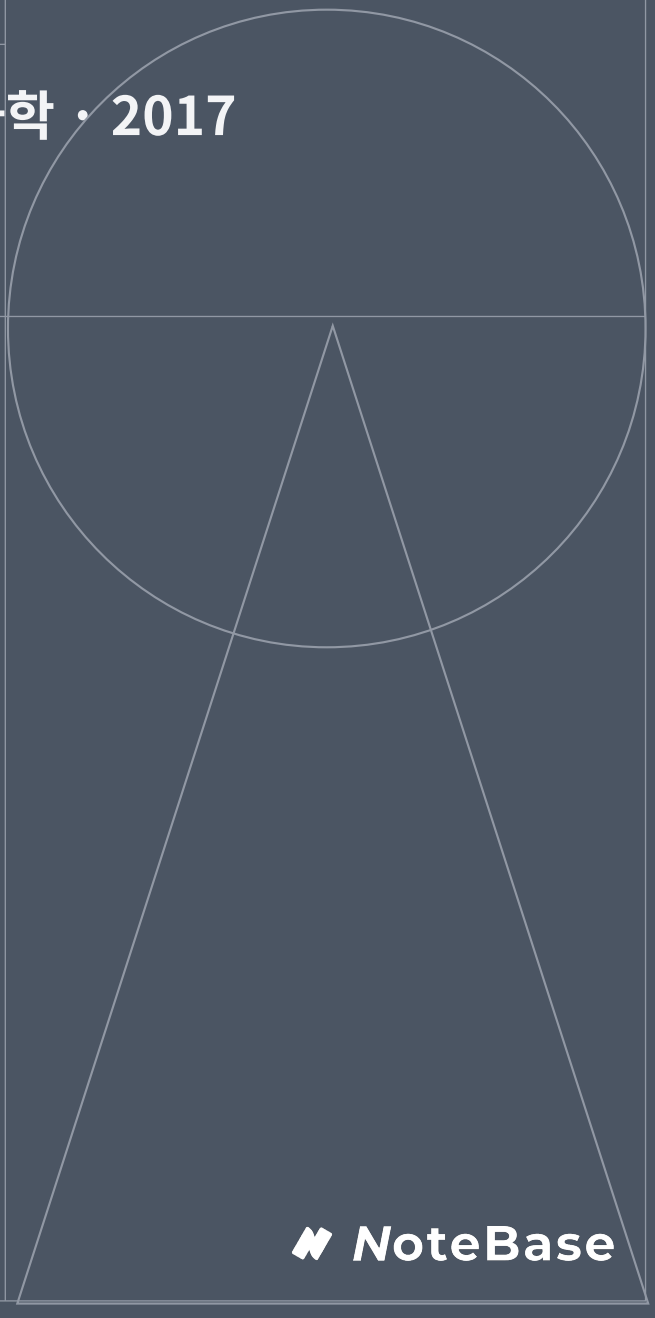
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2017



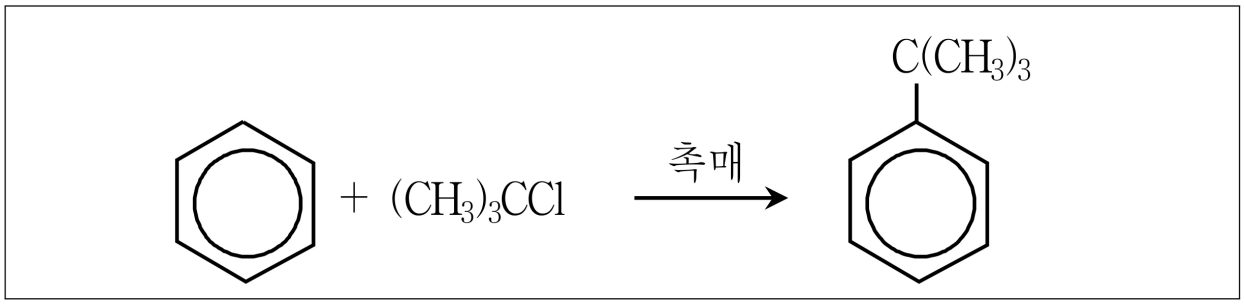
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2017

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2017

문 1. 다음 알킬화(alkylation) 반응에서 사용되는 촉매는?



① $LiAlH_4$

② $AlCl_3$

③ $KMnO_4$

④ $K_2Cr_2O_7$

정답 2번

간단한 해설

벤젠에 tert-부틸기를 도입하는 **프리델–크래프츠 알킬화**이다. $AlCl_3$는 루이스산으로 작용하여 tert-부틸 클로라이드에서 벤젠과 반응할 친전자체가 생성되도록 돕는다.

공통 해설

그림에서는 벤젠 고리의 수소 하나가 tert-부틸기로 치환되어 tert-부틸벤젠이 생성된다. 이는 방향족 고리에 알킬기를 도입하는 프리델–크래프츠 알킬화로, 알킬 할라이드를 활성화할 **루이스산 촉매**가 필요하다. 이 역할을 하는 물질이 $AlCl_3$이다.

루이스산은 전자쌍을 받는 물질이다. $AlCl_3$가 tert-부틸 클로라이드의 염소 원자로부터 전자쌍을 받아 결합하면 C–Cl 결합이 끊어지기 쉬워져 tert-부틸 카보양이온이 생성된다. 이 양이온은 전자가 부족한 친전자체이므로 벤젠의 π 전자와 반응하여 새로운 탄소–탄소 결합을 만든다. 이어 수소 이온이 떨어져 나가면서 **방향족성이 회복**되고, 촉매도 재생된다. 따라서 촉매 선택의 기준은 알킬 할라이드로부터 친전자체를 생성시키는 루이스산의 역할이다.

NoteBase

문 2. 유기화합물 A와 Grignard 시약을 반응시켜 3차 알코올을 얻었다. 이때 유기화합물 A에 해당하는 것은?

① 포름알데하이드(formaldehyde)

② 아세트알데하이드(acetaldehyde)

③ 아세트산(acetic acid)

④ 아세톤(acetone)

정답 4번

간단한 해설

아세톤은 카보닐 탄소에 메틸기 두 개가 붙어 있는 **케톤**이다. 여기에 Grignard 시약의 유기기가 첨가되고 산성 처리되면, 하이드록시기가 붙은 탄소에 탄소기 세 개가 결합한 **3차 알코올**이 된다.

핵심 풀이

3차 알코올은 하이드록시기(–OH)가 붙은 탄소가 다른 탄소 세 개와 결합한 알코올이다. Grignard 시약은 유기기를 카보닐 탄소에 첨가하여 탄소–탄소 결합을 만든다. 이때 케톤은 카보닐 탄소에 이미 탄소기 두 개가 결합해 있으므로, 유기기 하나가 더 붙은 뒤 산성 처리하면 3차 알코올이 된다. **아세톤은 메틸기 두 개가 결합한 케톤**이므로 이 조건을 만족한다.

알데하이드와의 구분: 포름알데하이드의 카보닐 탄소에는 수소 두 개가, 아세트알데하이드의 카보닐 탄소에는 수소 한 개와 메틸기 한 개가 결합해 있다. 각각 Grignard 시약의 유기기 하나가 첨가된 뒤 산성 처리되면 **포름알데하이드는 1차 알코올, 아세트알데하이드는 2차 알코올**을 만든다.

아세트산과의 구분: 아세트산은 카복실기의 산성 수소를 가진다. Grignard 시약은 강한 염기로도 작용하므로 아세트산과 만나면 **산성 수소를 제거하는 산·염기 반응**으로 소모된다. 따라서 케톤처럼 유기기가 첨가되어 3차 알코올을 만드는 반응물이 아니다.

NoteBase

문 3. 데옥시리보핵산(DNA)은 아데닌(A), 구아닌(G), 시토신(C) 및 티민(T)이 결합된 뉴클레오티드(nucleotide)로 구성되며 이중나선 구조를 갖는다. 두 가닥에 있는 염기들은 A와 T, G와 C의 쌍으로 이루어져 있다. 이때 염기쌍을 이루는 결합은?

① 이온결합

② 배위결합

③ 공유결합

④ 수소결합

정답 4번

간단한 해설

DNA의 서로 마주 보는 염기 A–T와 G–C는 **수소결합**으로 연결된다. 한 염기의 질소나 산소에 결합한 수소가 상대 염기의 질소나 산소와 인력을 형성한다.

공통 해설

수소결합은 질소나 산소처럼 전기음성도가 큰 원자에 결합한 수소와, 다른 전기음성도가 큰 원자의 비공유 전자쌍 사이에 작용하는 인력이다. DNA에서는 서로 마주 보는 염기의 질소·산소와 이들에 결합한 수소가 이 상호작용에 참여하여 **두 가닥 사이의 염기쌍**을 형성한다. A–T 사이에는 수소결합 2개가, G–C 사이에는 수소결합 3개가 형성된다. 따라서 문제에서 묻는 염기쌍의 결합은 수소결합이다.

NoteBase

문 4. 비스페놀 A(bisphenol A)와 에피클로로히드린(epichlorohydrin)의 반응에 의해 얻어지는 합성수지는?

① 폴리우레탄(polyurethane)

② 에폭시수지(epoxy resin)

③ 아미노수지(amino resin)

④ 폴리카보네이트(polycarbonate)

정답 2번

간단한 해설

비스페놀 A와 에피클로로히드린의 반응은 말단에 에폭시기를 갖는 **비스페놀 A형 에폭시수지**의 대표적인 제조 반응이다.

공통 해설

비스페놀 A는 두 개의 페놀성 하이드록시기를 가지며, 에피클로로히드린과 반응하여 글리시딜 에터 구조를 형성한다. 수산화나트륨 등의 염기를 사용하는 합성 과정을 거치면 말단에 **반응성 에폭시기**를 갖는 비스페놀 A형 에폭시수지가 얻어진다. 에폭시기는 산소 원자 하나와 탄소 원자 두 개로 이루어진 고리이다. 주어진 두 원료와 이러한 생성물 구조의 대응으로 에폭시수지를 식별할 수 있다.

NoteBase

문 5. 반도체공정 기술에서 박막형성 공정으로 옳지 않은 것은?

① 스퍼터링(sputtering)

② 화학기상증착(CVD)

③ 식각(etching)

④ 도금(plating)

정답 3번

간단한 해설

식각은 막을 새로 만드는 공정이 아니라, 이미 있는 막이나 기판의 일부를 **선택적으로 제거하는 공정**이다.
박막형성 공정은 기판 표면에 물질을 쌓아 얇은 층을 만든다.

공통 해설

박막형성 공정은 기판 표면에 물질을 부착하거나 석출시켜 얇은 막을 만드는 공정이다. 공정의 분류 기준은 **기판 위에 물질을 쌓아 막을 형성하는가**이다. 스퍼터링(sputtering), 화학기상증착(CVD), 도금(plating)은 모두 이 기준에 해당한다.

식각(etching)은 이미 형성된 막이나 기판에서 필요한 부분만 남기도록 **불필요한 부분을 선택적으로 제거**하는 공정이다. 따라서 식각은 박막을 형성하는 공정이 아니라, 물질을 제거하여 원하는 패턴이나 구조를 만드는 공정으로 구분한다.

NoteBase

문 6. 방향족 화합물들의 친전자성 치환반응에서 반응성이 낮은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

① 브로모벤젠 < 벤즈알데하이드 < 아닐린 < 벤젠

② 벤즈알데하이드 < 아닐린 < 브로모벤젠 < 벤젠

③ 벤즈알데하이드 < 브로모벤젠 < 벤젠 < 아닐린

④ 아닐린 < 벤즈알데하이드 < 벤젠 < 브로모벤젠

정답 3번

간단한 해설

벤즈알데하이드의 폼일기는 **강한 비활성화기**이고, 브로모벤젠의 브로민은 약한 비활성화기이다. 아닐린의 아미노기는 비공유 전자쌍을 고리에 제공하는 **강한 활성화기**이므로 벤젠보다 반응성이 높다.

올바른 순서

벤즈알데하이드 → 브로모벤젠 → 벤젠 → 아닐린

벤즈알데하이드: 폼일기(–CHO)는 유발 효과와 공명 효과 모두로 고리의 전자를 끌어당긴다. 친전자성 치환반응에서는 고리의 전자가 친전자체와 결합하면서 양전하를 띤 중간체가 형성되는데, 전자 끌개는 이 중간체의 형성을 어렵게 한다. 따라서 폼일기는 고리를 **강하게 비활성화**하여 네 화합물 중 반응성이 가장 낮다.

브로모벤젠: 브로민(–Br)은 비공유 전자쌍을 공명으로 고리에 제공할 수 있지만, **전자를 끌어당기는 유발 효과가 더 우세**하다. 따라서 벤젠보다는 반응성이 낮다. 다만 폼일기보다 비활성화 정도가 작으므로 벤즈알데하이드보다는 반응성이 높다.

벤젠: 고리의 수소를 대신하는 치환기가 없어 치환기의 활성화·비활성화 효과를 비교하는 기준이 된다. 전자 끌개가 결합한 벤즈알데하이드와 브로모벤젠보다 반응성이 높고, 강한 전자 주개가 결합한 아닐린보다 낮다.

아닐린: 아미노기(–NH_2)의 질소에 있는 비공유 전자쌍이 고리와 공명하여 전자를 제공한다. 이 **전자 제공 공명 효과**가 전자 흡인 유발 효과보다 커서 고리의 전자 밀도를 높이고 양전하 중간체를 안정화한다. 따라서 아미노기는 강한 활성화기이며, 아닐린은 네 화합물 중 반응성이 가장 높다.

NoteBase

문 7. 다음 흡착에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 흡착에는 분자간 응집력에 의한 물리흡착과 화학결합에 의한 화학흡착이 있다.
ㄴ. 물리흡착은 단분자층, 화학흡착은 다분자층 흡착이 가능하다.
ㄷ. 화학흡착이 물리흡착에 비해 활성화 에너지가 크다.
ㄹ. 상온에서 흡착속도는 물리흡착이 화학흡착보다 느리다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

물리흡착은 분자 사이의 인력으로 일어나 **다분자층 흡착이 가능**하고, 화학흡착은 표면과 직접 화학결합을 하므로 단분자층을 이룬다. 화학흡착은 일반적으로 **활성화 에너지가 더 커서** 상온에서 물리흡착보다 느리게 진행된다.

보기별 해설

ㄱ. O: 물리흡착은 반데르발스 힘과 같은 **분자간 인력**에 의해 일어나고, 화학흡착은 흡착질과 흡착제 표면 사이의 화학결합으로 일어난다. 두 흡착은 표면에 붙잡히게 하는 힘의 성격으로 구분한다.

ㄴ. X: 두 흡착의 층 구조를 반대로 설명했다. 물리흡착은 표면에 붙은 분자 위로 다른 분자가 다시 흡착할 수 있으므로, 조건에 따라 단분자층뿐 아니라 다분자층도 형성한다. 화학흡착은 분자가 표면의 결합 자리를 직접 차지하므로 **단분자층 흡착**을 한다.

ㄷ. O: 활성화 에너지는 흡착이 진행되기 위해 넘어야 하는 에너지 장벽이다. 물리흡착 자체는 일반적으로 활성화 에너지가 거의 필요하지 않지만, 화학흡착은 화학결합 형성 과정에서 에너지 장벽을 넘어야 하는 경우가 많다. 따라서 일반적으로 **화학흡착의 활성화 에너지가 더 크다**.

ㄹ. X: 상온에서는 일반적으로 **물리흡착이 화학흡착보다 빠르다**. 물리흡착은 활성화 장벽이 거의 없어 쉽게 진행되지만, 화학흡착은 에너지 장벽 때문에 상온에서 느리게 진행될 수 있다. 선지의 '물리흡착이 화학흡착보다 느리다'는 두 흡착의 일반적인 속도 관계를 반대로 서술한 것이다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄷ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 8. 바이오 반응기에 사용되는 고정화 효소의 제법에 해당하지 않는 것은?

① 흡착(adsorption)법
② 공유결합(covalent bond)법
③ 포괄(entrapping)법
④ 전해투석(electrodialysis)법

정답 4번

간단한 해설

전해투석은 전기장을 이용해 이온을 이온교환막 너머로 이동시키는 **이온 분리 공정**이다. 효소를 지지체에 붙이거나 내부에 가두어 고정화하는 방법에 해당하지 않는다.

공통 해설

효소 고정화는 **촉매 기능을 유지하면서 효소의 이동을 제한**하여 일정한 공간에 머물게 하는 것이다. 이렇게 하면 반응액과 효소를 분리하기 쉽고, 효소를 반응기에 남겨 반복 사용할 수 있다. 이 문항에서는 각 방법이 효소를 붙잡아 두는 방식인지를 기준으로 구분한다.

흡착법은 효소를 지지체 표면에 비공유결합성 상호작용으로 붙이고, 공유결합법은 효소와 지지체 사이에 공유결합을 형성한다. 포괄법은 효소를 겔 등의 고분자 망상구조 내부에 가둔다. 세 방법은 붙이는 힘이나 가두는 구조가 다르지만, 모두 효소의 이동을 제한하므로 고정화 효소의 제법에 해당한다.

전해투석법은 전기장을 가하여 용액 속 이온을 이온교환막을 통해 이동시키고 분리하는 방법이다. 여기서 핵심 작용은 **이온의 선택적 이동과 분리**이며, 효소를 지지체에 부착하거나 망상구조 안에 가두는 것이 아니므로 고정화 효소의 제법에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 9. 압출(extrusion)로 성형할 수 없는 것은?

① 폴리염화비닐(polyvinyl chloride)

② 폴리에틸렌 테레프탈레이트(polyethylene terephthalate)

③ 폴리프로필렌(polypropylene)

④ 페놀수지(phenol resin)

정답 4번

간단한 해설

페놀수지는 경화하면서 분자 사슬 사이에 가교가 형성되는 **열경화성 수지**이다. 경화 후에는 가열해도 다시 녹아 흐르지 않으므로, 수지를 녹여 밀어내는 일반적인 압출 성형에 적합하지 않다.

공통 해설

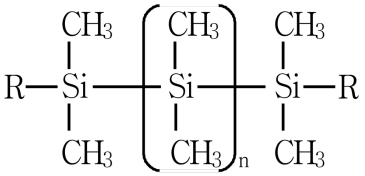
압출 성형은 가열하여 흐를 수 있게 만든 수지를 일정한 단면의 구멍이 있는 금형(다이)으로 밀어낸 뒤, 냉각하여 굳히는 방법이다. 따라서 일반적인 용융 압출에는 **가열하면 유동성을 갖는 수지**가 필요하다.

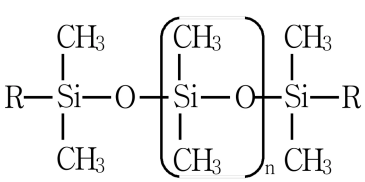
폴리염화비닐(PVC), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리프로필렌(PP)은 모두 열가소성 수지이다. 적절한 가공 온도에서 연화하거나 용융하여 흐를 수 있고 냉각하면 다시 굳으므로, 압출 성형이 가능하다.

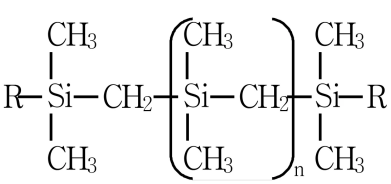
페놀수지는 열경화성 수지로, 경화 과정에서 분자 사슬들이 가교되어 3차원 망상 구조를 이룬다. 이 구조는 **가열해도 다시 용융하지 않으며**, 지나치게 가열하면 분해된다. 따라서 경화한 페놀수지를 녹여 흐르게 하는 일반적인 압출 성형은 할 수 없다.

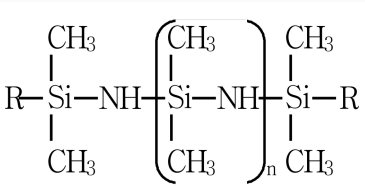
NoteBase

문 10. 실리콘 오일(silicone oil)의 분자구조로 옳은 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

간단한 해설

실리콘 오일은 **규소(Si)와 산소(O)가 번갈아 연결된 실록산 주사슬**을 갖는다. 메틸기가 붙은 Si 사이를 O가 연결하는 구조가 이에 해당한다.

공통 해설

실리콘 오일의 기본 골격은 규소와 산소가 번갈아 이어지는 실록산 결합(Si–O–Si)이다. 주사슬은 분자의 중심을 이루는 긴 연결 사슬을 뜻한다. 제시된 메틸계 구조에서는 각 Si에 메틸기(CH_3) 두 개가 곁가지로 붙어 있으며, 반복되는 주사슬은 **–Si–O–Si–O–**이다.

분자구조를 판별할 때는 메틸기의 유무보다 **주사슬에서 Si 사이를 연결하는 원자**를 보아야 한다. 제시된 구조 중 O가 Si 사이를 잇는 구조가 실리콘 오일에 해당한다. Si끼리 직접 연결되거나, Si 사이에 CH_2 또는 NH가 들어간 구조는 실록산 주사슬이 아니므로 해당하지 않는다.

NoteBase

문 11. 원유의 열분해(thermal cracking)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 탄소양이온 메커니즘으로 진행된다.

② 분해에 의해 다량의 에틸렌(ethylene)이 생성된다.

③ 열분해법은 비스브레이킹법(visbreaking process)과 코킹법(coking process)이 있다.

④ 코크스(coke)와 타르(tar)의 석출이 많다.

정답 1번

간단한 해설

열분해는 탄소–탄소 결합이 균일하게 끊어져 생긴 **자유 라디칼**의 연쇄반응으로 진행된다. 탄소양이온을 거치는 것은 **접촉분해**의 대표적인 반응 메커니즘이다.

선지별 해설

① X: 열분해는 **자유 라디칼 메커니즘**으로 진행된다. 고온에서 탄소–탄소 결합의 두 전자가 각각의 탄소 쪽으로 하나씩 나뉘는 균일 분해가 일어나고, 홀전자를 가진 라디칼이 생성된다. 이 라디칼이 수소를 떼어 내거나 탄소 사슬을 끊는 연쇄반응을 이어 간다. 탄소양이온을 반응 중간체로 거치는 것은 산성 촉매를 사용하는 접촉분해의 특징이다.

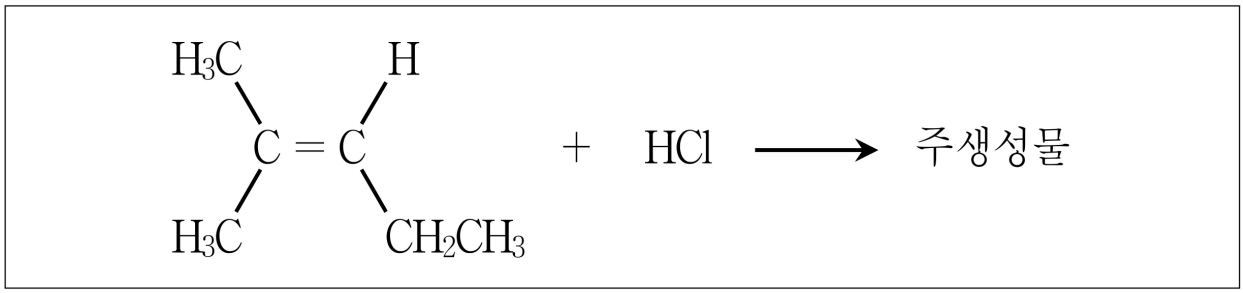
② O: 열분해에서 탄소 사슬이 끊어지면 에틸렌과 같은 작은 올레핀이 생성된다. 라디칼의 **β 절단**은 올레핀과 새로운 라디칼을 만들어 반응을 이어 가는 과정이다. 특히 나프타 등의 고온 기상 열분해는 에틸렌을 다량 생산하는 데 이용된다.

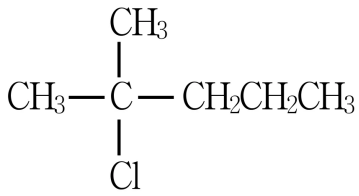
③ O: 비스브레이킹법과 코킹법은 중질유를 처리하는 대표적인 열분해법이다. 비스브레이킹법은 비교적 온화한 열분해로 **중질유의 점도를 낮추는** 데 목적이 있다. 코킹법은 더 가혹한 조건에서 중질 성분을 분해하여 가스와 경질유를 얻고, 탄소가 풍부한 코크스를 남긴다.

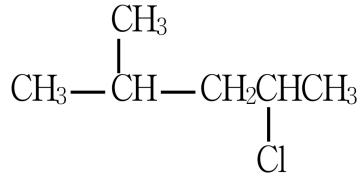
④ O: 열분해에서는 분자가 작아지는 반응과 함께 **축합·중합에 의한 중질화**도 일어나므로 코크스와 타르가 생성된다. 코크스는 탄소 함량이 높은 고체 잔류물이고, 타르는 방향족 성분이 풍부한 무거운 부산물이다. 생성량은 원료와 반응 조건에 따라 달라지며, 특히 중질 원료를 가혹하게 열분해할수록 코크스 생성이 문제가 된다.

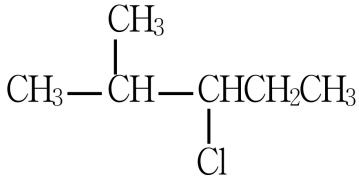
NoteBase

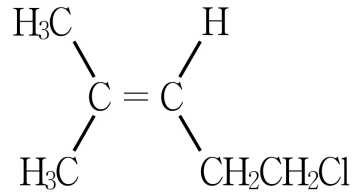
문 12. 다음 반응의 주생성물은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

간단한 해설

HCl은 이중결합에 첨가되며, **더 안정한 3차 탄소 양이온**을 만드는 방향으로 반응한다. 따라서 H는 수소가 붙어 있던 오른쪽 탄소에, Cl은 메틸기 두 개가 붙은 왼쪽 탄소에 결합한다.

NoteBase

공통 해설

알켄에 HCl이 첨가되면 이중결합의 π 결합이 끊어지면서 두 탄소에 H와 Cl이 하나씩 결합하고, 탄소 사이에는 단일결합이 남는다. 비대칭 알켄에서는 더 안정한 탄소 양이온을 거치는 방향이 우세하며, 이를 마르코프니코프 첨가로 설명한다.

주어진 구조에서 이중결합의 왼쪽 탄소에는 메틸기 두 개가, 오른쪽 탄소에는 H와 에틸기가 붙어 있다. H^+가 오른쪽 탄소에 결합하면 왼쪽 탄소가 양전하를 띠며, 세 탄소와 직접 결합한 3차 탄소 양이온이 된다. 반대로 H^+가 왼쪽에 결합하면 오른쪽에 2차 탄소 양이온이 생긴다. 알킬기가 양전하를 안정화하므로 이 경우에는 **3차 탄소 양이온을 거치는 경로**가 더 유리하다.

이어서 Cl^-가 왼쪽의 양전하 탄소에 결합하므로, 주생성물은 **2-클로로-2-메틸펜테인**이다. 이 구조는 메틸기 두 개가 붙은 탄소에 Cl이 결합하고, 그 오른쪽이 프로필기로 이어진다. Cl이 원래 이중결합의 오른쪽 탄소에 붙은 구조는 우세한 첨가 방향과 반대이며, 원래 이중결합에 참여하지 않은 탄소에 Cl이 붙거나 이중결합이 그대로 남은 구조도 이 첨가 반응의 주생성물에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 13. 유지의 화학적 특성에서 불포화도를 측정하는 유지의 시험법은?

① 산가(acid value)

② 비누화가(saponification value)

③ 요오드가(iodine value)

④ 수산기가(hydroxyl value)

정답 3번

간단한 해설

유지의 탄소–탄소 이중결합에 할로젠이 첨가되는 성질을 이용한 **요오드가**는 유지의 불포화도를 나타낸다.

공통 해설

유지의 불포화도는 지방산 사슬에 탄소–탄소 이중결합이 얼마나 포함되어 있는지를 나타낸다. 이중결합에는 할로젠이 첨가되므로, 일정 질량의 유지가 흡수하는 할로젠의 양으로 불포화도를 측정할 수 있다. 이 원리를 이용하는 시험값이 **요오드가**이다.

요오드가는 정해진 시험 조건에서 **유지 100 g이 흡수하는 할로젠의 양을 요오드의 질량(g)으로 환산한 값**이다. 단위 질량의 유지에 이중결합이 많을수록 할로젠의 소비량이 커지므로, 요오드가가 클수록 불포화도가 높다고 판단한다.

NoteBase

문 14. 다음 비료에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 비료의 3요소는 질소(N), 인(P), 칼륨(K)이다.
ㄴ. 용성인비는 염기성 비료이므로 산성토양에 적합하다.
ㄷ. 배합비료는 비료의 3요소를 모두 혼합함으로써 성립된다.
ㄹ. 합성비료의 주원료인 암모니아는 질소와 수증기를 반응시키는 하버-보슈(Haber-Bosch)법으로 대량생산될 수 있다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

배합비료는 **비료의 3요소를 모두 포함할 필요가 없다**. 또한 하버-보슈법은 질소와 수증기가 아니라 **질소와 수소**를 반응시켜 암모니아를 합성한다.

보기별 해설

ㄱ. O: 비료의 3요소는 **질소(N)·인(P)·칼륨(K)**이다. 이들은 작물 생육에 필요하면서 일반 농지에서 부족해지기 쉬워 비료로 공급하는 주요 영양 원소이다.

ㄴ. O: 용성인비는 인 성분을 공급하는 염기성 비료이다. 석회·고토 등의 알칼리성 성분을 포함하므로 **토양의 산성을 완화**하는 데 도움이 되어 산성토양에 적합하다.

ㄷ. X: 배합비료는 두 종류 이상의 비료를 **물리적으로 혼합**하여 만든다. 비료의 3요소를 반드시 모두 포함해야 하는 것은 아니며, 질소질 비료와 인산질 비료만을 배합한 경우도 해당한다. 따라서 '3요소를 모두 혼합함으로써 성립된다'는 설명은 성립 조건을 잘못 제한한 것이다.

ㄹ. X: 하버-보슈법은 **질소와 수소**를 철 촉매를 사용하여 고온·고압에서 반응시키는 암모니아 합성법이다. 선지의 '수증기'는 '수소'로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄴ이므로, 이를 묶은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 15. 대부분 질소유도체인 아민염 및 암모늄계 화합물이고, 세제 용도보다는 섬유처리제, 분산제, 부유선광제, 살균소독제 등의 용도로 활용되는 계면활성제는?

① 음이온성 계면활성제

② 양이온성 계면활성제

③ 비이온성 계면활성제

④ 양쪽성 계면활성제

정답 2번

간단한 해설

아민염과 4차 암모늄염은 친수성 부분이 **양전하**를 띠는 대표적인 양이온성 계면활성제이다. 세정 자체보다는 섬유처리와 살균·소독 등의 용도로 널리 활용된다.

공통 해설

계면활성제는 **친수성 부분의 전하**를 기준으로 분류한다. 양이온성은 양전하를, 음이온성은 음전하를 띠며, 비이온성은 이온으로 해리되지 않는 친수성 부분을 가진다. 양쪽성은 양이온성 작용기와 음이온성 작용기를 함께 가지며 용액의 pH에 따라 전하 상태가 달라질 수 있다.

아민염에서는 아민이 수소 이온을 받아 양전하를 띠고, 4차 암모늄염에서는 질소를 포함한 친수성 부분이 양전하를 띤다. 따라서 문제의 아민염·암모늄계 화합물이라는 단서는 **양이온성 계면활성제**에 대응한다. 이 계열은 세제의 주된 세정 성분보다는 섬유처리제, 분산제, 부유선광제, 살균소독제 등으로 활용된다.

NoteBase

문 16. 그래핀(graphene)의 제조법으로 옳지 않은 것은?

① 스카치테이프법

② 흑연의 산화−환원 반응을 이용한 합성법

③ 화학기상증착(CVD) 성장법

④ 공비증류법

정답 4번

간단한 해설

공비증류법은 **액체 혼합물을 분리하는 증류 공정**으로, 그래핀 제조법에 해당하지 않는다. 그래핀은 흑연의 층을 박리하거나 탄소 원료를 기판 위에서 성장시키는 등의 방법으로 제조한다.

선지별 해설

그래핀은 탄소 원자가 육각형 벌집 모양으로 연결된 한 원자층 두께의 물질이고, 흑연은 이러한 층들이 쌓인 구조이다.

① O: 스카치테이프법은 접착테이프로 흑연의 얇은 층을 떼어 내는 **기계적 박리법**이다. 흑연을 이루는 층 사이의 결합이 층 내부의 탄소 원자 사이 결합보다 약하므로, 테이프로 반복해서 박리하여 얇아진 조각 중 단층 그래핀을 얻을 수 있다.

② O: 흑연을 산화하여 층간 간격을 늘리고 박리한 뒤, 얻은 그래핀 산화물을 환원하여 산소 작용기를 줄이는 방법이다. 이때 얻는 물질은 **환원 그래핀 산화물(rGO)**로, 결함이나 잔류 산소 작용기가 남을 수 있어 완전한 무결함 그래핀과는 구별된다.

③ O: 화학기상증착(CVD) 성장법은 메테인 같은 기체 탄소 원료를 고온에서 분해하여, 구리 등의 기판 위에 **탄소 원자가 배열된 그래핀층을 성장**시키는 방법이다. 이미 존재하는 흑연층을 떼어 내는 박리법과 달리 기체 원료에서 탄소를 공급한다.

④ X: 공비증류법은 **공비 형성을 이용한 액체 혼합물의 분리법**이다. 액체 성분을 기화·응축하여 분리하는 공정이며, 흑연을 박리하거나 탄소층을 성장시켜 그래핀을 제조하는 방법에 해당하지 않는다. 그래핀 제조법으로는 기계적 박리법, 흑연의 산화·환원을 이용한 방법, CVD 성장법 등이 있다.

NoteBase

문 17. 화학반응에서 촉매의 기능에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 촉매는 활성화에너지를 변화시킨다.
ㄴ. 촉매는 반응속도에 영향을 미친다.
ㄷ. 촉매는 반응의 양론식을 변화시킨다.
ㄹ. 촉매는 화학평형 자체를 변화시키지 못한다.

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

정답 2번

간단한 해설

촉매는 **활성화에너지가 더 낮은 반응 경로**를 제공하여 반응속도를 높인다. 반응 경로가 달라져도 **전체 반응의 양론식과 화학평형은 바뀌지 않는다**.

보기별 해설

ㄱ. O: 활성화에너지는 반응이 진행되기 위해 넘어야 하는 에너지 장벽이다. 촉매는 촉매가 없을 때와 다른 반응 경로를 제공하여 **활성화에너지를 낮춘다**.

ㄴ. O: 촉매가 활성화에너지를 낮추면 같은 온도에서 에너지 장벽을 넘어 반응할 수 있는 입자의 비율이 커진다. 따라서 단위 시간에 반응하는 양이 늘어 **반응속도가 증가한다**.

ㄷ. X: 양론식은 전체 반응에서 반응물과 생성물의 양적 관계를 나타낸다. 촉매는 중간 단계에 참여하더라도 전체 반응이 끝나면 재생되므로, **전체 반응의 양론식을 변화시키지 않는다**. 달라지는 것은 반응의 경로이다.

ㄹ. O: 촉매는 정반응과 역반응을 모두 빠르게 하여 평형에 도달하는 시간을 줄인다. 그러나 같은 온도에서 **평형상수와 평형 조성은 바뀌지 않으므로** 화학평형 자체를 이동시키지는 못한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ, ㄹ이며, ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 18. 석탄의 건류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 건류에 의하여 수소, 일산화탄소, 메탄 등의 가스, 액상의 타르(tar), 고형의 코크스(coke)가 얻어진다.

② 역청탄과 같은 점결탄의 건류에 의해 얻어지는 다공성 코크스(coke)는 제철환원용으로 사용된다.

③ 건류로 생성되는 타르(tar)를 증류하여 얻어지는 주요 성분에는 나프탈렌(naphthalene), 안트라센(anthracene) 등이 있다.

④ 건류는 공기를 지속적으로 불어넣어 주며 고온으로 석탄을 가열시키는 공정이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '공기를 지속적으로 불어넣어 준다'는 부분이 잘못되었다. 건류는 석탄을 **공기를 차단한 상태에서 가열하여 열분해**하는 공정이다.

선지별 해설

① O: 석탄을 건류하면 열분해로 수소·일산화탄소·메탄 등을 포함한 가스와 타르 증기가 발생하고, 탄소가 풍부한 고형 잔류물인 코크스가 남는다. 발생한 증기를 냉각하면 타르가 응축되므로, 생성물을 **기체·액체·고체**로 나누어 회수할 수 있다.

② O: 점결탄은 가열할 때 연화되어 서로 붙었다가 다시 굳는 성질이 있다. 역청탄 중 이러한 성질을 가진 석탄을 건류하면 다공성 코크스가 얻어진다. 코크스는 고로에서 열을 공급하고 환원에 필요한 일산화탄소를 생성하여 **철광석의 산화철에서 산소를 제거**하는 데 쓰인다.

③ O: 콜타르는 여러 방향족 화합물이 섞인 혼합물이다. 이를 **끓는점 차이에 따라 분별증류**하면 나프탈렌이나 안트라센을 포함하는 유분을 얻으며, 각 유분에서 해당 성분을 분리·정제할 수 있다.

④ X: 건류는 **공기를 차단한 상태**에서 석탄을 고온으로 가열하여 열분해하는 공정이다. 공기를 계속 불어넣으면 산소에 의한 산화·연소가 일어나므로 건류의 조건과 다르다. '공기를 지속적으로 불어넣어 주며'를 '공기를 차단한 상태에서'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 19. 다음은 고분자를 합성할 때 유리전이온도(glass transition temperature, T_g)에 미치는 인자에 대한 설명이다. 옳은 것만을 모두 고른 것은?

ㄱ. 가교제에 의해 가교되었을 때 T_g가 감소한다.
ㄴ. 측쇄(side chain)가 많을수록 T_g가 증가한다.
ㄷ. 사슬길이(chain length)가 감소할수록 T_g가 감소한다.
ㄹ. 가소제를 가하거나 사슬(chain)의 자유부피가 증가하면 T_g가 증가한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

가소제를 넣거나 자유부피가 증가하면 고분자 사슬 분절이 더 쉽게 움직이므로 유리전이온도 T_g는 **감소한다**.
가교는 반대로 사슬 운동을 제한하여 T_g를 높인다.

NoteBase

보기별 해설

유리전이온도 T_g는 고분자의 비결정 영역에서 사슬 분절의 협동 운동이 활발해져 단단한 유리상에서 유연한 고무상으로 바뀌는 온도이다. 사슬 운동이 제한될수록 높아지고, 운동이 쉬워질수록 낮아지는 경향이 있다.

ㄱ. X: 가교는 서로 다른 고분자 사슬 사이를 화학 결합으로 연결하는 것이다. 이 연결이 **사슬 분절의 운동을 제한**하므로, 일반적으로 가교되면 T_g는 감소하는 것이 아니라 증가한다.

ㄴ. O: 측쇄가 주사슬의 회전에 **입체장애를 주는 경우**, 측쇄가 많아지면 사슬 분절이 움직이기 어려워져 T_g가 높아진다. 이 보기는 이러한 일반적 경향을 뜻한다. 다만 길고 유연한 측쇄는 자유부피를 늘려 T_g를 낮출 수도 있으므로, 측쇄의 종류와 유연성에 관계없이 개수만으로 항상 증가한다고 일반화할 수는 없다.

ㄷ. O: 같은 종류의 고분자에서 사슬길이가 짧아지면 분자량이 작아지고, 전체 사슬에 대한 **사슬 말단의 비율**이 커진다. 말단은 사슬 내부보다 운동의 제약이 작고 자유부피 증가에 기여하므로, 사슬 분절이 더 쉽게 움직여 T_g가 낮아진다.

ㄹ. X: 자유부피는 사슬 분절이 움직일 수 있는 여유 공간이다. 가소제는 사슬 사이에 들어가 사슬 간 상호작용을 약화시키고 자유부피를 늘려 운동을 쉽게 한다. 따라서 가소제를 넣거나 자유부피가 증가하면 T_g는 **증가하는 것이 아니라 감소한다**.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 20. 최근 목질계 바이오매스(biomass)의 효율적 이용을 위해 리그닌(lignin)의 활용에 대한 관심이 급증하고 있다. 리그닌에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 리그닌은 목질계 단백질로, 세포와 세포를 결합시키는 역할을 한다.

② 리그닌은 목재 내에 대략 20⊠30%의 중량으로 존재한다.

③ 리그닌은 펄프의 백색도를 떨어뜨려 펄프의 품질을 저하시킨다.

④ 리그닌은 크라프트 펄핑공정(kraft pulping)에서 증해폐액인 흑액의 형태로 분리된다.

정답 1번

간단한 해설

리그닌은 **단백질이 아니라 페놀성 방향족 고분자**이다. 목재에서 세포와 세포를 결합시키는 역할을 한다는 부분은 맞지만, 물질의 종류를 잘못 설명했다.

선지별 해설

① X: 리그닌은 페닐프로페인계 구조 단위들이 연결된 **페놀성 방향족 고분자**이다. 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 단백질과는 화학적 구조가 다르다. 세포벽을 단단하게 하고 세포 사이의 중간층에서 세포들을 결합시키는 역할은 하므로, '목질계 단백질'이라는 표현을 고쳐야 한다.

② O: 리그닌은 일반적으로 목재 **건조 중량의 약 20⊠30%**를 차지하는 주요 성분이다. 함량은 수종에 따라 달라지며, 대체로 침엽수의 리그닌 함량이 활엽수보다 높다.

③ O: 펄프에 남은 리그닌의 발색 구조는 빛을 흡수하여 **백색도를 낮춘다**. 또한 빛이나 산화에 의해 착색이 진행될 수 있어, 높은 백색도와 그 유지가 필요한 펄프에서는 리그닌을 제거하거나 발색 구조를 변화시키는 표백 처리를 한다.

④ O: 크라프트 펄핑에서는 수산화나트륨과 황화나트륨을 사용하는 증해 과정에서 리그닌이 분해·용해되어 셀룰로스 섬유로부터 분리된다. 이때 리그닌은 **증해폐액인 흑액에 녹아 있는 상태**로 배출된다. 흑액은 순수한 리그닌이 아니라 리그닌 분해물, 다른 목재 유래 유기물과 무기 약품 등이 함께 들어 있는 액체이다.

NoteBase