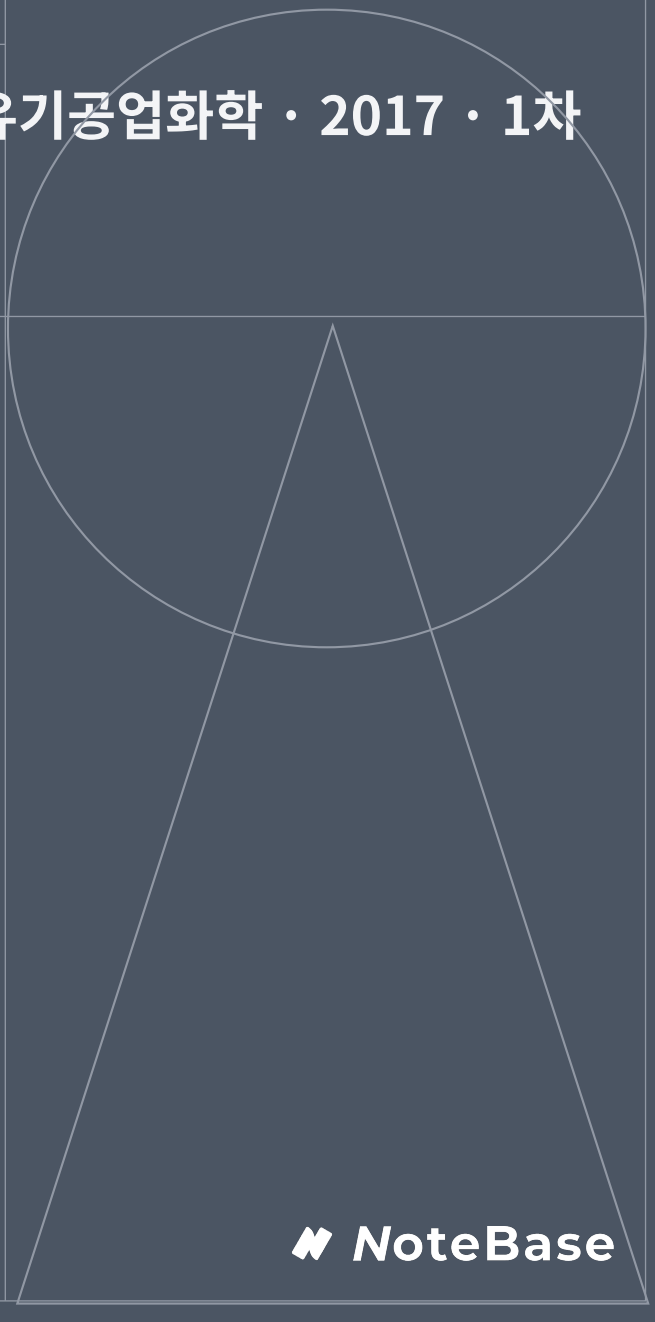
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2017 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2017 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2017 · 1차

문 1. 다음 중 페놀의 합성법과 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① 톨루엔산화법

② Raschig법

③ Cumene법

④ 프로필렌의 직접산화법

정답 4번

출제 포인트

페놀의 대표적인 공업적 합성법을 원료와 핵심 반응 경로로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

페놀은 벤젠 고리에 하이드록시기(-OH)가 결합한 방향족 화합물이다. 톨루엔산화법은 톨루엔을 산화하여 얻은 벤조산을 거쳐 페놀을 만들고, Raschig법은 벤젠에서 클로로벤젠을 거쳐 가수분해하여 페놀을 만든다. Cumene법은 벤젠과 프로필렌으로 큐멘을 만든 뒤 산화·분해하여 페놀과 아세톤을 함께 얻는 대표적인 공업법이다.

선지별 해설

① O — 톨루엔산화법은 톨루엔을 산화해 벤조산을 만들고, 이를 산화적 탈탄산하는 경로로 페놀을 제조하는 방법이다.
② O — Raschig법은 벤젠을 염소화하여 클로로벤젠을 만든 뒤 수증기로 가수분해하여 페놀을 얻는 합성법이다.
③ O — Cumene법은 벤젠과 프로필렌으로 큐멘을 합성하고, 큐멘 하이드로퍼옥사이드를 거쳐 페놀과 아세톤을 함께 생산하는 방법이다.
④ X — 틀린 부분은 '프로필렌의 직접산화법'이 페놀 합성법이라는 점이다. 프로필렌을 직접 산화하면 프로필렌옥사이드, 아크롤레인 등의 산화 생성물을 만들 수 있지만 벤젠 고리가 새로 형성되지 않으므로 페놀 합성법이 아니다. 올바르게는 프로필렌이 페놀 제조에 관여하는 경우에도 벤젠과 반응시켜 큐멘을 만든 뒤 산화·분해하는 Cumene법을 사용한다.

NoteBase

오답 포인트

③의 Cumene법에 프로필렌이 원료로 사용된다는 사실 때문에 ④의 '프로필렌 직접산화'를 페놀 합성법으로 혼동하기 쉽다. Cumene법에서 프로필렌은 벤젠과 먼저 결합하며, 프로필렌만 직접 산화하는 공정과는 다르다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 공정이 페놀의 벤젠 고리를 어떤 방향족 원료에서 이어받는지 확인한다.
톨루엔산화법·Raschig법·Cumene법은 모두 방향족 원료에서 페놀로 이어지는 경로가 있지만, 프로필렌 직접산화에는 페놀의 벤젠 고리를 만드는 경로가 없다.

암기 포인트

톨루엔→벤조산→페놀, 벤젠→클로로벤젠→페놀, 벤젠+프로필렌→큐멘→페놀·아세톤으로 연결된다.
프로필렌 직접산화는 페놀 합성법이 아니다.

NoteBase

문 2. 벤젠을 니트로화 하여 니트로벤젠을 만들고자 할 때, 이에 대한 설명 중 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 니트로화 반응과 황산의 수화로 인해 온도가 높아진다.

② 폐산량을 줄이고 수율을 높이기 위해 반응 초기에 혼산을 전량 가한다.

③ 벤젠의 비점이 낮으므로 200°C 이상에서 니트로화시킨다.

④ 흡열반응으로 1몰의 벤젠을 반응시키기 위해 20~30kcal의 에너지를 가한다.

정답 1번

출제 포인트

벤젠의 혼산 니트로화에서 반응열·혼산의 희석열, 혼산의 투입 방식, 적정 반응 온도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

벤젠의 니트로화는 질산과 황산의 혼산을 사용하여 벤젠을 니트로벤젠으로 바꾸는 친전자성 방향족 치환반응이다. 반응은 $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$로 나타내며, 황산은 니트로늄 이온 NO_2^+의 생성을 돕는다. 니트로화 반응과 혼산의 희석·수화 과정에서 열이 발생하므로 냉각하면서 온도를 제어해야 한다.

선지별 해설

① O — 니트로화 반응 자체가 발열반응이고, 진한 황산이 혼산 속 물과 수화·희석될 때에도 열이 발생하므로 반응 혼합물의 온도가 높아진다. 따라서 냉각에 의한 온도 제어가 필요하다.

② X — 틀린 부분은 '반응 초기에 혼산을 전량 가한다'이다. 회분식 공정에서는 교반·냉각하면서 혼산을 벤젠에 서서히 가하여 급격한 발열과 온도 상승을 억제한다. 폐산 회수나 수율 향상은 산 조성·분리·재순환 등의 공정 관리와 관련되며, 혼산을 처음에 전량 투입하는 근거가 되지 않는다.

③ X — 틀린 부분은 '200 ° C 이상에서 니트로화시킨다'이다. 벤젠의 비점은 약 80 ° C이고, 일반적인 벤젠 니트로화는 대략 50 ~ 65 ° C에서 온도를 제어하여 진행한다. 200 ° C 이상의 고온은 필요하지 않으며 안전성과 부반응 측면에서도 부적절하다.

④ X — 틀린 부분은 '흡열반응'과 '에너지를 가한다'이다. 벤젠의 니트로화는 발열반응이므로 열을 공급하는 것이 아니라, 발생한 반응열과 혼산의 희석열을 냉각으로 제거해야 한다.

오답 포인트

③은 벤젠의 낮은 비점을 고온 반응의 근거로 거꾸로 연결하고, ④는 발생하는 반응열을 외부에서 공급해야 하는 에너지로 뒤집은 선지이다. ②의 '전량'도 발열이 큰 혼산 공정의 온도 제어 원칙에 어긋나는 결정적 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

방향족 니트로화 공정 선지에서는 먼저 '발열반응인가', '혼산을 서서히 투입하며 냉각하는가', '과도한 고온을 제시했는가'를 확인한다. 발열 공정에서 산의 일시 전량 투입이나 열 공급을 주장하면 틀린 선지로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

벤젠 니트로화는 혼산·발열·서서히 투입·냉각 제어이다.

NoteBase

문 3. 다음 물질의 IUPAC 명명법으로 가장 적절한 것은 무엇인가?

$CH_3 - CH_2 - CHCl_2$

① 1-dichloropropane
② 1,1-dichloropropane
③ 3,3-dichloropropane
④ 3,3-chloropropane

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 할로젠 치환 알케인의 IUPAC 명명에서 주사슬의 번호를 매기는 방향과 동일 치환기의 개수·위치 표기를 묻는 문제이다.

핵심 개념

주어진 구조 $CH_3 - CH_2 - CHCl_2$의 주사슬은 탄소 3개인 propane이다. 치환기의 위치 번호가 가장 작아지도록 $CHCl_2$ 쪽에서 번호를 매기면 두 염소가 모두 1번 탄소에 있으므로 이름은 1,1-dichloropropane이다. 동일한 염소 치환기가 2개이므로 접두사 di-를 쓰고, 각 치환기의 위치 번호 1,1을 모두 표시한다.

선지별 해설

① X — '1-dichloropropane'은 di-가 나타내는 두 염소의 위치 번호를 하나만 적은 표현이다. 올바르게는 두 위치를 모두 표시한 1,1-dichloropropane이다.
② O — 가장 가까운 말단에서 번호를 매기면 두 염소 치환기의 위치가 1,1이 되므로 1,1-dichloropropane이 올바른 이름이다.
③ X — '3,3-'은 반대쪽 말단에서 번호를 매긴 결과로 최저 위치 번호 원칙에 어긋난다. 올바르게는 1,1-dichloropropane이다.
④ X — '3,3-'은 최저 위치 번호가 아니며, 염소가 2개인데 단수형 chloro-를 사용했다. 올바르게는 1,1-dichloropropane이다.

오답 포인트

③처럼 구조식의 왼쪽부터 기계적으로 번호를 매기면 3,3으로 착각하기 쉽다. 또한 ①과 ④처럼 di-를 쓰면서 위치 번호를 하나만 적거나, 염소가 2개인데 chloro-만 쓰는 표기도 틀린다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 가장 긴 탄소 사슬을 정하고, 치환기 위치 번호의 묶음이 가장 작아지는 말단부터 번호를 매긴다. 같은 치환기가 여러 개이면 di-, tri- 등의 접두사를 붙이고 그 수만큼 위치 번호를 빠짐없이 적는다.

암기 포인트

가까운 쪽부터 번호를 매기고, 치환기 2개는 위치 번호도 2개와 di-로 표시한다.

NoteBase

문 4. 다음 중 가솔린의 옥탄가에 대한 설명으로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 나프텐계 탄화수소는 같은 탄소수의 n-파라핀보다 옥탄가가 높다.

② iso-octane의 함량이 낮을수록 옥탄가는 높다.

③ n-heptane의 함량이 낮을수록 옥탄가는 낮다.

④ 가솔린의 연소과정에서 일어나는 불완전연소 현상을 안티노킹이라고 한다.

정답 1번

출제 포인트

옥탄가의 기준 물질인 iso-octane과 n-heptane의 성질, 그리고 노킹과 안티노킹의 뜻을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

옥탄가는 가솔린이 압축 과정에서 노킹을 일으키지 않고 견디는 성질을 나타내는 척도이다. 표준 연료에서 iso-octane의 옥탄가는 100, n-heptane의 옥탄가는 0으로 정한다. 따라서 iso-octane 비율이 높거나 n-heptane 비율이 낮을수록 옥탄가가 높다. 탄화수소 구조별로는 일반적으로 곧은 사슬의 n-파라핀보다 가지 달린 이소파라핀이나 고리 구조의 나프텐계 탄화수소가 노킹에 강하다.

선지별 해설

① O — 나프텐계 탄화수소는 고리 구조를 가지며, 같은 탄소수의 곧은 사슬 n-파라핀보다 일반적으로 옥탄가가 높다.
② X — 틀린 표현은 ‘iso-octane의 함량이 낮을수록 옥탄가는 높다’이다. 올바르게는 iso-octane의 함량이 높을수록 옥탄가가 높다.
③ X — 틀린 표현은 ‘n-heptane의 함량이 낮을수록 옥탄가는 낮다’이다. 올바르게는 옥탄가가 0인 n-heptane의 함량이 낮을수록 혼합 연료의 옥탄가는 높다.
④ X — 틀린 표현은 불완전연소 현상을 ‘안티노킹’이라고 한 부분이다. 노킹은 정상적인 화염 전파와 별개로 미연소 혼합기가 급격히 자기착화하여 압력 진동을 일으키는 이상 연소이고, 안티노킹은 이러한 노킹을 억제하거나 견디는 성질을 뜻한다.

오답 포인트

②와 ③은 기준 물질의 함량과 옥탄가의 관계를 서로 반대로 바꾼 선지이다. ④는 노킹과 안티노킹을 혼동시키고 노킹을 단순한 불완전연소로 잘못 정의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 iso-octane은 100, n-heptane은 0이라는 기준을 적용한다. 이어서 옥탄가가 높다는 말은 노킹이 잘 일어난다는 뜻이 아니라 노킹 저항성이 크다는 뜻으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

iso-octane 100, n-heptane 0이며, 옥탄가가 높을수록 안티노킹성이 크다.

NoteBase

문 5. 다음 중 석유의 접촉 개질법과 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① platforming
② ultraforming
③ hydroforming
④ visbreaking

정답 4번

출제 포인트

석유의 접촉 개질법에 속하는 공정명과 열분해 공정인 비스브레이킹을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

접촉 개질은 저옥탄가 나프타의 탄화수소 구조를 촉매로 바꾸어 고옥탄가 개질유와 방향족을 만드는 공정이다. 플랫폼법, 울트라포밍법, 하이드로포밍법은 접촉 개질 계열이고, 비스브레이킹은 중질 잔사유를 비교적 온화하게 열분해하여 점도를 낮추는 공정이다.

선지별 해설

① O — platforming은 백금계 촉매를 사용하는 대표적인 접촉 개질 공정이므로 접촉 개질법과 직접 관련된다. 따라서 '접촉 개질법과 가장 거리가 먼 공정'이 아니라 대표적인 접촉 개질 공정이다.
② O — ultraforming은 나프타의 옥탄가를 높이는 접촉 개질 공정의 하나이므로 접촉 개질법과 관련된다. 따라서 '접촉 개질법과 가장 거리가 먼 공정'이 아니라 접촉 개질 계열의 공정이다.
③ O — hydroforming은 수소 분위기에서 촉매를 이용해 나프타를 개질하는 접촉 개질 공정이므로 접촉 개질법과 관련된다. 따라서 '접촉 개질법과 가장 거리가 먼 공정'이 아니라 접촉 개질 계열의 공정이다.
④ X — visbreaking은 촉매에 의한 나프타 개질이 아니라 중질 잔사유를 열로 가볍게 분해하여 점도와 유동점을 낮추는 열분해 공정이다. 올바르게는 'visbreaking은 접촉 개질법이 아니라 잔사유의 완만한 열분해 공정이다'라고 해야 한다. 따라서 접촉 개질법과 가장 거리가 먼 것은 ④이다.

오답 포인트

③ hydroforming의 hydro- 때문에 수소화 분해 공정으로 오인하거나, ④ visbreaking을 개질 공정의 상품명처럼 보는 것이 함정이다. 이 문항에서는 공정명의 어감보다 처리 원료와 반응 방식이 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

나프타의 분자 구조를 촉매로 재배열하여 옥탄가를 높이면 접촉 개질이고, 중질 잔사유의 큰 분자를 열로 끊어 점도를 낮추면 비스브레이킹이다.

NoteBase

암기 포인트

플랫폼·울트라·하이드로포밍은 접촉 개질, 비스브레이킹은 잔사유 열분해이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 염화비닐을 제조하는 방법과 가장 관련이 없는 것은 무엇인가?

① 이염화에틸렌(EDC)법

② 아세틸렌법

③ 옥시염소화법

④ Hoechst-Wacker법

정답 4번

출제 포인트

염화비닐 제조에 직접 쓰이는 반응과 원료인 이염화에틸렌을 만드는 연계 공정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염화비닐은 이염화에틸렌을 열분해하거나 아세틸렌에 염화수소를 첨가하여 제조할 수 있다. 옥시염소화법은 이염화에틸렌을 만드는 연계 공정이므로 염화비닐 제조와 관련되지만, Hoechst-Wacker법은 에틸렌을 산화하여 아세트알데히드를 만드는 공정이다.

선지별 해설

① O — 이염화에틸렌(EDC)법은 이염화에틸렌을 열분해하여 염화비닐과 염화수소를 얻는 대표적인 제조법이므로 관련이 있다.
② O — 아세틸렌법은 아세틸렌에 염화수소를 첨가하여 염화비닐을 직접 만드는 방법이므로 관련이 있다.
③ O — 옥시염소화법은 에틸렌에 염화수소와 산소를 반응시켜 염화비닐의 원료인 이염화에틸렌을 만드는 공정이므로 염화비닐 제조와 관련이 있다.
④ X — 틀린 부분은 Hoechst-Wacker법을 염화비닐 제조법으로 보는 것이다. Hoechst-Wacker법은 에틸렌을 산화하여 아세트알데히드를 제조하는 방법이므로 염화비닐 제조와 가장 관련이 없다.

오답 포인트

③은 염화비닐을 한 단계에서 직접 만들지 않기 때문에 무관한 공정처럼 보일 수 있다. 그러나 옥시염소화로 만든 이염화에틸렌을 열분해하면 염화비닐이 되므로 실제 생산 공정에 포함된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 공정의 최종 생성물뿐 아니라 염화비닐 원료인 이염화에틸렌을 만드는 공정인지도 확인한다. 생성물이 아세트알데히드인 Hoechst-Wacker법은 제외한다.

암기 포인트

EDC·아세틸렌·옥시염소화는 염화비닐 계열이고, Hoechst-Wacker는 아세트알데히드 계열이다.

NoteBase

문 7. 다음 중 계면활성제의 특성으로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 유지라고도 한다.

② 분자 내 친수성기, 소수성기를 가지고 있다.

③ 분자 내에 친수성기만 있다.

④ 분자 내에 소수성기만 있다.

정답 2번

출제 포인트

계면활성제의 양친매성 구조, 즉 한 분자 안에 친수성기와 소수성기가 함께 존재한다는 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

계면활성제는 한 분자 안에 물과 친화력이 큰 친수성기와 기름 등 비극성 물질과 친화력이 큰 소수성기를 함께 가진 물질이다. 이 양친매성 구조 때문에 서로 잘 섞이지 않는 두 상의 계면에 흡착하여 계면장력을 낮춘다.
유지는 주로 글리세롤과 고급 지방산이 결합한 에스터를 가리키므로 계면활성제와 같은 개념이 아니다.

선지별 해설

① X — '유지라고도 한다'는 표현이 틀렸다. 유지는 주로 글리세롤과 고급 지방산의 에스터이며, 계면활성제를 유지라고 부르지 않는다. 올바르게는 계면활성제는 계면에 흡착하여 계면장력을 낮추는 양친매성 물질이다.
② O — 계면활성제는 한 분자 안에 친수성기와 소수성기를 모두 가지므로 적절한 설명이다.
③ X — '친수성기만 있다'는 표현이 틀렸다. 올바르게는 분자 안에 친수성기와 소수성기가 함께 있다.
④ X — '소수성기만 있다'는 표현이 틀렸다. 올바르게는 분자 안에 소수성기뿐 아니라 친수성기도 함께 있다.

오답 포인트

계면활성제가 기름과 상호작용한다는 점을 '유지와 같은 물질' 또는 '소수성기만 가진 물질'로 오해하기 쉽다. 기름과 친화적인 소수성기와 물과 친화적인 친수성기가 한 분자에 함께 있어야 한다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계면활성제의 구조를 묻는 선지에서는 친수성기와 소수성기가 한 분자 안에 함께 있는지를 먼저 확인한다. 어느 한쪽만 있다고 하면 계면에 자리 잡아 두 상을 이어 주는 성질을 설명할 수 없으므로 틀린 선지이다.

암기 포인트

계면활성제는 친수성기와 소수성기를 함께 가진 양친매성 물질이다.

NoteBase

문 8. 다음 중 열가소성 수지에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① 대부분 축합반응에 의한 합성수지이다.

② 선형, 가지모양의 고분자가 많다.

③ 열을 가하면 다시 변형이 일어난다.

④ 용매에 잘 녹는 편이다.

정답 1번

출제 포인트

열가소성 수지의 분자 구조와 가열·용해 특성을 열경화성 수지와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

열가소성 수지는 가교가 거의 없는 선형 또는 가지형 고분자로, 가열하면 연화되어 다시 성형할 수 있는 수지이다. 대표적인 열가소성 수지에는 부가중합으로 만드는 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리염화비닐, 폴리스타이렌 등이 많다. 반면 열경화성 수지는 가열·경화 과정에서 삼차원 가교 구조를 형성하므로 한 번 굳은 뒤에는 다시 가열해도 녹여 성형하기 어렵다.

선지별 해설

① X — '대부분 축합반응에 의한'이라는 부분이 틀렸다. 대표적인 열가소성 수지에는 부가중합으로 합성되는 수지가 많다. 축합중합으로 만들어지는 나일론이나 폴리에스터도 열가소성일 수 있으므로, 중합 방식만으로 열가소성 여부가 결정되는 것은 아니다.
② O — 열가소성 수지는 분자 사슬 사이에 영구적인 가교가 거의 없어 선형 또는 가지형 구조가 많다.
③ O — 가열하면 분자 사슬의 운동성이 커져 연화·변형되고, 냉각하면 다시 굳는다. 따라서 가열과 냉각을 통해 반복 성형할 수 있다.
④ O — 가교망이 형성된 열경화성 수지와 달리, 열가소성 수지는 적절한 용매에서 녹거나 팽윤하기 쉬운 편이다.

오답 포인트

열가소성과 열경화성을 부가중합과 축합중합에 일대일로 대응시키는 것이 함정이다. 분류의 핵심은 반응 부산물의 유무가 아니라 가열했을 때 다시 연화되는지와 영구적인 가교 구조가 있는지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선형·가지형 구조, 가열 시 연화와 재성형, 적절한 용매에 대한 용해·팽윤은 열가소성의 단서이다. 삼차원 가교 구조, 불용·불융, 재성형 불가는 열경화성의 단서이다.

NoteBase

암기 포인트

열가소성은 선형·가지형이라 다시 녹여 성형하고, 열경화성은 가교망이라 한 번 굳으면 다시 녹지 않는다.

NoteBase

문 9. 증류탑을 이용해 원유를 분별증류할 때, 증류탑의 윗부분에서부터 분리되는 순서대로 나열된 것은 무엇인가?

① 등유 - 경유 - 중유 - 나프타 - LPG

② LPG - 경유 - 등유 - 중유 - 나프타

③ LPG - 나프타 - 등유 - 경유 - 중유

④ 나프타 - 등유 - 경유 - 중유 - LPG

정답 3번

출제 포인트

원유 분별증류에서 각 유분이 끓는점과 휘발성의 차이에 따라 증류탑의 어느 높이에서 분리되는지를 묻는 문제이다.

올바른 순서

증류탑의 윗부분에서 아랫부분으로 내려가는 순서는 LPG → 나프타 → 등유 → 경유 → 중유이다.

증류탑은 위로 갈수록 온도가 낮고 아래로 갈수록 온도가 높다. 따라서 끓는점이 낮고 휘발성이 큰 가벼운 유분이 위쪽에서 분리되고, 끓는점이 높고 휘발성이 작은 무거운 유분이 아래쪽에서 분리된다.

선지별 해설

① X — 등유·경유·중유보다 끓는점이 낮은 LPG와 나프타를 뒤에 둔 점이 틀렸다. 올바르게는 LPG → 나프타 → 등유 → 경유 → 중유이다.

② X — LPG가 가장 먼저인 것은 맞지만, 나프타를 마지막에 두고 경유를 등유보다 앞에 둔 점이 틀렸다. 올바르게는 LPG 다음에 나프타가 오고, 이어서 등유 → 경유 → 중유가 된다.

③ O — LPG → 나프타 → 등유 → 경유 → 중유는 끓는점이 낮은 유분에서 높은 유분으로 배열한 순서이므로 증류탑의 위쪽에서 아래쪽으로 분리되는 순서와 일치한다.

④ X — 나프타 → 등유 → 경유 → 중유의 상대적 순서는 맞지만, 끓는점이 가장 낮은 LPG를 마지막에 둔 점이 틀렸다. 올바르게는 LPG가 나프타보다 먼저 분리되어야 한다.

오답 포인트

증류탑의 윗부분부터 묻는다는 조건을 놓치면 무거운 유분부터 배열하거나, 상온에서 기체인 LPG를 아래쪽 유분으로 잘못 판단하기 쉽다. 핵심은 위쪽일수록 저온이므로 저비점 유분이 먼저 온다는 점이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

증류탑의 위쪽에서 아래쪽 순서를 물으면 끓는점이 낮은 것에서 높은 것으로 배열한다. 반대로 아래쪽에서 위쪽 순서를 물으면 중유부터 역순으로 판단한다.

암기 포인트

위에서 아래로 '가스(LPG) → 나프타 → 등유 → 경유 → 중유', 즉 가벼운 유분에서 무거운 유분 순서이다.

NoteBase

문 10. 다음 중 고분자에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은 무엇인가?

① 일반적으로 용매에 잘 용해되어 콜로이드 상태가 된다.

② 화학적으로 안정적이다.

③ 일반적으로 분자량이 10,000 이상인 큰 분자를 말한다.

④ 분자량이 일정하지 않아 녹는점과 끓는점이 일정하지 않다.

정답 1번

출제 포인트

고분자의 큰 분자량, 용해성, 화학적 안정성 및 분자량 분포에 따른 열적 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

고분자는 많은 반복 단위가 공유 결합으로 이어진 거대분자이다. 분자량이 매우 크고 사슬 사이의 얽힘과 분자 간 상호작용이 커서 일반 용매에는 잘 녹지 않으며, 적합한 용매에서도 보통 팽윤을 거쳐 서서히 용해된다. 합성 고분자는 대개 여러 사슬 길이가 섞인 분자량 분포를 가지므로 저분자 순물질처럼 일정한 녹는점과 끓는점을 나타내기 어렵다.

선지별 해설

① X — ‘일반적으로 용매에 잘 용해되어’가 틀린 표현이다. 고분자는 큰 분자량과 사슬 간 상호작용 때문에 일반적으로 용매에 잘 녹지 않는다. 올바르게는 ‘적합한 용매에서 팽윤한 뒤 서서히 용해되어 콜로이드와 유사한 성질의 고분자 용액을 만들 수 있다’이다.
② O — 고분자는 주사슬의 공유 결합과 큰 분자 구조 때문에 일반적인 저분자 물질에 비해 화학적으로 안정한 편이다. 다만 고분자의 종류에 따라 열, 빛, 산소 등에 의해 열화될 수 있다.
③ O — 고분자는 일반적으로 분자량이 10,000 이상인 거대분자를 가리킨다. 많은 반복 단위가 결합하므로 저분자 화합물보다 분자량이 매우 크다.
④ O — 합성 고분자는 보통 사슬 길이가 서로 달라 분자량이 하나의 값으로 일정하지 않고 분포를 이룬다. 따라서 순수한 저분자 물질처럼 일정한 녹는점·끓는점보다 넓은 온도 범위에서 연화하거나 용융하며, 끓기 전에 분해되는 경우도 많다.

오답 포인트

①은 ‘콜로이드 상태’라는 뒷부분 때문에 맞는 설명처럼 보이지만, 결정적인 오류는 ‘일반적으로 용매에 잘 용해’된다는 표현이다. 고분자 용액의 콜로이드적 성질과 고분자가 쉽게 용해된다는 주장은 서로 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

고분자의 용해성을 판단할 때는 큰 분자량, 사슬 얽힘, 분자 간 상호작용을 먼저 본다. ‘어떤 용매에나 잘 녹는다’는 취지이면 틀리고, ‘적합한 용매에서 팽윤 후 서서히 용해된다’는 취지이면 타당하다.

암기 포인트

고분자는 거대분자·난용해·분자량 분포·넓은 연화 범위가 핵심이다.

NoteBase

문 11. 다음 중 합성고무인 NBR에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은 무엇인가?

① 부타디엔과 아크릴로니트릴의 중합으로 얻어진다.

② 니트릴 함량을 높이기 위해 100℃ 이상으로 고온 중합한다.

③ 내유성이 우수한 것이 특징이다.

④ 일반적으로 연료용 호스로 사용된다.

정답 2번

출제 포인트

NBR의 구성 단량체, 제조 조건, 내유성 및 용도를 묻는 문제이다.

핵심 개념

NBR은 부타디엔과 아크릴로니트릴을 공중합한 합성고무이다. 아크릴로니트릴 함량이 높아질수록 연료와 기름에 대한 저항성이 커지지만, 그 함량은 중합 온도를 100℃ 이상으로 높여 조절하는 것이 아니라 단량체의 배합비로 조절한다.

선지별 해설

① O — NBR은 부타디엔과 아크릴로니트릴을 공중합하여 제조한다.
② X — 틀린 부분은 '니트릴 함량을 높이기 위해 100℃ 이상으로 고온 중합한다'이다. 니트릴 함량은 주로 원료 단량체 중 아크릴로니트릴의 배합비로 조절하며, 100℃ 이상의 고온 중합이 그 함량을 높이는 방법은 아니다.
③ O — NBR의 극성 니트릴기는 비극성 기름과 연료에 대한 팽윤을 억제하므로 내유성이 우수하다.
④ O — 우수한 내유성과 내연료성 때문에 NBR은 연료용 호스, 오일 호스, 패킹 및 실 등에 널리 사용된다.

오답 포인트

②는 '니트릴 함량'과 '중합 온도'를 잘못 연결한 선지이다. 니트릴 함량을 좌우하는 직접적인 기준은 아크릴로니트릴의 배합비이다.

다시 나오면 이렇게 판단

NBR 문항에서는 먼저 부타디엔·아크릴로니트릴 공중합체인지 확인하고, 이어서 니트릴 함량은 단량체 배합비, 대표 성질은 내유성·내연료성, 대표 용도는 연료·오일용 호스와 실이라는 연결 관계로 판단한다.

암기 포인트

NBR은 부타디엔+아크릴로니트릴, 니트릴 함량은 배합비, 대표 성질은 내유성이다.

NoteBase

문 12. 다음 중 방향족의 술폰화에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① 방향족 화합물의 술폰화 반응은 수소와의 치환 반응이 대부분이다.

② 술폰화로 물에 대한 용해성이 커진다.

③ $-OSO_3H$를 도입하는 공정이다.

④ 나프탈렌의 술폰화 반응은 온도에 따라 배향성이 달라진다.

정답 3번

출제 포인트

방향족 화합물의 술폰화가 친전자성 방향족 치환 반응이라는 점과, 술폰화와 황산에스테르화에서 도입되는 작용기의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

방향족 술폰화는 방향족 고리의 수소가 술폰산기 $-SO_3H$로 치환되어 탄소와 황이 직접 결합한 방향족 술폰산을 만드는 반응이다. 반면 $-OSO_3H$는 산소를 거쳐 황과 결합하는 황산에스테르형 작용기이며, 이를 도입하는 반응은 술폰화와 구별되는 황산에스테르화이다.

선지별 해설

① O — 방향족 화합물의 술폰화는 고리의 수소가 술폰산기 $-SO_3H$로 바뀌는 친전자성 방향족 치환 반응이다.
② O — 술폰산기는 극성이 크고 물에서 이온화하기 쉬우므로, 일반적으로 화합물의 물에 대한 용해성을 증가시킨다.
③ X — 틀린 표현은 '$-OSO_3H$를 도입'한다는 부분이다. 방향족 술폰화에서는 $-SO_3H$가 도입되어 $Ar-SO_3H$가 형성된다. $-OSO_3H$의 도입은 황산에스테르화에 해당한다.
④ O — 나프탈렌의 술폰화는 가역적이어서 반응 온도에 따라 생성물의 비율이 달라진다. 낮은 온도에서는 주로 α-술폰산이, 높은 온도에서는 열역학적으로 더 안정한 β-술폰산이 우세하므로 배향성이 달라진다.

오답 포인트

③의 $-OSO_3H$와 $-SO_3H$는 산소 하나의 위치만 달라 보여 혼동하기 쉽다. 그러나 방향족 고리와 황이 직접 결합하면 술폰산이고, 방향족 고리와 황 사이에 산소가 있으면 황산에스테르이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 방향족 고리와 황 사이의 결합을 확인한다. $Ar-S$ 결합의 $Ar-SO_3H$이면 술폰화이고, $Ar-O-S$ 결합의 $Ar-OSO_3H$이면 황산에스테르화이다. 나프탈렌 술폰화에서는 저온의 α 생성물과 고온의 β 생성물을 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

술폰화는 $C-S$, 황산에스테르화는 $C-O-S$이다. 나프탈렌 술폰화는 저온 α, 고온 β이다.

NoteBase

문 13. 다음 중 포름알데히드를 사용하여 만들 수 있는 수지와 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① 페놀 수지

② 멜라민 수지

③ 요소 수지

④ 아크릴 수지

정답 4번

출제 포인트

포름알데히드와 축합하여 만들어지는 열경화성 수지와, 아크릴계 단량체의 중합으로 만들어지는 수지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

페놀 수지·멜라민 수지·요소 수지는 각각 페놀·멜라민·요소와 포름알데히드의 축합 반응으로 만드는 대표적인 포름알데히드계 열경화성 수지이다. 반면 아크릴 수지는 아크릴산, 메타크릴산 또는 그 에스터류와 같은 아크릴계 단량체의 중합으로 만들므로 포름알데히드와 가장 거리가 멀다.

선지별 해설

① X — 페놀 수지는 페놀과 포름알데히드의 축합으로 만들 수 있으므로 '포름알데히드와 가장 거리가 먼 수지'가 아니다. 올바르게는 대표적인 페놀－포름알데히드 수지이다.
② X — 멜라민 수지는 멜라민과 포름알데히드의 축합으로 만들 수 있으므로 정답이 아니다. 올바르게는 대표적인 멜라민－포름알데히드 수지이다.
③ X — 요소 수지는 요소와 포름알데히드의 축합으로 만들 수 있으므로 정답이 아니다. 올바르게는 대표적인 요소－포름알데히드 수지이다.
④ O — 아크릴 수지는 일반적으로 아크릴계 단량체의 중합으로 만들며, 제시된 수지 중 포름알데히드를 사용하여 만드는 수지와 가장 거리가 멀다.

오답 포인트

네 수지를 모두 합성수지라는 한 범주로만 보면 구별하기 어렵다. 핵심 함정은 '원료로 포름알데히드를 사용하는 축합수지인가'를 묻는다는 점이며, ①~③은 포름알데히드계 축합수지이고 ④만 아크릴계 단량체의 중합수지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수지 이름에서 페놀·멜라민·요소가 보이면 포름알데히드와의 축합수지를 먼저 떠올린다. 아크릴 수지는 아크릴계 단량체의 중합수지로 분리하여 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

페놀·멜라민·요소는 포름알데히드와 축합하고, 아크릴은 아크릴계 단량체가 중합한다.

NoteBase

문 14. Friedel-crafts 반응에 사용되는 촉매로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① Ni

② $AlCl_3$

③ KOH

④ H_2SO_4

정답 2번

출제 포인트

Friedel-Crafts 반응에서 친전자체를 만들어 주는 대표적인 루이스산 촉매를 묻는 문제이다.

핵심 개념

Friedel-Crafts 알킬화와 아실화는 방향족 고리에 탄소 골격을 도입하는 친전자성 방향족 치환 반응이다.
대표적인 촉매인 $AlCl_3$는 할로젠화 알킬 또는 할로젠화 아실의 전자쌍을 받아 결합을 강하게 편극시키고, 방향족 고리를 공격할 친전자체의 생성을 돕는 루이스산이다.

선지별 해설

① X — Ni를 Friedel-Crafts 반응의 촉매로 보는 것은 틀리다. Ni는 주로 수소 첨가 반응에 쓰이는 금속 촉매이며, Friedel-Crafts 반응의 대표 촉매는 루이스산인 $AlCl_3$이다.
② O — $AlCl_3$는 할로젠화 알킬이나 할로젠화 아실을 활성화하여 친전자체가 생성되도록 돕는 대표적인 Friedel-Crafts 촉매이다.
③ X — KOH를 Friedel-Crafts 반응의 촉매로 보는 것은 틀리다. KOH는 강염기로서 가수분해나 제거 반응 등에 사용되며, Friedel-Crafts 반응에는 $AlCl_3$와 같은 루이스산이 적절하다.
④ X — H_2SO_4를 이 반응의 대표 촉매로 고르는 것은 틀리다. H_2SO_4는 강한 브뢴스테드산으로 탈수·수화 등의 산 촉매 반응에 쓰일 수 있지만, 전형적인 Friedel-Crafts 알킬화·아실화의 대표 촉매는 $AlCl_3$이다.

오답 포인트

산성이 강한 물질이면 모두 Friedel-Crafts 촉매가 된다고 생각하기 쉽다. 이 문항에서는 양성자를 주는 강산보다 전자쌍을 받아 탄소 친전자체의 생성을 돕는 루이스산을 골라야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

Friedel-Crafts 알킬화·아실화와 할로젠화 탄소 화합물이 함께 제시되면, 이를 활성화하는 루이스산 촉매인 $AlCl_3$를 우선 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

Friedel-Crafts 반응은 탄소 친전자체 생성, 대표 촉매는 $AlCl_3$이다.

NoteBase

문 15. 석유의 주성분은 탄화수소로 되어 있으나 산지에 따라 차이가 있다. 일반적으로 탄화수소 이외에 불순물로 존재하는 물질 중 가장 양이 많고, 공해문제를 일으키기도 하는 물질로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 산소화합물

② 염소화합물

③ 금속화합물

④ 황화합물

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원유에 들어 있는 비탄화수소계 불순물 가운데 일반적으로 함량이 가장 많고 연소 시 대기오염을 일으키는 성분을 묻는 문제이다.

핵심 개념

황화합물은 원유에 황화수소, 메르캅탄, 황화물, 티오펜류 등의 형태로 존재하는 대표적인 불순물이다.
일반적으로 비탄화수소계 불순물 중 함량이 가장 많으며, 연소하면 황산화물이 생겨 대기오염의 원인이 된다.
산소화합물은 나프텐산·페놀류 등, 염소화합물은 염화물 등, 금속화합물은 바나듐·니켈 화합물 등이지만 보통 황화합물보다 적다.

선지별 해설

① X — 산소화합물은 원유에 존재할 수 있지만 일반적으로 비탄화수소계 불순물 중 함량이 가장 많은 성분은 아니다. 틀린 표현은 '가장 양이 많고 공해문제를 일으키는 산소화합물'이며, 올바르게는 '황화합물'이다.
② X — 염소화합물은 원유 자체의 주된 불순물이 아니며 염화물은 주로 염수나 염류의 혼입과 관련된다. 틀린 표현은 '가장 양이 많은 염소화합물'이며, 올바르게는 '황화합물'이다.
③ X — 바나듐·니켈 등의 금속화합물은 원유에 미량 존재하여 정제 촉매에 악영향을 줄 수 있지만 일반적으로 가장 많은 불순물은 아니다. 틀린 표현은 '가장 양이 많은 금속화합물'이며, 올바르게는 '황화합물'이다.
④ O — 황화합물은 원유의 대표적인 비탄화수소계 불순물로 일반적으로 함량이 가장 많고, 연소 과정에서 생성되는 황산화물이 대기오염을 일으킨다.

오답 포인트

산소·염소·금속 성분도 원유나 원유에 섞인 물질에서 검출될 수 있다는 점 때문에 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정어는 단순히 '존재한다'가 아니라 '일반적으로 가장 양이 많고 공해문제를 일으킨다'이며, 이에 해당하는 것은 황화합물이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원유 불순물 문제에서 '함량이 많다'와 '연소 시 대기오염'이 함께 제시되면 황화합물을 판단 기준으로 삼는다. '정제 촉매에 악영향'은 금속화합물, '산성·부식성'은 산소화합물이나 황화합물의 개별 성질일 수 있으므로 질문의 핵심 조건을 함께 확인한다.

암기 포인트

원유의 대표 불순물은 황화합물이고, 연소하면 황산화물 공해로 이어진다.

NoteBase

문 16. 다음 중 석유정제에 사용되는 용제가 갖추어야 할 조건으로 가장 적절하지 않은 것은 무엇인가?

① 추출할 성분에 대한 선택성이 높아야 한다.

② 추출할 성분에 대한 용해도가 높아야 한다.

③ 용제의 비점과 추출성분의 비점의 차이가 적어야 한다.

④ 독성이나 장치에 대한 부식성이 적어야 한다.

정답 3번

출제 포인트

석유정제용 추출 용제의 선택성·용해력·회수 용이성·안전성을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

좋은 추출 용제는 목표 성분을 선택적으로 잘 녹이고, 추출 후에는 목표 성분과 쉽게 분리되어 회수·재사용될 수 있어야 한다. 또한 독성과 장치 부식성이 작아야 한다. 특히 증류로 용제를 회수하려면 용제와 추출 성분의 비점 차이가 커야 분리가 쉽고 에너지 소모도 줄일 수 있다.

선지별 해설

① O — 추출할 성분에 대한 선택성이 높으면 혼합물의 다른 성분보다 목표 성분을 우선적으로 녹일 수 있으므로 적절한 조건이다.
② O — 목표 성분에 대한 용해도가 높으면 필요한 용제량을 줄이고 추출 효율을 높일 수 있으므로 적절한 조건이다.
③ X — 틀린 표현은 '비점의 차이가 적어야 한다'이다. 올바르게는 용제와 추출 성분의 비점 차이가 커야 증류 등의 방법으로 두 물질을 쉽게 분리하고 용제를 회수할 수 있다.
④ O — 독성과 장치에 대한 부식성이 작아야 작업 안전성이 높고 설비 손상과 유지 비용을 줄일 수 있으므로 적절한 조건이다.

오답 포인트

③에서 비점이 비슷하면 함께 증발하여 분리가 쉬울 것처럼 보일 수 있지만, 실제로는 비점 차이가 작을수록 증류 분리가 어렵다. 추출 성능뿐 아니라 사용한 용제를 제품에서 분리·회수하는 과정까지 고려해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

추출 용제의 조건은 '목표 성분은 선택적으로 잘 녹이는가, 추출 후 제품과 쉽게 분리·회수되는가, 안전하고 장치를 손상시키지 않는가'의 세 기준으로 판단한다. 비점 차이는 클수록 증류 분리에 유리하다.

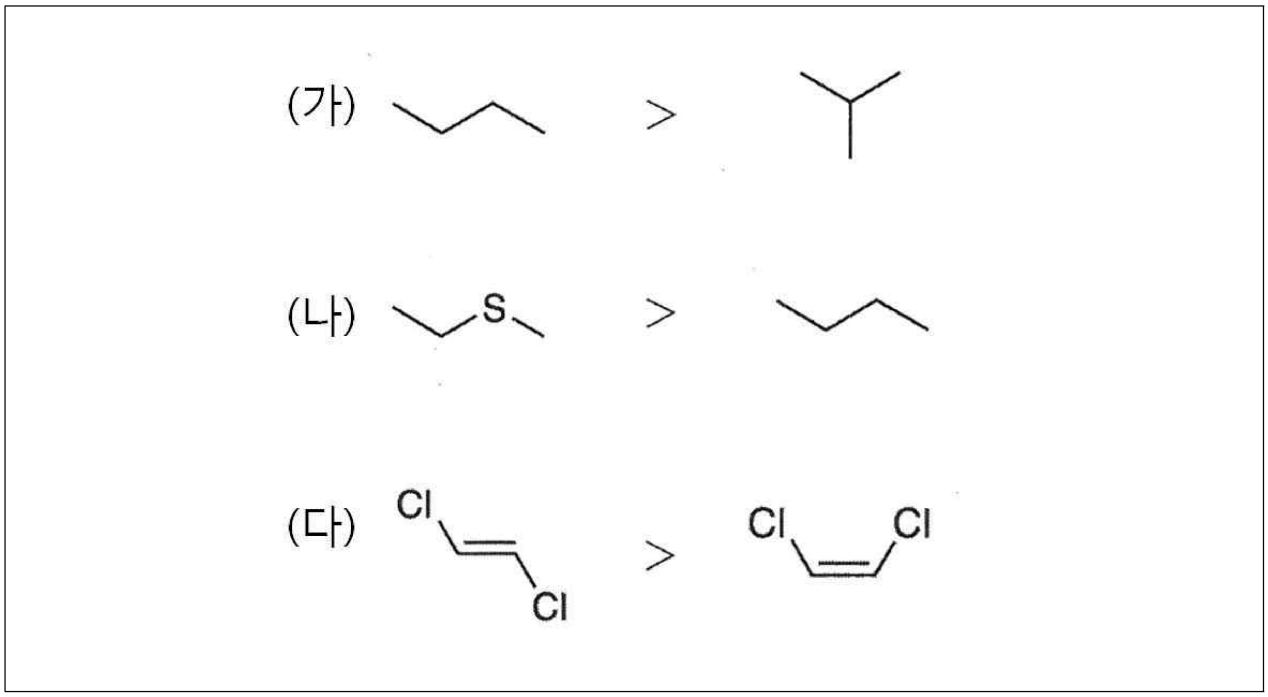
NoteBase

암기 포인트

선택성·용해도는 높게, 독성·부식성은 낮게, 용제와 추출 성분의 비점 차이는 크게 정리한다.

NoteBase

문 17. 다음 중 두 화합물의 끓는점을 비교한 것으로 옳은 것을 모두 고른 것은 무엇인가?



① (가), (나)

② (가), (다)

③ (나), (다)

④ (가), (나), (다)

정답 1번

출제 포인트

구조식에서 분자의 가지침, 원자의 종류, 기하 이성질체의 쌍극자 모멘트를 파악하여 분자 간 인력의 크기와 끓는점의 대소를 판단하는 문제이다. 분자 간 인력이 강할수록 액체를 기체로 만드는 데 더 많은 에너지가 필요하므로 끓는점이 높다.

NoteBase

선지별 해설

① O
(가)와 (나)는 모두 옳고 (다)는 틀리므로 옳은 비교만 고른 조합이다. (가)의 왼쪽 노말뷰테인은 오른쪽 아이소뷰테인보다 가지가 적고 접촉 표면적이 커서 런던 분산력이 강하므로 끓는점이 높다. (나)의 왼쪽 메틸 에틸 설파이드는 황 원자의 큰 분극성과 분자의 극성 때문에 오른쪽 노말뷰테인보다 분자 간 인력이 강하므로 끓는점이 높다.

② X
(가)는 옳지만 (다)는 틀리므로 '(가), (다)'가 잘못되었다. 올바르게는 (다)를 제외하고 (나)를 포함한 '(가), (나)'이다.

③ X
(나)는 옳지만 (다)는 틀리고 (가)는 옳으므로 '(나), (다)'가 잘못되었다. 올바르게는 '(가), (나)'이다.

④ X
'(가), (나), (다)' 가운데 (다)를 포함한 것이 잘못되었다. (다)의 왼쪽 트랜스-1,2-다이클로로에텐은 결합 쌍극자가 상당 부분 상쇄되지만, 오른쪽 시스-1,2-다이클로로에텐은 순쌍극자 모멘트가 있어 분자 간 인력이 더 강하다. 따라서 (다)는 '트랜스 이성질체의 끓는점이 시스 이성질체보다 낮다'로 고쳐야 하며, 올바른 조합은 '(가), (나)'이다.

오답 포인트

(가)에서는 탄소 수가 같아도 가지가 많아지면 분자 접촉 면적과 분산력이 작아져 끓는점이 낮아진다는 점이 핵심이다. (다)에서는 대칭성이 좋은 트랜스 이성질체의 녹는점이 더 높을 수 있다는 사실을 끓는점과 혼동하기 쉽다. 끓는점은 이 문항에서 시스 이성질체의 순쌍극자에 따른 더 강한 분자 간 인력이 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

끓는점 비교에서는 먼저 수소 결합과 영구 쌍극자 같은 강한 분자 간 힘을 확인하고, 그다음 원자량·분극성과 분자 표면적을 비교한다. 같은 탄소 골격에서는 가지가 적을수록 표면적이 커져 끓는점이 높아지고, 기하 이성질체에서는 결합 쌍극자의 상쇄 여부로 순쌍극자 모멘트를 판단한다.

암기 포인트

끓는점은 '분자 간 인력'이 기준이다. 가지가 적으면 분산력이 커지고, 시스형은 쌍극자가 남아 트랜스형보다 끓는점이 높아지는 경우가 많다.

NoteBase

문 18. 다음 중 고분자의 수평균 분자량을 측정하는 방법으로 가장 거리가 먼 것은 무엇인가?

① 삼투압법
② 광산란법
③ 빙점강하법
④ 비점상승법

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 고분자의 수평균 분자량을 구하는 총괄성 측정법과 중량평균 분자량을 구하는 광산란법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

수평균 분자량은 고분자 분자의 개수를 기준으로 평균한 분자량이다. 삼투압, 빙점강하, 비점상승과 같은 용액의 총괄성은 용질 입자 수에 좌우되므로 수평균 분자량을 구하는 데 이용한다. 반면 광산란 세기는 큰 분자의 영향을 더 크게 받으므로 광산란법으로는 중량평균 분자량을 구한다.

선지별 해설

① O — 삼투압법은 용액 속 용질 입자 수에 관계되는 삼투압을 측정하므로 수평균 분자량을 구하는 방법이다.
② X — 광산란법은 수평균 분자량 측정법이 아니다. 틀린 부분은 '수평균 분자량을 측정하는 방법'에 광산란법을 포함한 것이며, 올바르게는 광산란법은 중량평균 분자량을 측정하는 방법이다. 따라서 수평균 분자량 측정법과 가장 거리가 멀다.
③ O — 빙점강하법은 용질 입자 수에 따른 빙점강하를 이용하므로 수평균 분자량을 구하는 방법이다.
④ O — 비점상승법은 용질 입자 수에 따른 비점상승을 이용하므로 수평균 분자량을 구하는 방법이다.

오답 포인트

광산란법도 고분자의 분자량을 측정하므로 수평균 분자량 측정법으로 착각하기 쉽다. 그러나 광산란법이 주는 값은 중량평균 분자량이며, 삼투압·빙점강하·비점상승처럼 입자 수에 의존하는 총괄성 측정법이 수평균 분자량과 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

측정 원리가 용질 입자 수에 따른 총괄성이면 수평균 분자량으로, 산란광 세기처럼 큰 분자의 기여가 강조되면 중량평균 분자량으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

삼투압·빙점강하·비점상승은 수평균, 광산란은 중량평균이다.

NoteBase

문 19. 다음 중 벤젠을 400~500°C에서 V_2O_5 촉매 하에 반응시킬 때 주 생성물로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 푸마르산

② 나프탈렌

③ 말레산 무수물

④ 프탈산 무수물

정답 3번

출제 포인트

벤젠을 고온에서 산화바나듐(V) 촉매로 산화할 때 방향족 고리가 산화·개열되어 생성되는 주 생성물을 묻는 문제이다.

핵심 개념

벤젠은 400~500°C에서 V_2O_5 촉매 하에 공기 산화를 거치면 방향족 고리가 산화·개열되어 말레산 무수물을 주로 생성한다. 반면 프탈산 무수물은 주로 나프탈렌이나 o-자일렌의 촉매 산화로 제조한다.

선지별 해설

① X — 푸마르산은 말레산의 트랜스 이성질체이며, 이 반응의 주 생성물이 아니다. 틀린 생성물명 '푸마르산'은 '말레산 무수물'로 고쳐야 한다.
② X — 나프탈렌은 산화 생성물이 아니라 프탈산 무수물 제조에 사용할 수 있는 원료이다. 틀린 표현 '나프탈렌'은 이 반응의 생성물인 '말레산 무수물'로 고쳐야 한다.
③ O — 벤젠은 V_2O_5 촉매와 400~500°C 조건에서 산화되어 말레산 무수물을 주로 생성한다.
④ X — 프탈산 무수물은 주로 나프탈렌 또는 o-자일렌을 촉매 산화하여 얻는다. 벤젠을 제시된 조건에서 산화한 주 생성물은 프탈산 무수물이 아니라 말레산 무수물이다.

오답 포인트

③의 말레산 무수물과 ④의 프탈산 무수물은 모두 방향족 원료의 산화 공정과 연결되어 혼동하기 쉽다. 원료가 벤젠이면 말레산 무수물, 나프탈렌이나 o-자일렌이면 프탈산 무수물로 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원료와 생성물의 탄소 골격을 연결해 판단한다. 벤젠의 강한 촉매 산화에서는 고리가 산화·개열되어 말레산 무수물이 되고, 나프탈렌이나 o-자일렌의 산화에서는 벤젠 고리 하나가 남은 프탈산 무수물이 된다.

암기 포인트

벤젠 산화 → 말레산 무수물, 나프탈렌·o-자일렌 산화 → 프탈산 무수물이다.

NoteBase

문 20. 다음 중 스티렌의 제조원료로 가장 적절한 것은 무엇인가?

① 에틸렌과 톨루엔

② 에틸렌과 클로로벤젠

③ 에틸렌과 벤젠

④ 프로필렌과 톨루엔

정답 3번

출제 포인트

스티렌의 공업적 제조에서 먼저 에틸벤젠을 만드는 원료 조합을 묻는 문제이다.

핵심 개념

스티렌은 벤젠을 에틸렌으로 알킬화하여 에틸벤젠을 만든 뒤, 에틸벤젠을 탈수소하여 제조한다. 따라서 출발 원료의 핵심 조합은 벤젠과 에틸렌이다.

선지별 해설

① X
에틸렌과 톨루엔을 반응시키면 톨루엔의 메틸기가 남아 있는 에틸톨루엔류가 생성되므로 스티렌의 직접 전구체인 에틸벤젠이 되지 않는다. 틀린 원료인 톨루엔은 벤젠으로 고쳐야 한다.

② X
클로로벤젠에는 염소 치환기가 있으므로 에틸렌과 반응시키는 조합은 에틸벤젠을 만드는 표준 원료 조합이 아니다. 틀린 원료인 클로로벤젠은 벤젠으로 고쳐야 한다.

③ O
벤젠과 에틸렌을 알킬화하면 에틸벤젠이 생성되고, 이를 탈수소하면 스티렌이 생성된다. 따라서 스티렌 제조에 가장 적절한 원료 조합이다.

④ X
프로필렌과 톨루엔의 조합은 탄소 수와 치환 구조가 에틸벤젠 형성에 맞지 않으며, 이소프로필톨루엔류를 만들 수 있다. 틀린 원료 조합은 에틸렌과 벤젠으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

스티렌이라는 생성물의 비닐기만 보고 알켄을 고르면 안 된다. ①과 ④의 톨루엔은 이미 메틸 치환기를 가지며, ②의 클로로벤젠은 염소 치환기를 가지므로 에틸벤젠 제조 원료인 벤젠을 대신할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

스티렌 제조 원료를 물으면 '벤젠과 에틸렌 → 에틸벤젠 → 탈수소 → 스티렌'의 공정 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

벤젠 + 에틸렌 = 에틸벤젠, 에틸벤젠 - 수소 = 스티렌이다.

NoteBase