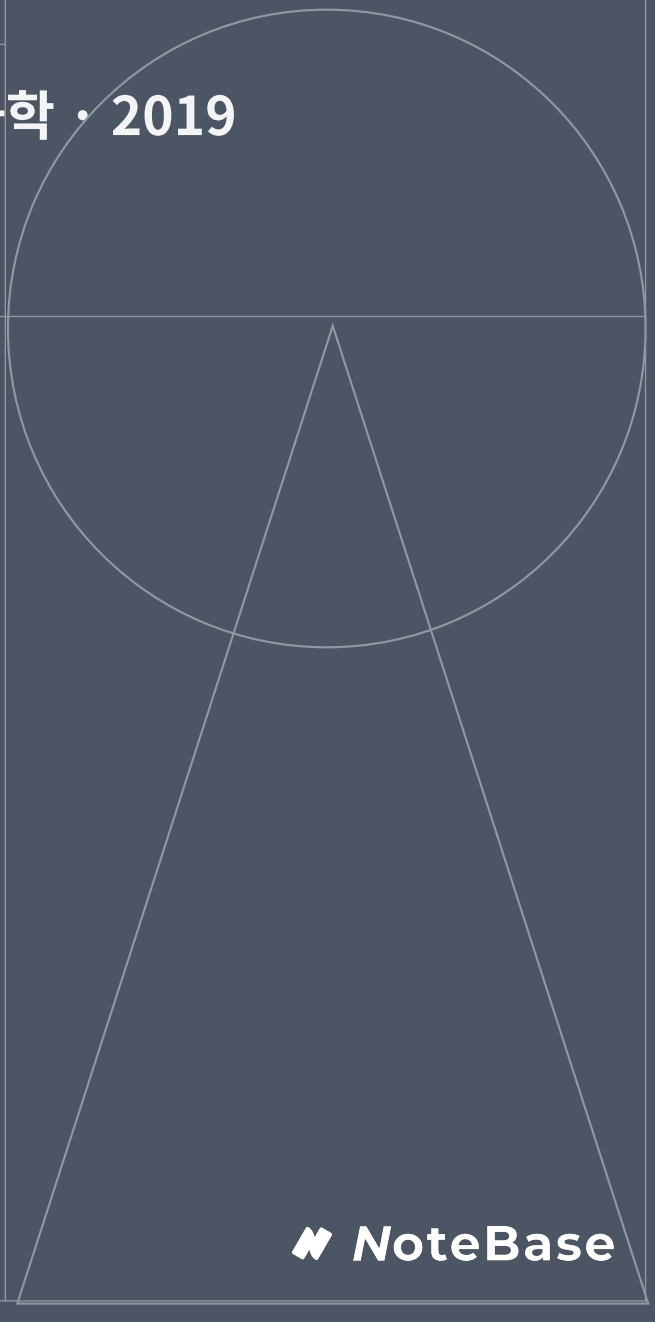
# 기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2019



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2019

**공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2019**

**문 1. 증류 정제 공정을 이용하여 원유를 여러 성분으로 분리할 때, 끓는점이 높아지는 순서대로 바르게 나열한 것은?**

① LPG → 휘발유/나프타 → 등유 → 경유 → 아스팔트

② LPG → 아스팔트 → 등유 → 경유 → 휘발유/나프타

③ 휘발유/나프타 → LPG → 등유 → 아스팔트 → 경유

④ 휘발유/나프타 → 등유 → 아스팔트 → 경유 → LPG

**정답 1번**

**간단한 해설**

원유의 유분은 대체로 탄화수소의 **분자 크기가 클수록 끓는점이 높다**. LPG는 가벼운 탄화수소로 이루어져 끓는점이 가장 낮고, 아스팔트는 쉽게 기화하지 않는 무거운 잔류 성분이다.

NoteBase

**올바른 순서**

LPG → 휘발유/나프타 → 등유 → 경유 → 아스팔트

LPG: 주로 프로판과 부탄 같은 작은 탄화수소로 이루어져, 제시된 유분 중 끓는점이 가장 낮다. 상온·상압에서는 기체이며 압력을 가해 액화하여 저장한다.

휘발유/나프타: LPG보다 무거운 탄화수소를 포함하는 저비점 액체 유분이다. 탄화수소는 대체로 **분자 크기가 커질수록 분산력이 커져** 분자들을 떼어 내는 데 더 많은 에너지가 필요하므로, LPG보다 끓는점이 높다.

등유: 휘발유/나프타보다 무거운 탄화수소가 주를 이루는 유분이므로, 더 높은 온도에서 증류되어 나온다. 따라서 끓는점이 높아지는 배열에서는 휘발유/나프타 다음에 놓인다.

경유: 등유보다 무거운 탄화수소가 주를 이루며, 끓는점 범위도 등유보다 높다. 따라서 등유 다음에 놓인다. 각 유분은 여러 성분이 섞인 혼합물이므로 하나의 고정된 끓는점이 아니라 **끓는점 범위**로 구분한다.

아스팔트: 원유에서 가벼운 유분을 증류해 제거한 뒤 남는 매우 무거운 성분에 해당한다. **쉽게 기화하지 않는 고비점 잔류 성분**이므로, 제시된 배열의 마지막에 놓인다.

NoteBase

**문 2. 탄소 동소체로서 탄소 원자의 $sp^3$ 혼성오비탈로 구성된 것은?**

① 흑연

② 풀러렌

③ 다이아몬드

④ 탄소나노튜브

**정답 3번**

**간단한 해설**

다이아몬드에서는 각 탄소 원자가 **네 개의 이웃 탄소 원자와 정사면체 방향으로 공유결합**한다. 이 결합 구조는 $sp^3$ 혼성오비탈에 해당한다.

**공통 해설**

$sp^3$ 혼성은 한 개의 s 오비탈과 세 개의 p 오비탈이 혼성되어 네 개의 혼성오비탈을 이루는 것이다. 이 오비탈들은 정사면체의 꼭짓점 방향을 향하며, 탄소가 네 이웃 원자와 σ 결합을 형성하는 구조를 설명한다.
다이아몬드에서는 각 탄소 원자가 **네 개의 이웃 탄소 원자와 σ 결합**하여 3차원 그물 구조를 이룬다.

흑연·풀러렌·탄소나노튜브에서는 각 탄소 원자가 세 개의 이웃 탄소 원자와 결합하며, 기본적으로 $sp^2$ 혼성에 기반한 σ 결합 골격과 π 결합계를 이룬다. 풀러렌과 탄소나노튜브는 구조가 휘어 있지만, 다이아몬드처럼 각 탄소가 네 이웃 탄소와 결합하는 구조는 아니다.

NoteBase

**문 3. 목재의 주요 성분의 함유율을 큰 순서대로 바르게 나열한 것은?**

① 셀룰로스 > 헤미셀룰로스 > 수지 > 리그닌

② 셀룰로스 > 헤미셀룰로스 > 리그닌 > 수지

③ 셀룰로스 > 리그닌 > 수지 > 헤미셀룰로스

④ 셀룰로스 > 리그닌 > 헤미셀룰로스 > 수지

**정답 4번**

**간단한 해설**

목재에서 가장 큰 비중을 차지하는 성분은 **셀룰로스**이고, 수지는 소량의 추출 성분이다. 이 문항은 **리그닌이 헤미셀룰로스보다 많은 대표적인 조성**을 기준으로 하며, 실제 두 성분의 비율은 수종에 따라 달라진다.

**올바른 순서**

셀룰로스 > 리그닌 > 헤미셀룰로스 > 수지

셀룰로스: 포도당 단위가 길게 연결된 다당류로, 목재 세포벽의 기본 골격을 이룬다. 건조 목재 질량의 약 40~50%를 차지하는 **가장 함유율이 높은 성분**이다.

리그닌: 세포벽의 다당류와 함께 목재의 강성과 형태 유지에 기여하는 방향족 고분자이다. 리그닌 함량이 비교적 높은 침엽수의 대표적인 조성에서는 셀룰로스 다음으로 많아 헤미셀룰로스보다 앞에 놓인다.

헤미셀룰로스: 여러 종류의 당으로 구성된 다당류로, 셀룰로스 미세섬유 사이에서 세포벽 구조를 이루는 데 기여한다. 이 문항의 배열에서는 리그닌보다 적고 수지보다 많다. 다만 **리그닌과의 함유율 관계가 모든 수종에서 같은 것은 아니며**, 활엽수에서는 헤미셀룰로스가 리그닌보다 많을 수 있다.

수지: 목재에 들어 있는 천연 수지 성분으로, 용매로 추출되는 부성분에 속한다. 세포벽의 주요 구성 성분인 셀룰로스·리그닌·헤미셀룰로스에 비해 함유량이 적어 마지막에 놓인다.

NoteBase

**문 4. 어떤 유지 5 kg을 완전히 비누화하는데 KOH가 0.2 kg이 사용되었다면, 비누화가(saponification value)는?**

① 10

② 20

③ 30

④ 40

**정답 4번**

**간단한 해설**

비누화가는 **유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 KOH의 mg 수**이다. 이 유지 1 g에는 KOH 40 mg이 필요하므로 비누화가는 40이다.

**계산 과정**

비누화가는 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 KOH의 질량을 mg으로 나타낸 값이다. 따라서 **KOH의 질량(mg)을 유지의 질량(g)으로 나누어** 구한다.

주어진 유지의 질량은 5 kg = 5,000 g이고, 완전 비누화에 사용된 KOH의 질량은 0.2 kg = 200,000 mg이다. 유지와 KOH의 질량을 각각 정의에 맞는 단위로 환산한다.

유지 1 g당 필요한 KOH의 질량은 $\frac{200{,}000}{5{,}000} = 40$ mg이다. 따라서 비누화가는 40이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

**문 5. 화학기상증착(CVD)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?**

ㄱ. 여러 가지의 화합물 박막의 조성조절이 어렵다.
ㄴ. 다양한 특성을 가지는 박막을 원하는 두께로 성장시킬 수 있다.
ㄷ. 물리적 증착 공정에 비해 단차피복성(step coverage)이 떨어진다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ

**정답 2번**

**간단한 해설**

CVD는 반응가스의 종류와 공급비, 증착 조건을 조절하여 **박막의 조성과 특성 및 두께를 제어**할 수 있다. 또한 기체 반응물이 굴곡진 표면에도 도달하므로 일반적으로 물리적 증착보다 **단차피복성이 좋다**.

**보기별 해설**

ㄱ. X: CVD는 기체 상태의 원료가 기판 표면에서 화학반응하거나 분해되어 고체 박막을 형성하는 공정이다. 원료가스의 종류와 공급비, 온도 등의 조건을 바꾸어 **화합물 박막의 조성을 조절할 수 있다**. 따라서 조성조절이 어렵다는 설명은 CVD의 일반적인 장점과 반대이다.

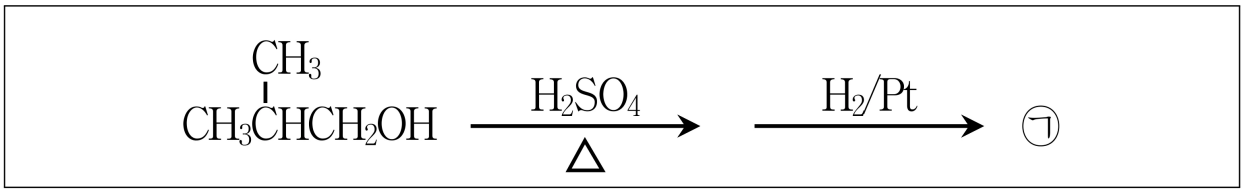
ㄴ. O: 원료가스와 반응 조건을 선택하면 조성이나 구조가 달라져 다양한 특성의 박막을 형성할 수 있다. 또한 공정 조건으로 성장속도를 조절하고 **증착 시간을 조절하여 목표 두께**로 성장시킬 수 있다. 같은 성장속도를 유지한다면 증착 시간이 길수록 막이 두꺼워진다.

ㄷ. X: 단차피복성은 기판의 평탄한 윗면뿐 아니라 단차의 옆면과 바닥까지 막이 고르게 덮이는 정도이다. CVD에서는 기체 반응물이 이러한 표면까지 이동하여 반응하므로, 입자의 직진성이 큰 증발·스퍼터링 등의 물리적 증착보다 일반적으로 **단차피복성이 좋다**. 실제 피복 정도는 반응 조건과 단차의 형상에 따라 달라지지만, 일반적 비교에서는 '떨어진다'를 '우수하다'로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㄴ만이므로, ㄴ을 제시한 ②에 해당한다.

NoteBase

**문 6. 다음 반응에서 얻어지는 최종 생성물 ㉠은?**




① $CH_3(CH_2)_2CH_3$

② $CH(CH_3)_3$

③ $CH(CH_3)_2COOH$

④ $CH(CH_3)_2CHO$

**정답 2번**

**간단한 해설**

황산과 가열 조건에서 알코올이 **탈수되어 알켄**이 되고, 이어 백금 촉매에서 수소가 첨가되어 알케인이 된다. 이 과정에서 가지 친 탄소 골격이 유지되므로 최종 생성물은 **아이소뷰테인**인 $CH(CH_3)_3$이다.

**핵심 풀이**

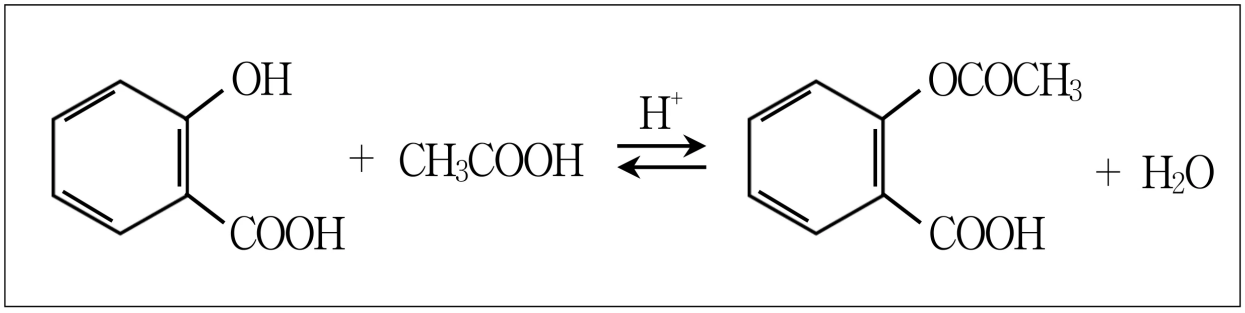
황산·가열 단계: 출발 물질은 $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$인 2-메틸프로판-1-올이다. 황산 존재하에서 가열하면 하이드록시기와 이웃 탄소의 수소가 물로 빠져나가는 **탈수 반응**이 일어나 탄소 사이에 이중결합이 생긴다. 생성되는 알켄은 $CH_2=C(CH_3)_2$인 2-메틸프로펜이다.

수소·백금 단계: 백금은 수소 첨가 반응의 촉매이다. 앞 단계에서 생긴 이중결합의 두 탄소에 수소가 하나씩 첨가되면서 **이중결합이 단일결합으로 바뀐다**. 이에 따라 최종 생성물 ㉠은 $CH_3CH(CH_3)_2$, 즉 $CH(CH_3)_3$으로 나타내는 2-메틸프로페인(아이소뷰테인)이다.

후보 구별: 두 반응을 거쳐도 **가지 친 탄소 골격은 유지된다**. 따라서 곧은 사슬 구조인 ①의 $CH_3(CH_2)_2CH_3$와 구별된다. ③의 카복실산과 ④의 알데하이드는 산소를 포함하는 화합물로, 탈수 후 수소 첨가로 얻어지는 알케인에 해당하지 않는다.

NoteBase

**문 7. 아스피린의 합성 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**




① 이 반응은 탈수 축합반응이다.

② 이 반응은 산과 염기 사이의 중화반응이다.

③ $H^+$은 촉매로 사용된 산을 나타낸 것이다.

④ 아세트산 대신 아세트산 무수물을 사용하여도 생성물 아스피린을 얻을 수 있다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

살리실산의 페놀성 하이드록시기가 아세트산과 반응하여 **에스터 결합**을 형성한다. 물이 생성되지만, 산과 염기가 반응하는 중화반응이 아니라 **에스터화 반응**이다.

**선지별 해설**

① O: 반응식에서 살리실산의 페놀성 하이드록시기와 아세트산이 반응하여 아스피린과 물을 만든다. 두 분자가 결합하면서 **물 한 분자가 빠져나가므로** 탈수 축합반응에 해당한다. 생성된 아스피린은 아세틸살리실산이다.

② X: 중화반응은 산과 염기 사이에서 양성자가 이동하는 반응이다. 제시된 반응에서는 살리실산의 페놀성 하이드록시기가 에스터기로 바뀌고, 살리실산의 카복실기는 그대로 남는다. 따라서 이 반응은 산과 염기의 중화반응이 아니라 **에스터를 형성하는 반응**이다. 물이 생성된다는 사실만으로 중화반응으로 판단할 수 없다.

③ O: 반응 화살표 위의 $H^+$는 **산 촉매**를 나타낸다. 산은 카보닐기의 산소에 양성자를 제공하여 카보닐 탄소가 공격받기 쉽게 하며, 반응 과정의 마지막에 다시 재생된다. 따라서 전체 반응에서 소모되는 반응물이 아니다.

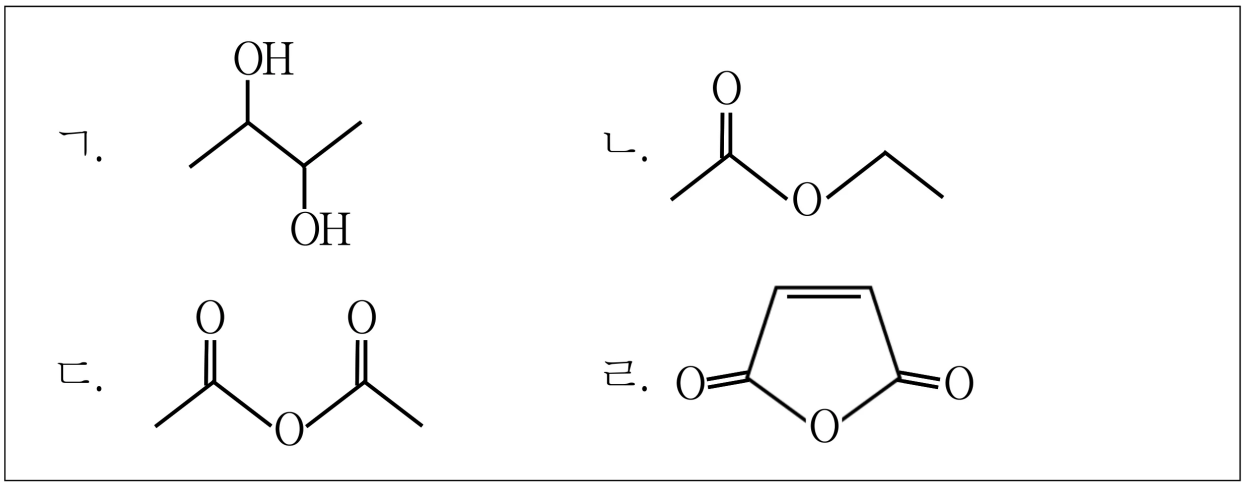
④ O: 아세트산 무수물도 살리실산의 페놀성 하이드록시기에 **아세틸기를 도입**할 수 있으므로 아스피린을 얻을 수 있다. 이때는 아세트산을 사용한 제시 반응과 달리 부산물로 물 대신 아세트산이 생성된다.

NoteBase

**문 8. 다음 반응의 생성물을 바르게 연결한 것은?**

(가) 2CH_3CHOAl(OC_2H_5)_3ⓐ

(나) CH_3CH=CHCH_3+3O_2V_2O_5ⓑ $+3H_2O$




① ⓐ: ㄱ, ⓑ: ㄷ

② ⓐ: ㄱ, ⓑ: ㄹ

③ ⓐ: ㄴ, ⓑ: ㄷ

④ ⓐ: ㄴ, ⓑ: ㄹ

**정답 4번**

**간단한 해설**

(가)는 아세트알데하이드 두 분자가 **티셴코 반응**으로 에스터인 아세트산 에틸을 만드는 반응이다. (나)는 2-부텐이 산화되어 **무수 말레산**을 만드는 반응이다.

NoteBase

**빈칸별 해설**

ⓐ: (가)의 아세트알데하이드는 알루미늄 에톡사이드 $Al(OC_2H_5)_3$ 촉매에서 티셴코 반응을 한다. 두 알데하이드 분자 중 하나는 산화되고 다른 하나는 환원되어 **하나의 에스터**를 형성한다. 반응식은 $2CH_3CHO \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3$이며, 생성물은 아세트산 에틸이다. 그림의 ㄴ은 카보닐 탄소에 산소를 거쳐 에틸기가 연결된 에스터 구조이므로 ⓐ에 해당한다. ㄱ은 두 개의 하이드록시기를 가진 2,3-부탄다이올로, 이 반응의 생성물이 아니다.

ⓑ: (나)는 산화 바나듐(V) $V_2O_5$ 촉매에서 2-부텐을 산소로 산화하여 무수 말레산을 만드는 반응이다. 생성물의 분자식은 $C_4H_2O_3$이며, $C_4H_8 + 3O_2 \rightarrow C_4H_2O_3 + 3H_2O$로 원자 수가 맞는다. 그림의 ㄹ은 **탄소 간 이중결합을 가진 5원 고리 산 무수물**인 무수 말레산의 구조이므로 ⓑ에 해당한다. ㄷ은 두 아세틸기가 산소로 연결된 사슬형 무수 아세트산이므로 구별한다.

ⓐ는 ㄴ, ⓑ는 ㄹ에 대응하므로 이 연결을 제시한 ④와 일치한다.

NoteBase

**문 9. Friedel–Crafts 알킬화 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?**

① 방향족 고리가 탄소양이온($R^+$)을 공격하는 친핵성 방향족 치환반응이다.

② 다중 알킬화 반응 및 탄소양이온 자리 옮김이 일어날 수 있다.

③ 아미노기와 같이 전자를 강하게 끌어당기는 기가 벤젠고리에 치환되어 있으면 반응이 잘 일어난다.

④ Friedel–Crafts 알킬화 반응에는 할로젠화 알킬, 할로젠화 아릴, 할로젠화 바이닐을 사용할 수 있다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

도입된 알킬기는 벤젠고리의 반응성을 높여 **다중 알킬화**를 촉진한다. 또한 반응 중 더 안정한 탄소양이온이 형성될 수 있으면 수소나 알킬기의 이동에 따른 **자리 옮김**이 일어날 수 있다.

**선지별 해설**

① X: Friedel–Crafts 알킬화는 **친전자성 방향족 치환반응**이다. 방향족 고리의 π 전자가 친전자체인 탄소양이온 $R^+$ 또는 탄소양이온 성격을 띤 종을 공격하고, 이어 수소 이온이 떨어져 나가 방향족성이 회복된다. 고리가 친핵체로 작용한다는 설명은 맞지만, 이를 친핵성 방향족 치환반응이라고 부른 부분이 틀렸다.

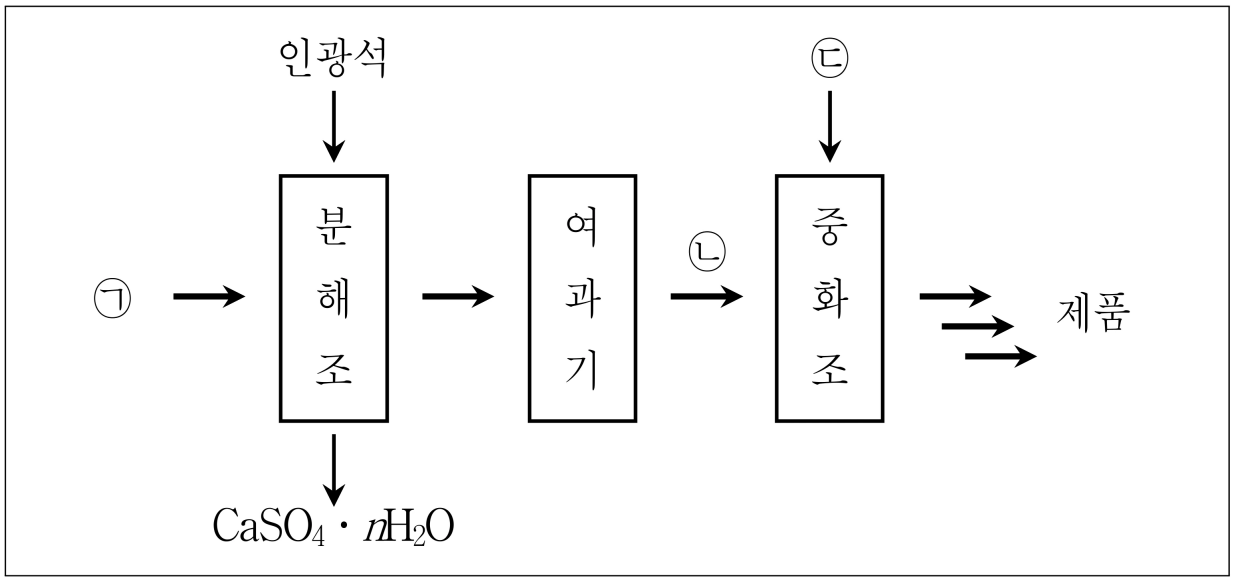
② O: 처음 도입된 알킬기가 고리에 전자를 공급하여 고리가 벤젠보다 친전자성 치환에 더 잘 반응하므로 **추가 알킬화**가 일어날 수 있다. 또한 반응 중 탄소양이온이 수소화물 이동이나 알킬기 이동으로 더 안정한 구조가 될 수 있으면 자리 옮김이 일어난다. 따라서 알킬기가 여러 개 도입되거나, 처음 예상한 것과 다른 탄소 골격의 알킬기가 결합할 수 있다.

③ X: 전자를 강하게 끌어당기는 치환기는 고리의 전자 밀도를 낮추므로 Friedel–Crafts 알킬화를 억제한다. 아미노기인 $-NH_2$는 보통 비공유 전자쌍을 공명으로 고리에 주는 **전자 주개**이므로 선지의 분류부터 잘못되었다. 다만 일반적인 $AlCl_3$ 촉매 조건에서는 질소의 비공유 전자쌍이 루이스산인 $AlCl_3$와 결합하여 고리가 비활성화되므로, 아미노기가 있는 벤젠에서도 이 반응이 잘 일어나지 않는다.

④ X: 일반적인 할로젠화물·루이스산 조건에서 알킬화 시약으로 사용하는 것은 **할로젠화 알킬**이다. 할로젠화 아릴은 할로젠이 방향족 고리의 탄소에, 할로젠화 바이닐은 탄소–탄소 이중결합의 탄소에 직접 결합한 물질이다. 이들로부터 필요한 아릴 또는 바이닐 탄소양이온을 만들기는 에너지상 매우 불리하므로, 통상적인 Friedel–Crafts 알킬화 시약으로 사용할 수 없다.

NoteBase

**문 10. 다음 그림은 인안계 고도화성비료의 제조공정 중 일부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢에 들어갈 물질을 옳게 짝지은 것은?**




① ㉠: $H_2SO_4$, ㉡: ($H_3PO_4$, $H_2SO_4$), ㉢: $NH_3$

② ㉠: $HNO_3$, ㉡: ($H_3PO_4$, $H_2SO_4$), ㉢: $KOH$

③ ㉠: $H_2SO_4$, ㉡: $KCl$, ㉢: $NH_3$

④ ㉠: $HNO_3$, ㉡: $KCl$, ㉢: $KOH$

**정답 1번**

**간단한 해설**

인광석을 **황산으로 분해**하면 인산과 황산칼슘이 생긴다. 황산칼슘을 걸러 낸 인산·잔류 황산 용액을 **암모니아로 중화**하여 인산암모늄을 만든다.

NoteBase

**빈칸별 해설**

㉠ 황산 $H_2SO_4$: 분해조에서 인광석의 인산칼슘 성분을 황산과 반응시켜 인산을 얻는다. 이때 칼슘은 황산 이온과 결합하여 황산칼슘 수화물로 분리된다. 그림에 표시된 **황산칼슘 수화물** $CaSO_4 \cdot nH_2O$은 황산을 사용했다는 단서이다. 질산 $HNO_3$은 황산 이온을 공급하지 않으므로 이 부산물을 설명할 수 없다.

㉡ 인산·황산 혼합액 $H_3PO_4$, $H_2SO_4$: 여과기는 고체 황산칼슘을 액체로부터 분리한다. 따라서 여과기를 통과하여 중화조로 들어가는 것은 **생성된 인산과 반응 후 남은 황산을 포함한 용액**이다. 여과는 고체와 액체를 나누는 조작이므로, 이 과정에서 염화칼륨 $KCl$이 생성되는 것은 아니다.

㉢ 암모니아 $NH_3$: 인안은 인산암모늄을 뜻한다. 중화조에서는 암모니아가 인산과 반응하여 **질소와 인을 함께 공급하는 인산암모늄**을 만든다. 예를 들어 $H_3PO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4H_2PO_4$와 같이 반응한다. 수산화칼륨 $KOH$으로도 산을 중화할 수는 있지만, 이 경우 인산칼륨을 만들며 인산암모늄 형성에 필요한 암모늄을 공급하지 못한다.

㉠ 황산, ㉡ 인산·황산 혼합액, ㉢ 암모니아의 조합은 ①과 일치한다.

NoteBase

**문 11. 어떤 화합물의 화학식이 다음과 같이 표현될 때, IUPAC명명법에 따른 이 화합물의 이름은?**

$(CH_3)_2CHCH(CH_3)CHCHCH_3$

① 4,5-다이메틸-2-헥센(4,5-dimethyl-2-hexene)
② 4,5-다이메틸-2-헥세인(4,5-dimethyl-2-hexane)
③ 2,3-다이메틸-4-헥센(2,3-dimethyl-4-hexene)
④ 2,3-다이메틸-4-헥세인(2,3-dimethyl-4-hexane)

**정답 1번**

**간단한 해설**

이중결합을 포함하는 가장 긴 탄소 사슬은 탄소 6개로 이루어진다. **이중결합의 위치 번호를 먼저 작게** 하도록 오른쪽부터 번호를 매기면 이중결합은 2번, 두 메틸기는 4번과 5번에 놓인다.

**핵심 풀이**

결합 해석: 결합 기호가 생략된 축약식은 탄소의 결합수가 4가 되도록 해석한다. 식의 오른쪽에서 연속된 두 CH는 서로 이중결합하여 각 탄소의 결합수가 4가 된다. 따라서 이 화합물은 **이중결합을 가진 알켄**이며, 이름의 어미는 헥세인(-hexane)이 아니라 헥센(-hexene)이 된다.

주사슬 선택: 이중결합을 포함하는 가장 긴 연속 탄소 사슬을 고른다. 왼쪽 괄호 안의 두 메틸기 중 하나에서 시작하여 오른쪽 끝의 메틸기까지 이어 가면 탄소 6개의 사슬이 된다. 이 사슬이 모체이며, 사슬에 포함되지 않은 두 메틸기는 치환기로 남는다.

번호 부여: 오른쪽 끝에서 번호를 매기면 이중결합은 2번과 3번 탄소 사이에 있고, 왼쪽 끝에서 매기면 4번과 5번 탄소 사이에 있다. 이중결합의 위치는 두 탄소 중 작은 번호로 표시하므로 2와 4를 비교한다. 이때 **메틸기의 번호보다 이중결합의 번호를 우선**하여 작게 해야 하므로 오른쪽부터 번호를 매긴다. 메틸기 번호를 2,3으로 만드는 반대 방향의 번호 부여는 이중결합을 4번으로 만들기 때문에 적합하지 않다.

치환기와 명칭: 오른쪽부터 번호를 매긴 주사슬에서 메틸기는 4번과 5번 탄소에 붙어 있다. 같은 메틸기가 두 개이므로 접두어 다이(di-)를 사용하고, 모체 이름인 2-헥센 앞에 치환기의 위치와 이름을 붙인다. 이에 따른 이름은 **4,5-다이메틸-2-헥센**이다.

NoteBase

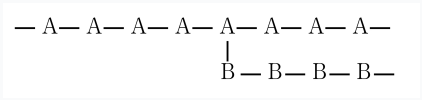
**문 12. 두 단량체 A와 B로부터 생성된 그라프트 공중합체(graft copolymer)의 구조는?**

① — A — A — A — A — B — B — B — B —

② — A — B — A — B — A — B — A — B —

③ — A — B — A — A — B — A — B — B — B — A —

④



**정답 4번**

**간단한 해설**

그라프트 공중합체는 주사슬에 **다른 종류의 고분자 곁사슬이 가지처럼 결합**한 구조이다. 그림에서는 A로 이루어진 주사슬에 B로 이루어진 곁사슬이 붙어 있다.

**공통 해설**

그라프트 공중합체는 주사슬과 화학적 조성이 다른 고분자 사슬이 곁사슬로 결합한 공중합체이다. 따라서 A와 B의 단순한 배열 순서보다 **주사슬에서 다른 종류의 사슬이 가지로 갈라지는지**가 구별 기준이다.

그림의 위쪽에는 A가 연속된 주사슬이 있고, 그중 한 A에서 아래로 내려가는 결합이 B가 연속된 사슬로 이어진다. 이 B 사슬이 A 주사슬에 접목된 곁사슬이므로 그라프트 구조에 해당한다. 나머지 구조는 A와 B의 배열 순서만 다를 뿐 모두 가지 없이 한 줄로 연결되어 있어, 다른 종류의 고분자 곁사슬이 붙어 있어야 한다는 조건을 충족하지 않는다.

NoteBase

**문 13. 비닐계 합성수지가 아닌 것은?**

① 폴리스타이렌(polystyrene)

② 폴리에틸렌(polyethylene)

③ 폴리프로필렌(polypropylene)

④ 폴리카보네이트(polycarbonate)

**정답 4번**

**간단한 해설**

폴리카보네이트는 주사슬에 **카보네이트 결합**을 갖는 수지이다. 탄소–탄소 이중결합이 열리면서 탄소 주사슬을 만드는 **비닐계 수지에 해당하지 않는다**.

**공통 해설**

비닐계 합성수지는 에틸렌이나 그 유도체의 탄소–탄소 이중결합이 열리면서 단량체들이 연결되어 만들어지는 수지이다. 이때 이중결합을 이루던 탄소들이 연결되어 **탄소–탄소 결합으로 이어진 주사슬**을 형성한다.

폴리스타이렌은 스타이렌, 폴리에틸렌은 에틸렌, 폴리프로필렌은 프로필렌의 이중결합이 열리면서 중합된 수지이다. 세 수지 모두 이 기준에 해당하므로 비닐계로 분류한다.

폴리카보네이트는 **주사슬에 카보네이트 결합**이 들어 있는 수지이다. 주사슬을 따라 탄소 원자뿐 아니라 산소 원자도 포함되며, 앞의 세 수지처럼 비닐 단량체의 이중결합이 열려 탄소 주사슬을 만드는 구조가 아니므로 비닐계에서 제외된다.

NoteBase

**문 14. 음이온성 계면활성제가 아닌 것은?**

① 비누

② 테트라알킬암모늄염(tetraalkylammonium salt)

③ 알킬황산에스터염(alkylsulfate salt)

④ 알킬벤젠술폰산염(alkylbenzenesulfonate salt)

**정답 2번**

**간단한 해설**

테트라알킬암모늄염은 친수성 암모늄 부분이 **양전하**를 띠므로 양이온성 계면활성제에 속한다.
음이온성·양이온성의 구분은 함께 존재하는 상대 이온이 아니라 계면에서 작용하는 분자의 친수기 전하를 기준으로 한다.

**공통 해설**

이온성 계면활성제는 물과 친화적인 부분인 **친수기의 전하**로 분류한다. 친수기가 음전하를 띠면 음이온성, 양전하를 띠면 양이온성이다. 염 전체는 전기적으로 중성이므로, 함께 존재하는 상대 이온의 전하로 계면활성제의 종류를 판단하지 않는다.

비누는 고급 지방산의 염으로서 카복실산 음이온을 친수기로 갖는다. 알킬황산에스터염과 알킬벤젠술폰산염도 각각 황산에스터 음이온과 술폰산 음이온을 친수기로 가지므로, 이 세 종류는 모두 음이온성 계면활성제이다.

테트라알킬암모늄염에서는 질소에 네 개의 알킬기가 결합한 암모늄 부분이 **양전하를 띠는 친수기**이다. 따라서 음이온성이 아니라 양이온성 계면활성제로 분류한다.

NoteBase

**문 15. 연료전지(fuel cell)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 반응 연료를 외부에서 공급받는 전지이다.

② 가장 높은 온도에서 작동하는 것은 용융탄산염형 연료전지이다.

③ 소음이 적고, 무공해로 발전이 가능한 전기화학시스템 중의 하나이다.

④ 알칼리 연료전지에 사용되는 전해질은 진한 KOH 용액이다.

**정답 2번**

**간단한 해설**

②의 '가장 높은 온도에서 작동'하는 연료전지는 용융탄산염형이 아니라 **고체산화물형**이다. 용융탄산염형은 약 650°C에서, 고온의 고체산화물형은 약 700~1,000°C에서 작동한다.

**선지별 해설**

① O: 연료전지는 **외부에서 연료와 산화제를 계속 공급**받아 화학에너지를 전기에너지로 직접 전환한다. 연료극에서 연료가 산화되며 내놓은 전자가 외부 회로를 통해 이동하여 전류가 흐르므로, 연료가 공급되는 동안 발전을 지속할 수 있다.

② X: 대표적인 연료전지 유형 중 가장 높은 온도에서 작동하는 것은 **고체산화물형 연료전지(SOFC)**이다. 용융탄산염형(MCFC)은 약 650°C에서 작동하지만, 지르코니아계 고체 전해질을 사용하는 고체산화물형은 약 700~1,000°C에서 작동한다. 고체산화물형에서는 산화물 이온이 고체 전해질을 충분히 잘 이동하도록 높은 온도가 필요하다.

③ O: 연료전지는 전기화학반응으로 직접 전기를 생산하고 움직이는 부품이 적어 소음이 작다. **수소를 연료로 사용하는 전지의 운전 단계**에서는 물과 열이 생성되고 대기오염물질이 배출되지 않아 무공해 발전이 가능하다. 다만 탄화수소 연료를 사용하거나 수소를 생산하는 과정에서는 이산화탄소 등이 발생할 수 있으므로, '무공해'를 모든 연료와 전 과정에 적용해서는 안 된다.

④ O: 전통적인 알칼리 연료전지(AFC)는 **진한 수산화칼륨(KOH) 수용액**을 전해질로 사용한다. 이 전해질 속의 수산화 이온이 공기극에서 연료극으로 이동하면서 전지 내부의 전하 운반을 담당한다.

NoteBase

**문 16. 진한 질산($HNO_3$ 98% 수용액)을 원료로 사용하여 제조되는 물질이 아닌 것은?**

① 축전지

② 화약

③ 의약품

④ 염료

**정답 1번**

**간단한 해설**

축전지의 대표적인 예인 납축전지는 전해액으로 **묽은 황산**을 사용한다. 진한 질산을 원료로 사용하는 제조 분야와 황산을 사용하는 축전지를 구별해야 한다.

**선지별 해설**

① X: 축전지의 대표적인 예인 납축전지는 납과 이산화납을 전극의 활물질로, **묽은 황산을 전해액으로** 사용한다. 따라서 축전지는 이 문항에서 진한 질산을 원료로 제조하는 물질에 해당하지 않으며, 황산의 용도와 연결된다.

② O: 진한 질산은 **니트로셀룰로스 등 화약 성분의 제조 원료**로 사용된다. 니트로셀룰로스는 셀룰로스에 질산 에스터기를 도입한 물질로, 무연화약의 성분으로 쓰인다. 다만 화약의 종류가 다양하므로 모든 화약이 질산을 원료로 한다는 뜻은 아니다.

③ O: 의약품 합성에서는 진한 질산을 **나이트로화 반응의 원료**로 사용하여 중간체를 만들 수 있다. 나이트로화는 유기 분자에 나이트로기를 도입하는 반응이다. 이 중간체를 후속 반응에 이용하여 의약품을 합성하므로, 질산은 의약품 제조 원료에 포함된다.

④ O: 진한 질산은 염료와 염료 중간체의 제조에 사용된다. 예를 들어 벤젠을 나이트로화하여 나이트로벤젠을 만들고, 이를 환원하면 **염료 중간체인 아닐린**을 얻는다. 이처럼 질산은 염료의 합성 경로에서 원료로 사용된다.

NoteBase

**문 17. 프로펜(propene)과 1-뷰텐(1-butene)을 혼합하여 올레핀 상호교환(metathesis) 반응을 진행했을 때, 얻어지는 최종 생성물이 아닌 것은? (단, 자체-상호교환(self-metathesis)반응도 일어날 수 있으며, 촉매 내에는 어떠한 금속-탄소 이중결합도 존재하지 않는다)**

① 에텐(ethene)

② 2-뷰텐(2-butene)

③ 2-펜텐(2-pentene)

④ 3-헵텐(3-heptene)

**정답 4번**

**간단한 해설**

상호교환에서는 이중결합을 이루는 탄소 조각을 서로 바꾸되, **각 조각에 붙은 치환기의 탄소 골격은 유지된다**. 3-헵텐을 만들려면 출발물질에 없는 프로필기가 붙은 조각이 필요하므로 생성되지 않는다.

**공통 해설**

올레핀 상호교환은 두 알켄의 탄소–탄소 이중결합을 이루는 조각을 재조합하여 새로운 이중결합을 만드는 반응이다. 이때 **각 이중결합 탄소에 붙어 있던 치환기의 탄소 골격은 유지된다**. 주어진 촉매 조건에서는 두 반응물에서 유래한 탄소 조각의 재조합을 고려한다.

프로펜은 $CH_2$=CH–$CH_3$, 1-뷰텐은 $CH_2$=CH–$CH_2CH_3$이다. 이들을 이중결합을 기준으로 형식적으로 나누면 $CH_2$=, $CH_3$–CH=, $CH_3CH_2$–CH=의 세 종류 조각을 얻는다. $CH_2$= 조각끼리 결합하면 에텐이 생긴다. 프로펜의 자체 상호교환에서는 $CH_3$–CH= 조각끼리 결합하여 2-뷰텐이 생기고, 두 반응물의 교차 상호교환에서는 $CH_3$–CH= 조각과 $CH_3CH_2$–CH= 조각이 결합하여 2-펜텐이 생긴다. 각 반응에서는 이와 함께 에텐도 생성된다.

1-뷰텐의 자체 상호교환에서는 $CH_3CH_2$–CH= 조각끼리 결합하므로 **3-헥센**과 에텐이 생긴다. 반면 3-헵텐의 구조는 $CH_3CH_2$–CH=CH–$CH_2CH_2CH_3$이므로, 이중결합 탄소 한쪽에 프로필기가 붙어 있어야 한다. 주어진 반응물의 조각에는 수소·메틸기·에틸기만 붙어 있고 프로필기는 없으므로, 재조합을 반복해도 3-헵텐은 생성되지 않는다.

NoteBase

**문 18. 케블라(Kevlar)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?**

ㄱ. 파라계 방향족 폴리아마이드 섬유이다.
ㄴ. 1970년대 독일 BASF에서 최초로 개발하였다.
ㄷ. 같은 무게의 강철보다 강도가 약하다.
ㄹ. 방탄복, 방탄모 등에 사용된다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

**정답 2번**

**간단한 해설**

케블라는 **파라계 방향족 폴리아마이드 섬유**로, 같은 무게의 강철보다 인장 강도가 크다. 가볍고 강하면서 충격 에너지를 흡수·분산하므로 방탄복과 방탄모의 소재로 쓰인다.

**보기별 해설**

ㄱ. O: 케블라는 방향족 고리에 아마이드 결합이 연결된 아라미드 섬유이며, 그중 **파라계**에 속한다. 파라 구조는 벤젠 고리의 1,4 위치를 통해 사슬이 이어지는 구조로, 곧고 단단한 분자 사슬을 형성하는 데 유리하다.

ㄴ. X: 케블라의 개발 주체는 독일 BASF가 아니라 **미국 듀폰(DuPont)**이다. 1965년 듀폰의 스테퍼니 쿨렉이 수행한 연구에서 출발했으며, 케블라 섬유는 1971년에 상용화되었다. 개발의 출발 시기와 상용화 시기를 구분해야 한다.

ㄷ. X: 케블라는 **같은 무게의 강철보다 인장 강도가 큰** 섬유이다. 여기서 비교 기준은 같은 부피가 아니라 같은 무게이며, 무게에 비해 인장 하중을 견디는 능력이 크다는 뜻이다. 따라서 '강도가 약하다'는 '강도가 크다'로 고쳐야 한다.

ㄹ. O: 케블라는 가볍고 인장 강도가 커서 **방탄복·방탄모의 소재**로 사용된다. 탄환이나 파편이 충돌하면 섬유가 하중을 받아 충격 에너지를 흡수·분산하는 데 기여한다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄹ이므로, 이에 해당하는 조합은 ②이다.

NoteBase

**문 19. 석탄에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 석탄의 건류 공정을 통해 방향족 탄화수소를 얻을 수 있다.

② 무연탄은 아탄에 비해 석탄화도가 크다.

③ 석탄의 탈수소화를 거쳐 석유와 유사한 기름을 얻어낼 수 있다.

④ 수증기와 반응하여 일산화탄소를 제조할 수 있다.

**정답 3번**

**간단한 해설**

③의 '탈수소화'는 **수소화**로 고쳐야 한다. 석탄에서 석유와 유사한 액체 연료를 얻는 직접 액화 공정은 수소를 제거하는 것이 아니라 첨가하는 공정이다.

**선지별 해설**

① O: 건류는 **공기를 차단한 상태에서 가열하여 열분해**하는 공정이다. 석탄을 건류하면 코크스와 함께 가스 및 콜타르 등이 생성되며, 이들 휘발성 생성물에서 벤젠·톨루엔과 같은 방향족 탄화수소를 회수할 수 있다.

② O: 석탄화도는 식물 유래 유기물이 석탄으로 변화한 정도를 뜻한다. 석탄화가 진행될수록 일반적으로 탄소 함량이 높아지고 수분과 휘발분은 감소한다. 무연탄은 아탄보다 이러한 변화가 더 진행된 **석탄화도가 높은 석탄**이다.

③ X: 석탄은 석유에 비해 탄소에 대한 수소의 비율이 낮으므로, 석유와 유사한 액체 연료로 전환하려면 수소를 보충해야 한다. 직접 액화에서는 고온·고압에서 **수소를 첨가하는 수소화**를 통해 석탄의 복잡한 유기 구조를 분해하고 액체 생성물을 얻는다. 수소를 제거하는 탈수소화로 설명한 부분이 잘못되었다.

④ O: 고온에서 석탄의 탄소가 수증기와 반응하면 **일산화탄소와 수소**가 생성된다. 이 반응으로 얻는 혼합기체를 수성가스라고 하며, 이를 이용하여 석탄에서 일산화탄소를 제조할 수 있다.

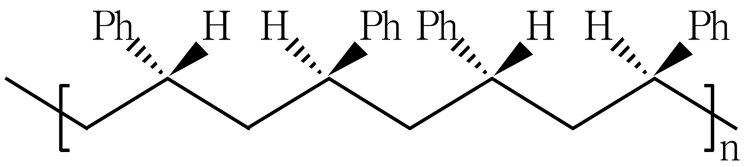
NoteBase

**문 20. 고분자의 입체규칙성(tacticity)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?**

ㄱ. 폴리에틸렌은 아탁틱(atactic) 구조로만 존재할 수 있다.

ㄴ. 아이소탁틱(isotactic) 구조가 아탁틱(atactic) 구조에 비해 결정화를 이루기 쉽다.

ㄷ. 신디오탁틱(syndiotactic) 폴리스타이렌(polystyrene)의 구조는 다음과 같이 나타낼 수 있다.




① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**정답 3번**

**간단한 해설**

폴리에틸렌은 각 주사슬 탄소에 동일한 수소가 두 개씩 결합하므로 **아탁틱으로 분류하지 않는다**. 그림처럼 페닐기가 주사슬 평면의 앞뒤로 번갈아 배치되면 **신디오탁틱** 구조이다.

NoteBase

**보기별 해설**

ㄱ X: 폴리에틸렌의 주사슬 탄소에는 수소가 두 개씩 결합해 있다. 따라서 치환기의 입체배열에 따라 구분할 서로 다른 배치가 없어 **아이소탁틱·신디오탁틱·아탁틱의 구분이 적용되지 않는다**. 아탁틱은 구별되는 치환기의 배치가 불규칙한 경우를 뜻하므로, 폴리에틸렌이 아탁틱으로만 존재한다는 설명은 잘못이다.

ㄴ O: 같은 고분자에서 아이소탁틱 구조는 치환기의 입체배열이 일정하게 반복된다. 이러한 **규칙적인 배열**은 사슬들이 서로 가지런히 모여 결정 격자를 형성하기 쉽게 한다. 반면 아탁틱 구조는 치환기의 배치가 불규칙하여 사슬의 규칙적인 충전이 방해되므로, 일반적으로 아이소탁틱 구조가 결정화하기 더 쉽다.

ㄷ O: 그림의 Ph는 페닐기를 뜻한다. 왼쪽부터 페닐기와 연결된 결합이 점선 쐐기, 굵은 쐐기, 점선 쐐기, 굵은 쐐기로 번갈아 나타난다. 점선 쐐기는 종이 면 뒤쪽, 굵은 쐐기는 앞쪽을 향하는 결합이므로, 페닐기가 **주사슬 평면의 앞뒤로 교대로 배치**된 신디오탁틱 폴리스타이렌 구조이다.

옳은 보기는 ㄴ과 ㄷ이며, 이를 모두 포함한 조합은 ③이다.

NoteBase