔린 성분을 분리하는 마무리 단계이다.

NoteBase

문 11. 열경화성 수지와 열가소성 수지에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 열경화성 수지는 가교결합을 가지고 있으며, 용매에는 녹지 않으나 열에는 용융된다.

② 열가소성 수지는 일반적으로 선형 구조로 되어 있으며, 용매에 쉽게 용해되지 않는 경우도 있다.

③ 열경화성 수지의 대표적인 예로 페놀수지, 멜라민수지, 폴리스타이렌 등이 있다.

④ 열가소성 수지의 대표적인 예로 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 에폭시 수지 등이 있다.

정답 2번

간단한 해설

열가소성 수지는 일반적으로 선형 사슬 구조이지만, **모든 용매에 쉽게 녹는 것은 아니다**. 용매와의 친화성, 고분자의 결정성 및 온도에 따라 용해성이 달라진다.

선지별 해설

① X: 열경화성 수지는 경화되면서 사슬 사이에 가교결합이 형성되어 3차원 망상구조를 이룬다. 이 결합이 사슬의 자유로운 이동을 막으므로 용매에 녹지 않으며, **다시 가열해도 용융되지 않는다**. 온도를 충분히 높이면 녹아 흐르기보다 열분해된다.

② O: 열가소성 수지는 일반적으로 선형 또는 가지 달린 사슬 구조이며, 경화된 열경화성 수지와 같은 가교 망상구조를 갖지 않는다. 다만 **열에 녹는 성질과 용매에 녹는 성질은 구별**해야 한다. 용매와의 친화성이 낮거나 결정성이 높으면 주어진 용매와 온도에서 쉽게 용해되지 않을 수 있으므로, 선형 구조라는 이유만으로 모든 용매에 잘 녹는다고 할 수 없다.

③ X: 페놀수지와 멜라민수지는 대표적인 열경화성 수지이지만, **폴리스타이렌은 열가소성 수지**이다. 일반적인 폴리스타이렌은 가교 망상구조가 아닌 사슬 구조이므로 가열하여 연화·성형할 수 있다. 열경화성 수지의 예로는 폴리스타이렌 대신 에폭시 수지를 들 수 있다.

④ X: 폴리에틸렌과 폴리프로필렌은 열가소성 수지이지만, **에폭시 수지는 대표적인 열경화성 수지**이다. 에폭시 수지는 경화제와 반응하여 가교 망상구조를 형성하며, 경화된 뒤에는 다시 가열해도 용융되지 않는다. 열가소성 수지의 예로는 에폭시 수지 대신 폴리스타이렌을 들 수 있다.

NoteBase

문 12. 단백질의 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 1차 구조는 단백질 내 아미노산의 순서를 말한다.

② 2차 구조는 단백질 사슬이 국소적으로 이루는 모양을 말하며, 병풍모양이나 나선모양을 보이기도 한다.

③ 3차 구조는 단백질 사슬에서 상대적으로 멀리 떨어져 있는 아미노산 단위들의 공간적 관계를 말한다.

④ 4차 구조는 하나의 단백질 사슬이 4번 이상 접혀 있는 구조를 말한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '4번 이상 접힌 구조'는 4차 구조의 뜻이 아니다. 4차 구조는 **둘 이상의 폴리펩타이드 사슬이 모여 이루는 입체적 배열**이며, 한 사슬의 전체적인 접힘은 3차 구조에 해당한다.

선지별 해설

① O: 1차 구조는 펩타이드 결합으로 연결된 **아미노산의 배열 순서**이다. 어떤 아미노산이 어떤 순서로 이어져 있는지를 나타내며, 사슬이 공간에서 접힌 모양을 뜻하지 않는다.

② O: 2차 구조는 폴리펩타이드 사슬의 일부가 이루는 **국소적인 규칙적 구조**이다. 대표적으로 α 나선과 β 병풍 구조가 있으며, 사슬 주사슬의 카보닐기와 아마이드기 사이 수소 결합으로 안정화된다.

③ O: 3차 구조는 **한 폴리펩타이드 사슬 전체의 입체 구조**이다. 사슬이 접히면서 아미노산 배열상 멀리 떨어진 부분도 공간적으로 가까워질 수 있다. 소수성 상호작용, 수소 결합, 이온성 상호작용 등이 이러한 접힘을 안정화한다.

④ X: 4차 구조는 **둘 이상의 폴리펩타이드 사슬이 소단위체로 모여 이루는 입체적 배열**이다. 구조의 차수는 접힌 횟수를 세는 기준이 아니므로, 한 사슬이 4번 이상 접혔다고 4차 구조가 되는 것은 아니다. 한 사슬 내부의 전체적인 접힘은 3차 구조이며, 여러 사슬 사이의 배열과 결합 관계가 4차 구조이다.

NoteBase

문 13. 종이 제조 시 펄프를 물에서 기계적으로 세단하고 해리, 콜로이드화시켜 종이의 품질을 고르게 하는 공정은?

① 사이징
② 충전
③ 초지
④ 비팅

정답 4번

간단한 해설

물속의 펄프에 기계적 힘을 가해 섬유를 잘게 나누고 풀어 주는 공정이 **비팅(고해)**이다. 섬유가 물을 흡수하고 서로 결합하기 쉬운 상태가 되도록 조절한다.

공통 해설

비팅(고해)은 **물에 분산된 펄프 섬유를 기계적으로 처리**하여 종이 제조에 적합한 상태로 만드는 공정이다. 압축력과 전단력이 작용하면서 섬유가 세단되고 섬유벽이 풀어지며, 표면에 미세한 섬유가 드러나는 피브릴화가 일어난다. 섬유는 물을 흡수해 팽윤하고 유연해져, 종이를 만들 때 서로 밀착하고 결합하기 쉬워진다. 따라서 문제의 '물에서 기계적으로 세단하고 해리, 콜로이드화'한다는 설명은 펄프 섬유 자체를 가공하는 비팅의 특징을 나타낸다.

NoteBase

문 14. 다음 반응을 통해서 얻어지는 주생성물은?

$$CH_2=CH-CH_3 + NH_3 + \frac{3}{2}O_2 \xrightarrow[400\sim450\,℃,\ 1\sim3기압]{촉매} 주생성물 + 3H_2O$$

① $CH_2 = CHCOOH$

② $CH_2 = CHCHO$

③ $CH_2 = CHCN$

④ $CH_2 = CHCONH_2$

정답 3번

간단한 해설

프로필렌을 암모니아·산소와 반응시키는 **암모산화**에서는 메틸기가 나이트릴기로 바뀐다. 이때 탄소 사이의 이중결합은 유지되어 아크릴로나이트릴인 $CH_2 = CHCN$이 생성된다.

공통 해설

제시된 반응은 프로필렌을 암모니아 및 산소와 함께 촉매 존재하에 반응시켜 아크릴로나이트릴을 제조하는 암모산화 반응이다. 공업적으로 SOHIO 공정이라 하며, 그림에는 400~450 °C, 1~3기압의 조건이 제시되어 있다. 이 반응에서는 프로필렌의 탄소 사이 이중결합이 유지되고, 말단의 **메틸기가 나이트릴기로 전환**된다. 암모니아는 질소를 공급하고, 산소는 수소와 결합하여 물을 형성한다.

따라서 주생성물은 비닐기에 나이트릴기 $-C \equiv N$가 연결된 $CH_2 = CHCN$이다. 생성물의 CN은 탄소와 질소가 삼중결합한 나이트릴기를 뜻한다. 이 암모산화의 주생성물을 고르는 기준은 **산소를 포함한 작용기가 아니라 나이트릴기가 형성된다는 점**이다. COOH, CHO, $CONH_2$를 갖는 나머지 후보들은 이 반응의 주생성물에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 15. 이소프렌을 합성하는 방법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 이소부틸렌과 포름알데하이드의 반응

② 이소펜텐의 탈수소 반응

③ 아세톤과 아세틸렌의 반응

④ 이소부틸렌과 에틸렌의 불균화 반응

정답 4번

간단한 해설

이소부틸렌과 에틸렌의 불균화 반응으로는 이소프렌에 필요한 탄소 5개 골격을 만들 수 없다. 불균화법에서는 이소부틸렌을 **프로필렌 또는 2-부텐**과 반응시켜 이소펜텐을 얻은 뒤, 이를 **탈수소**하여 이소프렌을 만든다.

선지별 해설

① O: 이소부틸렌과 포름알데하이드를 산 촉매하에서 반응시키는 **프린스 반응**을 이용할 수 있다. 대표적으로 4,4-디메틸-1,3-디옥산을 중간체로 만든 뒤, 이를 분해하여 이소프렌을 얻는다.

② O: 이소펜텐은 이소프렌과 같은 탄소 5개의 가지 사슬 골격을 가진다. 촉매를 이용한 **탈수소로 이중결합을 하나 더 형성**하여, 두 이중결합이 단일결합 하나를 사이에 둔 공액 다이엔인 이소프렌을 얻을 수 있다.

③ O: 아세톤과 아세틸렌을 반응시켜 먼저 탄소 5개의 아세틸렌계 알코올을 만든다. 이어 삼중결합을 이중결합으로 바꾸는 **부분 수소화와 탈수**를 거쳐 이소프렌을 얻는다. 두 원료의 반응만으로 끝나는 것이 아니라 후속 반응을 포함하는 합성 경로이다.

④ X: 불균화는 올레핀의 이중결합 양쪽 탄소 부분을 서로 교환하는 반응이다. 이소부틸렌과 에틸렌을 이렇게 교환해도 이소프렌에 필요한 탄소 5개 골격이 형성되지 않는다. 이소프렌 합성에 이용하는 경로는 이소부틸렌과 **프로필렌 또는 2-부텐의 불균화**로 이소펜텐을 만든 뒤, 이를 탈수소하는 것이다.

NoteBase

문 16. 소다 생산을 위한 전해법으로 얻어지는 가성소다 수용액의 농도가 높은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 수은법 > 이온교환막법 > 격막법

② 수은법 > 격막법 > 이온교환막법

③ 격막법 > 수은법 > 이온교환막법

④ 격막법 > 이온교환막법 > 수은법

정답 1번

간단한 해설

수은법은 아말감을 물과 반응시켜 **약 50 질량%**의 가성소다 수용액을 직접 얻는다. 이온교환막법은 소금물의 대량 유입을 막으므로, 소금물이 격막을 통과하는 격막법보다 **농도가 높은** 용액을 얻는다.

올바른 순서

수은법 → 이온교환막법 → 격막법

수은법: 수은 음극에서 나트륨 아말감을 만든 뒤, 이를 별도의 분해기에서 물과 반응시켜 가성소다와 수소를 얻는다. 이때 **별도 증발 농축 없이 약 50 질량%**의 가성소다 수용액을 얻으므로 세 방법 중 농도가 가장 높다.

이온교환막법: 양이온 교환막을 통해 나트륨 이온이 음극실로 이동하고, 음극에서 생성된 수산화 이온과 함께 가성소다를 이룬다. 소금물이 통째로 흘러드는 것을 막고 음극액을 순환시키면서 운전하여, 보통 **약 32 질량%**의 용액을 얻는다. 이는 수은법보다 낮고 격막법보다 높은 농도이다.

격막법: 다공성 격막을 통해 **소금물이 양극실에서 음극실로 흐른다**. 이 흐름은 음극실의 수산화 이온이 양극실로 역이동하는 것을 억제하지만, 생성액에는 물과 미반응 염화나트륨도 함께 포함된다. 가성소다 농도는 보통 약 10~12 질량%로 가장 낮다. 이 비교는 후속 증발 농축 전의 농도를 기준으로 하며, 판매용으로 농축한 제품의 농도와 구별한다.

NoteBase

문 17. 산 및 염기와 모두 반응할 수 있는 화합물은?

① P_4O_{10}

② Al_2O_3

③ SiO_2

④ MgO

정답 2번

간단한 해설

산화 알루미늄 Al_2O_3은 **산과 염기 모두와 반응하는 양쪽성 산화물**이다. 산과 반응할 때는 염기처럼, 염기와 반응할 때는 산처럼 작용한다.

공통 해설

산화물의 산·염기 성질을 분류할 때, 산과 반응하는 것은 염기성 산화물, 염기와 반응하는 것은 산성 산화물이다. **양쪽성 산화물은 두 성질을 모두 나타내어 산과 염기 양쪽에 반응**한다.

산화 알루미늄 Al_2O_3은 양쪽성 산화물이다. 예를 들어 염산과 반응하여 염화 알루미늄과 물을 만들고, 강염기인 수산화 나트륨 수용액에도 녹아 알루민산 이온을 형성한다. 따라서 문제에서 묻는 두 종류의 반응을 모두 할 수 있다.

P_4O_{10}과 SiO_2는 **산성 산화물**로 염기와 반응하는 성질을 나타내고, MgO는 **염기성 산화물**로 산과 반응하는 성질을 나타낸다. 이들은 산화 알루미늄과 같은 양쪽성 산화물에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 18. 풀러렌(fullerene)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 풀러렌은 C_{60}이 대표적이고 C_{70}, C_{84} 등이 존재한다.

② C_{60} 풀러렌은 5원환과 6원환으로 이루어진 다면체 클러스터 분자 형태이다.

③ C_{60} 풀러렌은 화학적으로 안정하여 다른 물질과 화학 반응이 일어나지 않는다.

④ 풀러렌은 다이아몬드와 동소체이다.

정답 3번

간단한 해설

C_{60} 풀러렌은 안정한 탄소 골격을 가지지만, **다른 물질과 화학 반응을 하지 않는 것은 아니다**. 탄소 사이의 이중 결합에 수소 등이 첨가되는 반응이 일어날 수 있다.

선지별 해설

① O: 풀러렌은 탄소 원자들이 결합하여 속이 빈 닫힌 케이지 구조를 이루는 분자이다. 대표적인 C_{60} 외에도 **탄소 원자 수가 다른** C_{70}, C_{84} 등의 풀러렌이 존재한다. 분자식의 아래첨자는 한 분자를 구성하는 탄소 원자 수를 나타낸다.

② O: C_{60} 풀러렌은 **12개의 5원환과 20개의 6원환**으로 이루어진 축구공 모양의 다면체 분자이다. 탄소 원자 60개가 다면체의 꼭짓점에 놓이고 서로 결합하여 속이 빈 케이지를 형성한다.

③ X: C_{60} 풀러렌이 안정하다는 것은 그 분자 구조를 유지할 수 있다는 뜻이지, **모든 화학 반응에 불활성이라는 뜻은 아니다**. 탄소 사이의 이중 결합은 첨가 반응에 참여할 수 있다. 예를 들어 적절한 반응 조건에서 수소가 첨가되는 수소화 반응이 일어나므로, 다른 물질과 화학 반응이 일어나지 않는다는 설명은 잘못이다.

④ O: 동소체는 **같은 원소로 이루어졌지만 원자들의 결합 방식이나 배열이 다른 물질**이다. 풀러렌과 다이아몬드는 모두 탄소로 이루어져 있다. 풀러렌은 닫힌 케이지 모양의 분자를 이루는 반면, 다이아몬드는 각 탄소 원자가 이웃한 탄소 원자 4개와 결합한 3차원 그물 구조를 이루므로 서로 동소체이다.

NoteBase

문 19. 복합비료에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① N, P_2O_5, K_2O의 세 요소 중에서 두 성분 이상을 포함한 비료를 복합비료라 한다.

② N, P_2O_5, K_2O의 함량의 합계가 30% 미만인 것을 고도화성 비료라고 한다.

③ 황안, 요소, 과인산석회 및 염화칼륨 등을 단순히 혼합시킨 비료를 배합비료라 한다.

④ 복합비료는 식물이 필요로 하는 성분을 복합시켜 놓아서 비료 효과가 크다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '30% 미만'은 고도화성비료의 기준과 반대이다. 고도화성비료는 질소(N), 인산(P_2O_5), 칼리(K_2O) 함량의 합계가 **30% 이상**인 화성비료이다.

선지별 해설

① O: 복합비료는 비료의 3요소인 질소·인산·칼리 중 **두 성분 이상**을 포함한 비료이다. 반드시 세 성분을 모두 포함해야 하는 것은 아니다. 비료의 성분 함량은 질소는 N, 인산은 P_2O_5, 칼리는 K_2O를 기준으로 표시한다.

② X: 고도화성비료는 N, P_2O_5, K_2O로 표시한 성분 함량의 합계가 **30% 이상**인 화성비료이다. 따라서 '30% 미만'을 '30% 이상'으로 고쳐야 한다. 이때 30%는 각 성분이 각각 충족해야 하는 수치가 아니라 세 성분 함량을 합한 기준이다.

③ O: 배합비료는 질소질·인산질·칼리질 비료 등을 **물리적으로 혼합**하여 만든다. 황안과 요소는 질소를, 과인산석회는 인산을, 염화칼륨은 칼리를 공급하는 원료이다. 원료 사이의 화학반응을 이용하여 제조하는 화성비료와 제조 방식이 다르다.

④ O: 복합비료는 여러 주요 양분을 함께 공급하므로 작물의 생육에 필요한 양분을 보충하는 데 효과적이다. 다만 복합비료라는 이유만으로 언제나 효과가 더 큰 것은 아니며, **작물의 양분 요구량과 토양 상태에 맞는 조성·시비량**을 선택해야 이러한 장점을 얻을 수 있다.

NoteBase

문 20. 다음 중 음이온 개시제에 대한 단량체의 반응성이 작은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

ㄱ. acrylonitrile
ㄴ. ethyl α-cyanoacrylate
ㄷ. methyl methacrylate
ㄹ. styrene

① ㄱ < ㄹ < ㄴ < ㄷ
② ㄴ < ㄷ < ㄱ < ㄹ
③ ㄷ < ㄹ < ㄴ < ㄱ
④ ㄹ < ㄷ < ㄱ < ㄴ

정답 4번

간단한 해설

음이온 개시제에 대한 반응성은 **첨가 후 생기는 탄소 음이온을 안정화하는 치환기**가 있을수록 커진다. 특히 ethyl α-cyanoacrylate는 **시아노기와 에스터기 두 전자흡인기**를 함께 가지므로 네 단량체 중 반응성이 가장 크다.

NoteBase

올바른 순서

ㄹ → ㄷ → ㄱ → ㄴ

음이온 개시제에 대한 반응성이 작은 것부터 나열한 순서이다. 음이온 개시제가 탄소–탄소 이중결합에 친핵성 첨가를 하면 탄소 음이온이 생성된다. 전자흡인성 치환기는 이중결합을 친핵성 공격에 유리하게 만들고, 생성되는 음전하도 안정화하므로 음이온 개시제에 대한 단량체의 반응성을 높인다.

ㄹ. styrene: 페닐기가 첨가 후 생기는 음전하를 공명으로 분산시킬 수 있다. 그러나 아래 단량체의 에스터기나 시아노기에 비해 음이온 첨가를 촉진하는 효과가 작으므로, 네 단량체 중 **반응성이 가장 작다**.

ㄷ. methyl methacrylate: 이중결합에 연결된 **에스터기의 전자흡인 효과**와 첨가 후 음전하의 공명 안정화 때문에 styrene보다 반응성이 크다. 다만 에스터기의 효과와 함께 α-메틸기의 전자공여 효과 및 입체장애도 작용하므로 acrylonitrile보다는 반응성이 작다.

ㄱ. acrylonitrile: 이중결합에 연결된 **시아노기의 강한 전자흡인 효과**로 친핵성 첨가가 쉬워지고, 생성되는 탄소 음이온의 음전하도 분산된다. 따라서 methyl methacrylate보다 음이온 개시제에 대한 반응성이 크다.

ㄴ. ethyl α-cyanoacrylate: 이중결합의 같은 탄소에 **시아노기와 에스터기가 함께 결합**해 있다. 두 전자흡인기가 이중결합을 활성화하고 첨가 후 생기는 음전하를 함께 안정화하므로, 시아노기 하나를 가진 acrylonitrile보다 반응성이 크다.

NoteBase