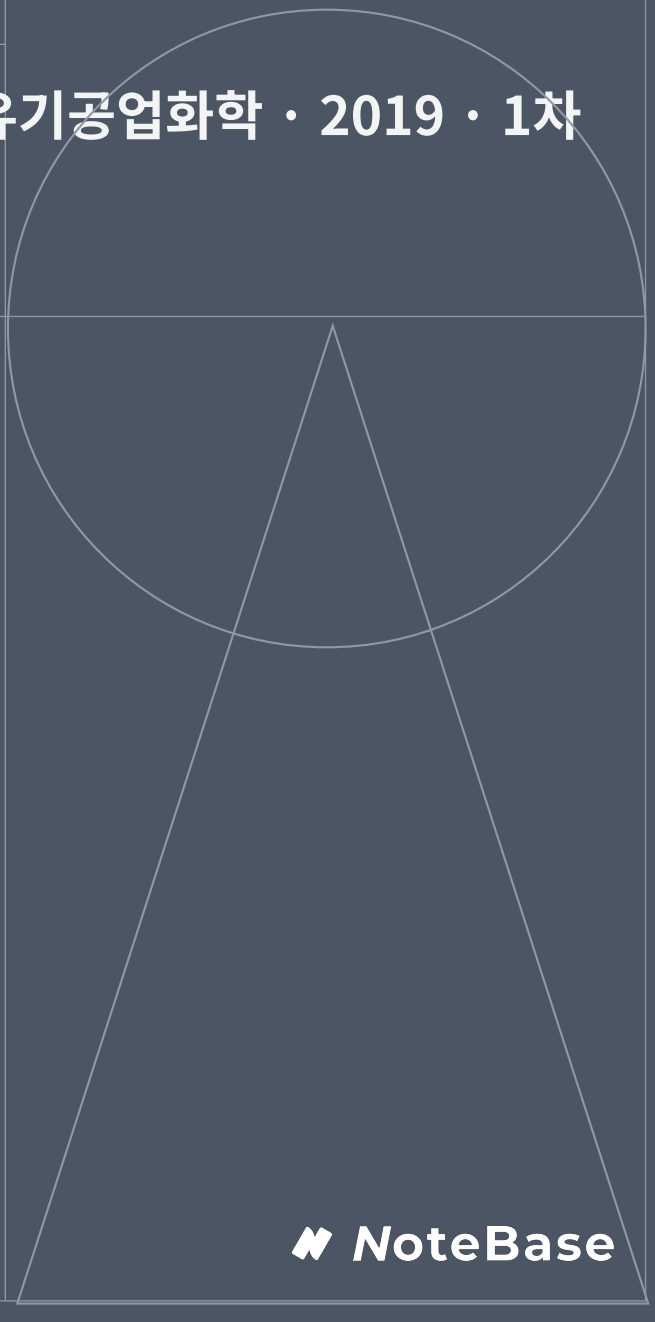
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2019 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2019 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2019 · 1차

문 1. 다음 중 연소 시 다이옥신의 유발 가능성이 가장 큰 합성수지는 무엇인가?

① PVC

② 폴리스티렌

③ 폴리에스테르

④ 폴리에틸렌

정답 1번

출제 포인트

다이옥신 생성 가능성과 합성수지에 포함된 염소의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

다이옥신은 염소를 포함한 유기물이 불완전 연소하거나 부적절한 온도 조건에서 처리될 때 생성될 수 있는 염소계 유기화합물이다. PVC는 반복단위에 염소를 포함하므로 네 수지 중 연소 시 다이옥신 유발 가능성이 가장 크다.

선지별 해설

① O — PVC는 분자 구조에 염소를 포함하므로 불완전 연소 과정에서 다이옥신류 생성에 필요한 염소 공급원이 될 수 있다.
② X — 폴리스티렌은 일반적인 반복단위가 탄소와 수소로 이루어져 있어 PVC처럼 염소를 포함하지 않는다. 따라서 이 선지는 폴리스티렌이 아니라 PVC로 고쳐야 한다.
③ X — 일반적인 폴리에스테르는 주사슬에 에스테르 결합을 가지며 PVC처럼 염소를 포함하지 않는다. 따라서 이 선지는 폴리에스테르가 아니라 PVC로 고쳐야 한다.
④ X — 폴리에틸렌은 탄소와 수소로 이루어진 탄화수소계 수지로서 PVC처럼 염소를 포함하지 않는다. 따라서 이 선지는 폴리에틸렌이 아니라 PVC로 고쳐야 한다.

오답 포인트

모든 플라스틱이 연소 과정에서 유해 물질을 만들 수 있다는 점과 다이옥신 생성 가능성을 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정적 단서는 ① PVC의 염소 함유 여부이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

연소와 다이옥신을 함께 물으면 먼저 고분자 구조에 염소가 포함되는지를 확인한다. 제시된 수지 중 염소를 포함한 PVC를 우선 판단한다.

암기 포인트

PVC는 염소 함유 수지이므로 연소 시 다이옥신 위험과 연결된다.

NoteBase

문 2. 다음 중 에스테르화 반응에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 에스테르의 일반식은 RCOOR′이다.
㉡ 알코올과 카르복시산을 염기성 촉매하에 반응시키면 물과 에스테르가 생성된다.
㉢ 역반응시 가수분해되어 카르복시산과 알코올이 생성된다.

① ㉠
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

에스테르의 구조와 카르복시산·알코올 사이의 산 촉매 에스테르화 및 그 역반응인 가수분해를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

에스테르는 카르복시산의 -OH가 -OR′로 바뀐 유도체로, 일반 구조는 RCOOR′이다. 카르복시산과 알코올의 에스테르화는 일반적으로 산 촉매에서 진행되어 에스테르와 물을 만들며, 역반응인 산 촉매 가수분해에서는 다시 카르복시산과 알코올이 생성된다. 염기성 조건에서는 카르복시산이 카르복실산염으로 중화되므로 지문과 같은 에스테르화 조건이 되지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠은 옳지만 ㉢도 옳으므로 '㉠만 옳다'는 구성이 틀렸다. 올바르게는 ㉠과 ㉢을 함께 골라야 한다.

② O
㉠의 에스테르 일반 구조 RCOOR′는 옳고, ㉢의 역반응인 가수분해에서 카르복시산과 알코올이 생성된다는 설명도 옳다. 따라서 옳은 설명은 ㉠, ㉢이다.

③ X
㉡을 포함하고 ㉠을 제외한 부분이 틀렸다. 카르복시산과 알코올의 에스테르화에는 염기성 촉매가 아니라 산 촉매를 사용하며, ㉠은 옳다. 올바른 조합은 ㉠, ㉢이다.

④ X
㉡의 '염기성 촉매하에'가 틀렸다. 올바르게는 카르복시산과 알코올을 산 촉매하에 반응시키면 물과 에스테르가 생성된다. 따라서 세 설명이 모두 옳은 것은 아니다.

오답 포인트

㉡의 생성물만 보고 옳다고 판단하기 쉽지만, 함정은 촉매 조건이다. 카르복시산과 알코올의 직접 에스테르화는 산 촉매 반응이며, 염기는 카르복시산을 카르복실산염으로 중화한다.

다시 나오면 이렇게 판단

'카르복시산 + 알코올 ⇄ 에스테르 + 물'의 관계를 먼저 세우고 촉매가 산인지 확인한다. 정반응은 에스테르화, 역반응은 가수분해로 판단한다.

암기 포인트

에스테르 RCOOR′, 산 촉매로 생성, 물로 가수분해한다.

NoteBase

문 3. 옥탄가에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 가솔린의 안티노크성(Antiknock Property)을 표시하는 척도이다.

② 노말헵탄(n-Heptane)과 이소옥탄(iso-Octane)의 비율에 따라 옥탄가를 구할 수 있다.

③ 옥탄가는 톨루엔(Toluene)이 2-Methyl Hexane보다 낮다.

④ n-파라핀 탄화수소는 보통 탄소수가 적을수록 옥탄가가 높다.

정답 3번

출제 포인트

옥탄가의 뜻과 기준 물질, 탄화수소 구조에 따른 안티노크성의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

옥탄가는 가솔린이 압축 과정에서 이상 연소인 노킹을 견디는 정도, 즉 안티노크성을 나타내는 척도이다. 표준 기준에서 이소옥탄은 옥탄가 100, 노말헵탄은 옥탄가 0으로 정하며, 시험 연료와 같은 노킹 특성을 보이는 표준 혼합물 중 이소옥탄의 부피 백분율로 옥탄가를 나타낸다. 일반적으로 같은 계열에서는 직쇄 구조보다 가지가 많은 구조가, 지방족 탄화수소보다 방향족 탄화수소가 높은 옥탄가를 보인다.

선지별 해설

① O — 옥탄가는 가솔린의 안티노크성, 즉 노킹에 대한 저항성을 표시하는 척도이다.
② O — 시험 연료의 노킹 특성과 같은 노킹 특성을 나타내는 이소옥탄·노말헵탄 표준 혼합물의 조성으로 옥탄가를 정한다. 이때 이소옥탄의 부피 백분율이 옥탄가가 된다.
③ X — 틀린 표현은 '톨루엔이 2-Methyl Hexane보다 낮다'이다. 방향족 탄화수소인 톨루엔은 가지가 하나 있는 지방족 탄화수소인 2-메틸헥산보다 옥탄가가 높다. 올바르게는 '옥탄가는 톨루엔이 2-메틸헥산보다 높다'이다.
④ O — n-파라핀에서는 탄소수가 늘어나 사슬이 길어질수록 옥탄가가 낮아지는 경향이 있으므로, 보통 탄소수가 적을수록 옥탄가가 높다.

오답 포인트

③은 '방향족'과 '가지 달린 지방족'을 모두 안티노크성이 좋은 구조로 묶어 상대적 크기를 뒤집은 선지이다. 2-메틸헥산은 노말헵탄보다 가지가 있어 옥탄가가 높지만, 그렇다고 톨루엔보다 높은 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 옥탄가가 높을수록 노킹 저항성이 크다는 뜻임을 확인한다. 구조 비교에서는 일반적으로 방향족과 가지가 많은 구조는 높게, 긴 직쇄 n-파라핀은 낮게 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

이소옥탄 100, 노말헵탄 0이며, 가지와 방향족은 옥탄가를 높이고 긴 직쇄는 옥탄가를 낮춘다.

NoteBase

문 4. 다음 물질 중 할로겐화 알킬(RX)과의 반응속도가 빠른 순서대로 나열한 것은?

㉠ $(CH_3)_2C=CH_2$
㉡ cis-1,2-메틸에텐
㉢ trans-1,2-메틸에텐
㉣ 1-butene

① ㉡㉠㉣㉢
② ㉡㉣㉠㉢
③ ㉣㉢㉡㉠
④ ㉣㉡㉢㉠

정답 4번

출제 포인트

알켄과 할로겐화 알킬(RX)의 반응에서 이중결합 주변의 치환 형태와 입체장애에 따른 상대 반응속도를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

이중결합의 반응 자리로 반응물이 접근하기 쉬울수록 반응속도가 빠르다. 이 문항의 네 알켄은 말단 직쇄형인 ㉣ 1-butene, cis형 내부 알켄인 ㉡, trans형 내부 알켄인 ㉢, 한쪽 이중결합 탄소에 두 메틸기가 붙은 가지형인 ㉠ $(CH_3)_2C=CH_2$의 순서로 반응성이 감소한다. 따라서 상대 반응속도는 ㉣ > ㉡ > ㉢ > ㉠이다.

선지별 해설

① X — ㉡을 가장 빠르게, ㉠을 두 번째로 둔 배열이 틀렸다. 말단 직쇄형 ㉣이 가장 빠르고 가지형 ㉠이 가장 느리므로 올바른 순서는 ㉣ > ㉡ > ㉢ > ㉠이다.
② X — ㉡ > ㉣ 및 ㉠ > ㉢으로 배열한 부분이 틀렸다. ㉣은 ㉡보다 접근이 쉽고, ㉠은 네 물질 중 입체장애가 가장 커서 가장 느리다. 올바른 순서는 ㉣ > ㉡ > ㉢ > ㉠이다.
③ X — ㉣을 첫째, ㉠을 마지막에 둔 것은 맞지만 ㉢과 ㉡의 순서가 뒤바뀌었다. cis형 ㉡이 trans형 ㉢보다 빠르므로 올바른 순서는 ㉣ > ㉡ > ㉢ > ㉠이다.
④ O — 1-butene인 ㉣이 가장 빠르고, 이어서 cis형 ㉡, trans형 ㉢, 가지형 ㉠의 순서가 되므로 ㉣㉡㉢㉠이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

알켄의 열역학적 안정성 순서를 그대로 반응속도 순서로 옮기거나, 이중결합 치환도가 같은 cis형·trans형·가지형을 모두 같은 속도로 보는 것이 함정이다. 이 문항에서는 말단 직쇄형의 접근 용이성, cis형과 trans형의 차이, 가지형 이중결합 주변의 입체장애를 함께 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 말단 직쇄 알켄을 가장 빠른 쪽에 두고, 이중결합 주변이 가지로 막힌 알켄을 가장 느린 쪽에 둔다. 가운데의 기하이성질체는 cis형이 trans형보다 빠르다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

반응속도 순서는 1-butene > cis형 > trans형 > 가지형, 즉 ㉣ > ㉡ > ㉢ > ㉠이다.

NoteBase

문 5. 방향족 니트로화 반응에서 황산의 탈수값(DVS값)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① DVS값이 클수록 반응의 안정성과 수율이 증가한다.

② DVS값이 작아지면 수율이 감소하고, 질산의 산화작용이 저해된다.

③ DVS값은 혼합산을 사용하여 니트로화 시킬 때의 기준이다.

④ DVS값은 혼합산 중의 황산의 양과 반응 후 혼합산 중의 물의 양의 비를 나타낸 것이다.

정답 2번

출제 포인트

황산의 탈수값(DVS)의 정의와 DVS가 혼합산의 니트로화 능력 및 질산의 산화 부반응에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

DVS는 니트로화가 끝났을 때 혼합산에 존재하는 황산의 질량을 그때 존재하는 전체 물의 질량으로 나눈 값이다. 즉, DVS=(반응 후 혼합산 중 황산의 질량)/(반응 후 혼합산 중 전체 물의 질량)이다. DVS가 작다는 것은 황산에 비해 물이 많아 혼합산의 탈수력과 니트로화 능력이 약하다는 뜻이며, 이때 질산에 의한 산화 부반응은 상대적으로 커질 수 있다.

선지별 해설

① O — 적정 조업 범위에서 DVS가 커지면 물에 대한 황산의 비가 커져 혼합산의 탈수력과 니트로화 능력이 높아지므로 반응의 안정성과 수율을 높이는 데 유리하다.
② X — 틀린 표현은 '질산의 산화작용이 저해된다'이다. DVS가 작아지면 물의 상대량이 많아져 니트로화 능력과 수율은 감소하지만, 질산에 의한 산화 부반응은 저해되는 것이 아니라 상대적으로 촉진될 수 있다.
③ O — DVS는 황산과 질산의 혼합산을 사용하는 니트로화에서 혼합산의 탈수 능력과 니트로화 조건을 나타내는 대표적인 기준이다.
④ O — DVS는 반응에 사용된 황산의 양과 니트로화 반응 후 혼합산에 존재하는 전체 물의 양의 질량비를 나타낸다. 반응 후 물에는 처음부터 혼합산에 들어 있던 물과 니트로화 과정에서 생성된 물이 포함된다.

오답 포인트

②는 'DVS 감소 → 수율 감소'까지는 맞지만, 뒤의 산화작용 방향을 반대로 제시한다. DVS가 낮아져 니트로화 능력이 약해지는 것과 질산의 산화 부반응이 줄어드는 것은 같은 의미가 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 DVS를 '반응 후 황산/전체 물의 질량비'로 해석한다. DVS가 크면 상대적으로 물이 적어 탈수력과 니트로화 능력이 크고, DVS가 작으면 니트로화 능력과 수율은 낮아지며 질산의 산화 부반응은 상대적으로 커질 수 있다고 판단한다.

암기 포인트

DVS는 반응 후 황산/물의 질량비이다. 낮은 DVS는 니트로화 약화·수율 감소·산화 부반응 증가로 연결한다.

NoteBase

문 6. 에틸렌을 원료로 하는 와커(Wacker)공정의 최종 생산품으로 가장 옳은 것은?

① 벤젠

② 알코올

③ 에테르

④ 알데히드

정답 4번

출제 포인트

에틸렌을 원료로 하는 와커 공정의 반응 유형과 최종 생성물을 묻는 문제이다.

핵심 개념

와커 공정은 팔라듐 촉매와 구리계 재산화제를 이용하여 에틸렌을 산화하고 아세트알데히드를 제조하는 공정이다. 핵심 구분은 에틸렌의 방향족화·수화·에테르화가 아니라 알데히드로의 산화가 일어난다는 점이다.

선지별 해설

① X — '벤젠'이 틀린 표현이다. 벤젠은 방향족 탄화수소이며, 와커 공정에서 에틸렌으로부터 얻는 최종 생성물은 벤젠이 아니라 아세트알데히드이다.
② X — '알코올'이 틀린 표현이다. 에틸렌을 단순히 수화하면 에탄올을 생각할 수 있지만, 와커 공정은 에틸렌을 산화하여 알데히드인 아세트알데히드를 만든다.
③ X — '에테르'가 틀린 표현이다. 와커 공정의 생성물은 에테르 결합을 가진 물질이 아니라 카보닐기를 가진 아세트알데히드이다.
④ O — 에틸렌을 원료로 하는 와커 공정의 최종 생산품은 알데히드에 속하는 아세트알데히드이다.

오답 포인트

에틸렌에 물이 관여한다는 점만 보고 ② 알코올을 고르는 것이 함정이다. 와커 공정에서는 물이 반응에 참여하더라도 최종적으로 에틸렌이 산화되어 아세트알데히드가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

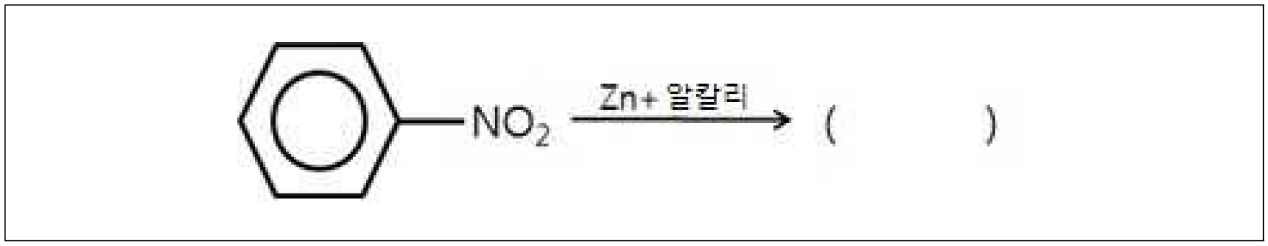
원료가 에틸렌이고 공정명이 와커이면 생성물을 아세트알데히드로 연결하고, 그 작용기 분류가 알데히드임을 확인한다.

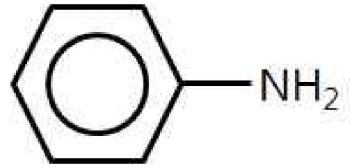
암기 포인트

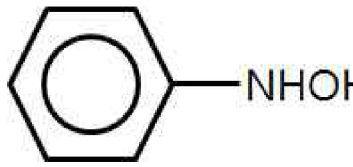
와커 공정: 에틸렌의 산화 → 아세트알데히드(알데히드).

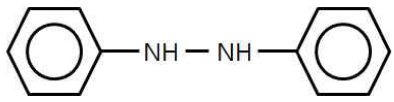
NoteBase

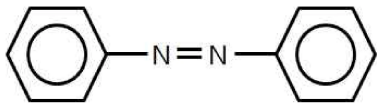
문 7. 방향족 화합물의 아민화 반응은 환원제의 종류에 따라 생성물이 달라진다. 다음과 같이 반응을 시켰을 때 생성되는 물질은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

출제 포인트

니트로벤젠을 Zn/알칼리로 환원할 때 두 분자가 결합한 하이드라조벤젠이 생성됨을 구조식으로 판별하는 문제이다. 하이드라조기는 두 벤젠 고리 사이에 –NH – NH – 결합을 가진다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 이 구조는 아닐린 $C_6H_5NH_2$이다. 니트로기가 한 분자 내에서 아미노기로 완전히 환원된 구조이며, 이 문제의 Zn/알칼리 조건에서 고르는 생성물은 두 방향족 고리가 결합한 하이드라조벤젠이다. 틀린 구조 → 올바르게는 $C_6H_5NH-NHC_6H_5$이다.
② X — 이 구조는 페닐하이드록실아민 C_6H_5NHOH이다. 니트로벤젠 환원의 중간 단계에 해당하는 한 분자형 생성물이며, Zn/알칼리 조건의 최종 선택 구조가 아니다. 틀린 구조 → 올바르게는 $C_6H_5NH-NHC_6H_5$이다.
③ O — 두 벤젠 고리가 $-NH-NH-$로 연결된 하이드라조벤젠이다. 알칼리성 환원 조건에서는 니트로벤젠에서 유래한 질소 종들이 결합하고 계속 환원되어 이 구조를 형성한다.
④ X — 이 구조는 아조벤젠 $C_6H_5N=NC_6H_5$이다. 아조기의 $N=N$ 이중 결합이 더 환원되면 $-NH-NH-$ 단일 결합을 가진 하이드라조벤젠이 된다. 틀린 구조 → 올바르게는 $C_6H_5NH-NHC_6H_5$이다.

오답 포인트

니트로벤젠 환원 생성물을 모두 아닐린으로 단정하거나, 아조벤젠의 $-N=N-$과 하이드라조벤젠의 $-NH-NH-$를 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 'Zn+알칼리'와 질소 사이 결합의 환원 정도를 함께 보아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 환원 매질이 산성인지 알칼리성인지 확인한다. 알칼리성 Zn 환원에서는 두 방향족 질소 종의 결합을 떠올리고, $-N=N-$보다 더 환원된 $-NH-NH-$ 구조를 선택한다.

암기 포인트

니트로벤젠 + Zn/알칼리 → 하이드라조벤젠, 핵심 결합은 Ph − NH − NH − Ph이다.

NoteBase

문 8. 알코올에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 히드록시기(-OH)의 수에 따라 1, 2, 3가 알코올로 분류된다.

② 탄소수가 증가하면 비등점과 녹는점이 높아지고 물에 대한 용해도도 증가한다.

③ 분자 내에 수소결합이 있어 분자량이 비슷한 다른 물질보다 끓는점이 높다.

④ 액상 알코올은 특유한 냄새와 맛을 가진다.

정답 2번

출제 포인트

알코올의 분류 기준과 수소 결합, 탄소 수에 따른 끓는점 및 물에 대한 용해도 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

알코올은 분자에 히드록시기(-OH)를 가진 유기 화합물이다. 히드록시기의 수에 따라 1가·2가·3가 알코올로 나누며, 히드록시기는 분자 사이의 수소 결합과 물에 대한 친화성을 만든다. 같은 계열에서는 탄소 사슬이 길어질수록 분산력이 커져 끓는점은 대체로 높아지지만, 소수성인 탄화수소 부분의 영향이 커져 물에 대한 용해도는 낮아진다.

선지별 해설

① O — 알코올은 한 분자에 들어 있는 히드록시기(-OH)의 수에 따라 1가, 2가, 3가 알코올로 분류한다.
② X — 틀린 부분은 '탄소수가 증가하면 물에 대한 용해도도 증가한다'이다. 탄소 수가 증가하면 소수성 탄화수소 사슬의 비중이 커지므로 물에 대한 용해도는 감소한다. 끓는점은 분자 사이의 분산력이 커져 대체로 높아지고, 녹는점도 전체적으로 높아지는 경향이 있으나 분자 구조와 결정 배열에 따라 불규칙성이 나타날 수 있다.
③ O — 알코올의 히드록시기는 알코올 분자 사이에 수소 결합을 형성한다. 이 때문에 분자량이 비슷하면서 수소 결합을 하지 못하는 물질보다 끓는점이 높다.
④ O — 액체 상태의 알코올은 종류에 따라 차이는 있지만 특유의 냄새와 맛을 나타낸다.

오답 포인트

②는 탄소 수 증가에 따른 끓는점 변화와 물에 대한 용해도 변화를 모두 같은 방향으로 묶은 것이 함정이다. 탄소 사슬이 길어지면 분산력은 커지지만 물과 친화적인 -OH기의 상대적 영향은 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

알코올 동족체의 탄소 수가 증가할 때는 '분산력 증가 → 끓는점 대체로 상승', '소수성 부분 증가 → 물에 대한 용해도 감소'로 나누어 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

알코올은 -OH 수로 가수를 나누고, 탄소 사슬이 길어질수록 끓는점은 대체로 올라가지만 물에 대한 용해도는 내려간다.

NoteBase

문 9. 다음 탄화수소 중 원유에 가장 적은 양이 포함되어 있는 것은?

① 나프텐계 탄화수소

② 올레핀계 탄화수소

③ 방향족 탄화수소

④ 파라핀계 탄화수소

정답 2번

출제 포인트

원유를 이루는 주요 탄화수소 계열과 원유에 거의 존재하지 않는 올레핀계 탄화수소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

파라핀계 탄화수소는 사슬형 포화 탄화수소이고, 나프텐계 탄화수소는 고리형 포화 탄화수소이며, 방향족 탄화수소는 방향족 고리를 가진 탄화수소이다. 이들은 원유의 대표적 구성 성분이다. 올레핀계 탄화수소는 탄소-탄소 이중 결합을 가진 불포화 탄화수소로 반응성이 커서 천연 원유에는 매우 적고, 주로 원유의 열분해·접촉분해 과정에서 생성된다.

선지별 해설

① X — 나프텐계 탄화수소는 원유에 들어 있는 대표적인 고리형 포화 탄화수소이므로 가장 적은 계열이 아니다. 틀린 판단은 '나프텐계가 가장 적다'는 것이며, 올바르게는 올레핀계 탄화수소가 가장 적다.
② O — 올레핀계 탄화수소는 이중 결합 때문에 반응성이 커서 천연 원유에는 거의 존재하지 않으며, 네 계열 중 함량이 가장 적다.
③ X — 방향족 탄화수소는 원유에 실제로 포함되는 주요 탄화수소 계열 중 하나이므로 가장 적은 계열이 아니다. 틀린 판단은 '방향족이 가장 적다'는 것이며, 올바르게는 올레핀계 탄화수소가 가장 적다.
④ X — 파라핀계 탄화수소는 원유의 대표적인 사슬형 포화 탄화수소이므로 가장 적은 계열이 아니다. 틀린 판단은 '파라핀계가 가장 적다'는 것이며, 올바르게는 올레핀계 탄화수소가 가장 적다.

오답 포인트

원유를 분해한 뒤 얻는 석유화학 원료와 천연 상태의 원유 조성을 혼동하기 쉽다. 에틸렌·프로필렌 같은 올레핀은 석유화학에서 중요하지만, 이는 주로 분해 공정으로 만들어지는 물질이므로 원유 속 함량이 많다는 뜻이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

천연 원유의 조성을 물으면 포화 탄화수소인 파라핀계·나프텐계와 방향족은 원유의 대표 성분으로 분류하고, 반응성이 큰 불포화 탄화수소인 올레핀계는 원유에 거의 없으며 분해 공정에서 주로 생성된다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

원유에는 파라핀·나프텐·방향족, 올레핀은 분해 공정에서 생성된다.

NoteBase

문 10. 계면활성제에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 분자 내 친수성기, 소수성기를 가지고 있다.

② 대표적인 계면활성제로 비누가 있다.

③ 이온성 계면활성제는 음이온성 계면활성제, 양이온성 계면활성제, 양쪽성 계면활성제가 있다.

④ 계면활성제의 세척 작용의 원인이 되는 작용기는 친수성 알킬기와 친유성 $-COO^-$가 있다.

정답 4번

출제 포인트

계면활성제를 이루는 친수성 부분과 소수성 부분의 성질 및 이온성 계면활성제의 분류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

계면활성제는 한 분자 안에 물과 잘 상호작용하는 친수성기와 기름과 잘 상호작용하는 소수성기(친유성기)를 함께 가진 물질이다. 비누에서 긴 알킬 사슬은 소수성·친유성 부분이고, 카복실레이트기 $-COO^-$는 이온성인 친수성 부분이다. 이온성 계면활성제는 물속에서 생성되는 이온의 성질에 따라 음이온성, 양이온성, 양쪽성으로 나뉜다.

선지별 해설

① O — 계면활성제는 한 분자 내에 친수성기와 소수성기를 모두 가지므로 옳다.
② O — 비누는 고급 지방산의 염으로, 대표적인 음이온성 계면활성제이므로 옳다.
③ O — 이온성 계면활성제는 음이온성, 양이온성, 양쪽성 계면활성제로 분류되므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '친수성 알킬기'와 '친유성 $-COO^-$'이다. 실제로는 알킬기가 소수성·친유성 부분이고, $-COO^-$가 친수성 부분이다. 선지에서 두 부분의 성질을 서로 바꾸어 서술하였다.

오답 포인트

④는 계면활성제에 친수성 부분과 친유성 부분이 있다는 사실 자체는 제시하지만, 긴 탄화수소 알킬기와 이온성 카복실레이트기의 성질을 정반대로 연결한 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

구조에서 긴 탄화수소 사슬은 기름과 친한 소수성·친유성 부분으로, 전하를 띤 이온성 작용기는 물과 친한 친수성 부분으로 판단한다.

암기 포인트

비누는 '알킬 사슬=친유성 꼬리, $-COO^-$=친수성 머리'로 정리된다.

NoteBase

문 11. 다음 중 우레탄 결합을 나타내는 것은?

① −COO −

② $-NH_2-$

③ −NHCO −

④ −NHCOO −

정답 4번

출제 포인트

우레탄 결합의 작용기 구조를 다른 질소·산소 함유 결합과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

우레탄 결합은 카바메이트 결합이라고도 하며, 질소와 카보닐 탄소 및 산소가 이어진 −NHCOO − 구조이다. 폴리우레탄은 일반적으로 이소시아네이트기와 하이드록실기의 반응으로 이 결합을 형성한다.

선지별 해설

① X — −COO −에는 우레탄 결합에 필요한 질소 원자가 없다. 틀린 표현은 −COO −이며, 우레탄 결합은 −NHCOO −이다.
② X — $-NH_2-$는 카보닐기와 산소를 포함하지 않아 우레탄 결합이 아니다. 틀린 표현은 $-NH_2-$이며, 우레탄 결합은 −NHCOO −이다.
③ X — −NHCO −는 산소를 사이에 둔 카바메이트 구조가 아니라 아미드 결합에 해당한다. 틀린 표현은 −NHCO −이며, 우레탄 결합은 산소가 하나 더 이어진 −NHCOO −이다.
④ O — −NHCOO −는 질소-카보닐-산소의 배열을 갖는 우레탄(카바메이트) 결합이다.

오답 포인트

③의 아미드 결합 −NHCO −와 ④의 우레탄 결합 −NHCOO −를 혼동하기 쉽다. 카보닐 탄소 뒤에 산소가 하나 더 연결되는지가 핵심 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

구조에서 −NH −, C = O, −O −가 연속하는지 확인한다. 세 부분이 이어지면 우레탄 결합으로 판단한다.

암기 포인트

우레탄은 카바메이트, 결합 구조는 −NHCOO −이다.

NoteBase

문 12. 석유의 화학적 전환공정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 개질공정(Reforming) : 옥탄가가 낮은 분해가솔린이나 직류가솔린의 일부를 분해하여 옥탄가가 높은 리포밍가솔린으로 변화시키거나 나프텐계 탄화수소, 파라핀을 지방족 탄화수소로 변화시키는 것

② 알킬화공정(Alkylation) : 분해가스 안의 올레핀과 파라핀을 촉매로 사용하여 이소파라핀을 주성분으로 하는 '알킬레이트'라 불리는 옥탄값이 높은 가솔린을 만드는 것

③ 이성질화공정(Isomerization) : 촉매를 사용해 n-파라핀을 각각 이소파라핀으로 이성질화하는 것

④ 분해공정(Cracking) : 끓는점이 높고 분자량이 큰 탄화수소를 끓는점이 낮고 분자량이 작은 탄화수소로 분해하는 것

정답 1번

출제 포인트

석유의 화학적 전환공정인 개질, 알킬화, 이성질화, 분해가 각각 원료 탄화수소의 구조와 분자 크기를 어떻게 바꾸는지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

개질공정: 저옥탄가 나프타의 분자 구조를 바꾸어 방향족 탄화수소와 가지 달린 이소파라핀 등의 비율을 높이고 옥탄가를 향상하는 공정이다.
알킬화공정: 저분자 올레핀과 이소파라핀을 산 촉매 존재하에 반응시켜 고옥탄가의 가지 달린 이소파라핀 혼합물인 알킬레이트를 만드는 공정이다.
이성질화공정: 직쇄형 n-파라핀을 같은 분자식의 가지 달린 이소파라핀으로 바꾸어 옥탄가를 높이는 공정이다.
분해공정: 고비점·고분자량 탄화수소의 큰 분자를 저비점·저분자량 탄화수소의 작은 분자로 쪼개는 공정이다.

선지별 해설

① X — 개질의 핵심을 단순한 분해로 설명하고, 나프텐계 탄화수소와 파라핀을 지방족 탄화수소로 바꾼다고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 나프텐의 탈수소와 파라핀의 탈수소고리화·이성질화 등을 통해 방향족 탄화수소와 이소파라핀 등 옥탄가가 높은 성분을 늘리는 공정이다.
② O — 알킬화는 분해가스 등에 들어 있는 저분자 올레핀을 이소파라핀과 촉매 존재하에 반응시켜, 이소파라핀계 고옥탄가 가솔린인 알킬레이트를 만드는 공정이다.
③ O — 이성질화는 직쇄형 n-파라핀을 가지 달린 이소파라핀으로 바꾸는 공정이다. 탄소 수와 분자식은 유지하면서 구조를 바꾸어 옥탄가를 높인다.
④ O — 분해는 비점과 분자량이 큰 중질 탄화수소를 비점과 분자량이 작은 경질 탄화수소로 전환하는 공정이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '분해하여'와 '지방족 탄화수소로 변화'가 함정이다. 개질은 큰 분자를 작게 쪼개는 분해공정과 구별되며, 나프텐과 파라핀에서 옥탄가가 높은 방향족 성분 등을 만드는 반응이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자 크기가 작아지면 분해, 직쇄가 가지 구조로만 바뀌면 이성질화, 올레핀과 이소파라핀이 결합하면 알킬화, 나프타의 구조를 재편하여 방향족 성분 등의 비율과 옥탄가를 높이면 개질로 판단한다.

암기 포인트

개질은 구조 재편·고옥탄화, 알킬화는 작은 분자의 결합, 이성질화는 직쇄에서 가지 구조, 분해는 큰 분자에서 작은 분자이다.

NoteBase

문 13. 석유화학공정에서 열분해와 비교한 접촉분해(Catalytic Cracking)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 디올레핀은 거의 생성되지 않는다.

② 탄소질 물질의 석출이 적다.

③ 방향족 탄화수소가 적게 생긴다.

④ 파라핀계 탄화수소가 많이 생긴다.

정답 3번

출제 포인트

열분해와 비교하여 접촉분해에서 나타나는 생성물 조성의 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

열분해는 높은 온도에서 주로 자유 라디칼 반응으로 탄화수소를 분해하는 공정이다. 접촉분해는 산성 촉매에서 탄소 양이온 반응을 이용하므로 열분해보다 이성질화, 수소 이동, 고리화 및 방향족화가 활발하다. 그 결과 디올레핀과 탄소질 물질은 적고, 파라핀계 탄화수소와 방향족 탄화수소는 많이 생성된다.

선지별 해설

① O — 접촉분해에서는 수소 이동 반응이 활발하여 불안정한 디올레핀이 거의 생성되지 않는다.
② O — 촉매를 사용하면 열분해보다 낮은 온도에서 선택적으로 분해되므로 탄소질 물질의 석출이 적다.
③ X — 틀린 표현은 '방향족 탄화수소가 적게 생긴다'이다. 접촉분해에서는 고리화와 방향족화가 촉진되므로 열분해보다 방향족 탄화수소가 많이 생성된다.
④ O — 수소 이동과 이성질화 반응이 활발하여 파라핀계 탄화수소, 특히 가지 달린 이소파라핀이 많이 생성된다.

오답 포인트

③의 '적게'가 함정이다. 접촉분해가 단순히 분해만 촉진한다고 생각하면 방향족 생성 증가를 놓치기 쉽지만, 산성 촉매는 고리화와 방향족화도 촉진한다.

다시 나오면 이렇게 판단

접촉분해는 열분해보다 이성질화·수소 이동·고리화·방향족화가 활발하다는 기준으로 판단한다. 따라서 디올레핀과 탄소질 물질은 감소하고, 이소파라핀과 방향족 탄화수소는 증가한다.

암기 포인트

접촉분해는 디올레핀·탄소질은 적게, 이소파라핀·방향족은 많이 생성한다.

NoteBase

문 14. 프로필렌과 암모니아를 반응시키고 공기로 산화시켰을 때 얻어지는 물질로 가장 옳은 것은?

① $CH_2 = CHOCH_3$

② $CH_2 = CH - CH = CH_2$

③ $NOCH = CHCN$

④ $CH_2 = CHCN$

정답 4번

출제 포인트

프로필렌을 암모니아 및 산소와 반응시키는 암모산화 반응의 생성물이 아크릴로니트릴임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

암모산화는 알켄의 알릴 위치를 암모니아와 산소로 산화하여 니트릴기로 바꾸는 반응이다. 프로필렌의 암모산화에서는 아크릴로니트릴과 물이 생성된다.
$2CH_3CH = CH_2 + 2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2CH_2 = CHCN + 6H_2O$

선지별 해설

① X — $CH_2 = CHOCH_3$는 메틸 비닐 에터이며 질소와 니트릴기 $-C \equiv N$가 없다. 틀린 생성물이며, 실제 생성물은 $CH_2 = CHCN$이다.
② X — $CH_2 = CH - CH = CH_2$는 1,3-부타다이엔으로 탄소가 4개이고 질소가 없다. 프로필렌의 탄소 골격 3개를 유지하면서 니트릴기가 도입된 $CH_2 = CHCN$이 생성된다.
③ X — $NOCH = CHCN$은 산소를 포함한 제시 구조로, 프로필렌 암모산화의 목표 생성물인 아크릴로니트릴의 구조가 아니다. 올바른 구조는 산소가 없고 비닐기에 니트릴기가 결합한 $CH_2 = CHCN$이다.
④ O — $CH_2 = CHCN$은 아크릴로니트릴이다. 프로필렌을 암모니아와 공기 중 산소로 암모산화하면 얻어지는 대표 생성물이다.

오답 포인트

'공기로 산화'라는 표현만 보고 산소를 포함한 ③을 고르는 것이 함정이다. 산소는 산화제로 사용되지만 주생성물의 구조에 남는 것이 아니라 물 생성에 관여하며, 탄화수소에는 니트릴기 $-C \equiv N$가 도입된다.

다시 나오면 이렇게 판단

'알켄 또는 알킬 방향족 화합물 + 암모니아 + 산소' 조건이 보이면 암모산화를 떠올리고 생성물의 니트릴기 $-C \equiv N$를 확인한다. 프로필렌은 탄소 3개의 골격을 유지하므로 아크릴로니트릴 $CH_2 = CHCN$을 선택한다.

NoteBase

암기 포인트

프로필렌 + 암모니아 + 산소 → 아크릴로니트릴 + 물이다.

NoteBase

문 15. 정유 공정에서 감압 증류법을 사용하여 유분을 감압하는 가장 큰 이유는 무엇인가?

① 석유의 열분해를 방지하기 위해

② 공정의 압력손실을 줄이기 위해

③ 안정된 공정을 진행하기 위해

④ 제품의 점도를 낮추기 위해

정답 1번

출제 포인트

감압 증류에서 압력을 낮추는 주된 목적이 고비점 유분의 비등점 저하와 열분해 방지에 있음을 묻는 문제이다.

핵심 개념

감압 증류는 계 내부의 압력을 낮추어 액체의 비등점을 낮춘 상태에서 증류하는 방법이다. 따라서 상압에서는 매우 높은 온도가 필요한 고비점 유분을 더 낮은 온도에서 기화·분리할 수 있고, 과도한 가열로 인한 열분해를 줄일 수 있다.

선지별 해설

① O — 압력을 낮추면 유분의 비등점이 내려가므로 고비점 유분을 열분해가 일어날 정도의 고온까지 가열하지 않고 증류할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '공정의 압력손실을 줄이기 위해'이다. 감압 증류는 압력손실을 줄이는 공정이 아니라, 계의 절대압력을 의도적으로 낮추어 비등점을 낮추고 열분해를 방지하는 공정이다.
③ X — 틀린 표현은 '안정된 공정을 진행하기 위해'이다. 안정 운전은 운전 관리의 일반적 목표일 수 있지만 감압의 가장 큰 이유는 아니다. 올바르게는 고비점 유분의 비등점을 낮추어 고온에서의 열분해를 방지하기 위해 감압한다.
④ X — 틀린 표현은 '제품의 점도를 낮추기 위해'이다. 감압 증류의 직접적인 목적은 제품 점도 저하가 아니라 비등점 저하를 통한 저온 증류와 열분해 방지이다.

오답 포인트

'감압'을 배관의 압력손실 감소나 제품 성질 개선으로 해석하기 쉽다. 그러나 이 문항에서 감압은 끓는 조건을 바꾸는 조작이며, 핵심 연결은 압력 저하 → 비등점 저하 → 필요한 가열 온도 저하 → 열분해 방지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

고비점·열에 민감한 물질의 감압 증류가 나오면 압력을 낮출수록 비등점이 낮아져 더 낮은 온도에서 분리할 수 있다는 원리로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

감압은 비등점을 낮추고, 낮아진 비등점은 고비점 유분의 열분해를 막는다.

NoteBase

문 16. 페놀 제조에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 수산화나트륨과 염화벤젠을 반응시켜 얻는다.

② 페놀수지의 원료로 사용된다.

③ 쿠멘(Cumene)을 100~130°C로 산화시켜 제조한다.

④ 쿠멘(Cumene)법은 에테르를 부산물로 얻는다.

정답 4번

출제 포인트

페놀의 공업적 제조법인 염화벤젠법과 쿠멘법의 반응 과정 및 생성물을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염화벤젠법은 염화벤젠을 수산화나트륨과 반응시켜 페녹시화나트륨을 만들고 산성화하여 페놀을 얻는 방법이다. 쿠멘법은 쿠멘을 산화하여 쿠멘 하이드로퍼옥사이드를 만든 뒤 산 분해하여 페놀과 아세톤을 함께 얻는 방법이다.

선지별 해설

① O — 염화벤젠은 수산화나트륨과 반응하여 페녹시화나트륨이 되고, 이를 산성화하면 페놀이 생성된다.
② O — 페놀은 폼알데하이드와 축합하여 페놀수지를 만드는 주요 원료이다.
③ O — 쿠멘법에서는 쿠멘을 약 100~130°C에서 공기로 산화하여 쿠멘 하이드로퍼옥사이드를 만든다.
④ X — 틀린 표현은 '에테르를 부산물로 얻는다'이다. 쿠멘 하이드로퍼옥사이드를 산 분해하면 페놀과 함께 아세톤이 생성되므로, 올바르게는 '쿠멘법은 아세톤을 부산물로 얻는다'이다.

오답 포인트

쿠멘법의 공생성물을 산소 함유 화합물이라는 이유만으로 에테르와 혼동하기 쉽다. 이 공정에서 페놀과 함께 생성되는 물질은 케톤인 아세톤이다.

다시 나오면 이렇게 판단

쿠멘법의 생성물을 물으면 쿠멘의 산화로 하이드로퍼옥사이드가 형성되고, 그 산 분해로 페놀과 아세톤이 생성된다는 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

쿠멘법은 페놀과 아세톤을 함께 만든다.

NoteBase

문 17. 아세틸렌을 원료로 하여 합성되는 물질이 아닌 것은?

① 아세트알데히드

② 염화비닐

③ 포름알데히드

④ 아크릴로니트릴

정답 3번

출제 포인트

아세틸렌의 삼중 결합에 물, 염화수소, 시안화수소가 첨가될 때 생성되는 대표적인 공업 원료를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

아세틸렌은 $HC \equiv CH$의 삼중 결합에 여러 물질이 첨가되는 반응을 한다. 물을 첨가하면 아세트알데히드, 염화수소를 첨가하면 염화비닐, 시안화수소를 첨가하면 아크릴로니트릴이 생성된다. 반면 포름알데히드는 공업적으로 주로 메탄올의 산화 또는 탈수소 반응으로 제조한다.

선지별 해설

① O — 아세틸렌을 수화하면 먼저 비닐알코올이 생기고, 이것이 케토-엔올 토토머화하여 아세트알데히드가 된다. 즉 $HC \equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3CHO$이다.
② O — 아세틸렌에 염화수소를 첨가하면 염화비닐이 생성된다. 즉 $HC \equiv CH + HCl \rightarrow CH_2 = CHCl$이다.
③ X — 틀린 부분은 포름알데히드를 아세틸렌 원료의 대표 합성 물질로 본 점이다. 올바르게는 포름알데히드는 주로 메탄올을 산화하거나 탈수소하여 제조한다.
④ O — 아세틸렌에 시안화수소를 첨가하면 아크릴로니트릴이 생성된다. 즉 $HC \equiv CH + HCN \rightarrow CH_2 = CHCN$이다.

오답 포인트

①의 아세트알데히드와 ③의 포름알데히드는 모두 알데히드이므로 혼동하기 쉽다. 아세틸렌의 수화 생성물은 탄소 수가 2개인 아세트알데히드이고, 탄소 수가 1개인 포름알데히드는 메탄올계 제조 물질이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

아세틸렌에 첨가되는 물질을 대응시킨다. 물은 아세트알데히드, 염화수소는 염화비닐, 시안화수소는 아크릴로니트릴로 연결하고, 포름알데히드는 메탄올의 산화·탈수소로 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

아세틸렌에는 물·염화수소·시안화수소가 각각 첨가되어 아세트알데히드·염화비닐·아크릴로니트릴이 되고, 포름알데히드는 메탄올에서 만든다.

NoteBase

문 18. 다음 중 Nylon-6.6에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

㉠ —CO—NH— 결합으로 연결된 고분자 물질이다.
㉡ 카프로락탐의 개환중합(Ring-opening) 반응으로 생성된다.
㉢ 섬유, 로프, 타이어 등 제조에 사용된다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢
④ ㉠, ㉡, ㉢

정답 2번

출제 포인트

Nylon-6,6의 결합 구조, 중합 원료와 방식, 용도를 Nylon-6의 특징과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Nylon-6,6은 헥사메틸렌디아민과 아디프산을 축합중합하여 만드는 폴리아마이드이다. 주사슬에 아마이드 결합 −CO − NH −을 가지며, 섬유·로프·타이어 코드 등에 사용된다.
Nylon-6은 카프로락탐을 개환중합하여 만든다. 따라서 '카프로락탐의 개환중합'은 Nylon-6의 핵심 제조법이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠은 맞지만 ㉡은 틀리고, 옳은 ㉢이 빠져 있다. 틀린 표현은 ‘Nylon-6,6이 카프로락탐의 개환중합으로 생성된다’는 부분이다. 올바르게는 Nylon-6,6은 헥사메틸렌디아민과 아디프산의 축합중합으로 생성되며, 옳은 조합은 ㉠과 ㉢이다.

② O
㉠의 아마이드 결합은 Nylon-6,6의 주사슬에 존재하고, ㉢의 섬유·로프·타이어 관련 용도도 맞다. 따라서 옳은 설명은 ㉠과 ㉢이다.

③ X
㉢은 맞지만 ㉡은 틀리고, 옳은 ㉠이 빠져 있다. 틀린 표현은 ‘카프로락탐의 개환중합’이다. 올바르게는 Nylon-6,6은 헥사메틸렌디아민과 아디프산의 축합중합으로 만들며, 옳은 조합은 ㉠과 ㉢이다.

④ X
㉠과 ㉢은 맞지만 ㉡이 틀리므로 세 설명을 모두 고를 수 없다. ㉡은 Nylon-6에 관한 설명이며, Nylon-6,6의 제조법은 헥사메틸렌디아민과 아디프산의 축합중합이다. 올바른 조합은 ㉠과 ㉢이다.

오답 포인트

Nylon-6과 Nylon-6,6은 모두 아마이드 결합을 갖지만 원료와 중합 방식이 다르다. ㉡의 ‘카프로락탐’과 ‘개환중합’을 Nylon-6,6의 제조법으로 혼동하는 것이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

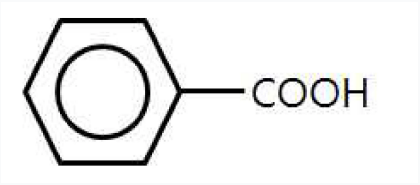
먼저 아마이드 결합 여부를 확인한 뒤 원료와 중합 방식을 구별한다. 카프로락탐·개환중합이면 Nylon-6이고, 헥사메틸렌디아민과 아디프산·축합중합이면 Nylon-6,6이다.

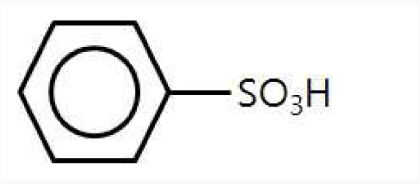
암기 포인트

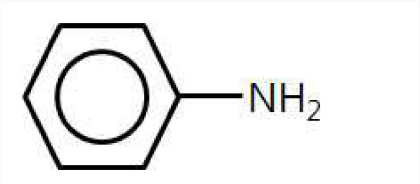
Nylon-6은 카프로락탐의 개환중합, Nylon-6,6은 디아민과 이염기산의 축합중합이다.

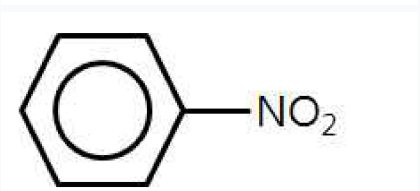
NoteBase

문 19. 다음 중 술폰화(Sulfonation)가 가장 되기 쉬운 것은 무엇인가?

① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

출제 포인트

술폰화는 방향족 고리에 친전자체가 치환되는 친전자성 방향족 치환반응이다. 각 구조의 치환기가 벤젠 고리의 전자밀도를 높이는지 낮추는지를 비교하면 반응성을 판단할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
벤조산의 −COOH는 공명 효과와 유도 효과로 고리의 전자밀도를 낮추는 비활성화기이므로 벤젠보다 술폰화가 어렵다. 틀린 판단은 −COOH가 술폰화를 촉진한다는 것이며, 올바르게는 술폰화를 억제하는 메타 지향성 치환기이다.

② X
벤젠술폰산의 $-SO_3H$는 강한 전자 끌개이자 비활성화기이므로 추가 술폰화가 어렵다. 틀린 판단은 이미 붙은 술폰산기가 다음 술폰화를 쉽게 한다는 것이며, 올바르게는 $-SO_3H$가 고리의 반응성을 낮추는 메타 지향성 치환기이다.

③ O
아닐린의 $-NH_2$는 질소의 비공유전자쌍을 벤젠 고리에 공명으로 제공하여 고리의 전자밀도를 크게 높이는 강한 활성화기이다. 따라서 네 물질 가운데 친전자성 술폰화가 가장 쉽게 일어난다.

④ X
니트로벤젠의 $-NO_2$는 공명 효과와 유도 효과로 고리의 전자밀도를 강하게 낮추는 비활성화기이므로 술폰화가 매우 어렵다. 틀린 판단은 $-NO_2$가 술폰화를 촉진한다는 것이며, 올바르게는 술폰화를 강하게 억제하는 메타 지향성 치환기이다.

오답 포인트

치환기에 산소나 질소가 있다는 사실만으로 반응성을 판단하면 안 된다. ③의 아미노기는 비공유전자쌍을 고리에 제공하지만, ①의 카복실기·②의 술폰산기·④의 니트로기는 고리에서 전자를 끌어당긴다는 차이가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

친전자성 방향족 치환반응의 속도를 비교할 때는 먼저 치환기가 고리에 전자를 주는 활성화기인지 전자를 끄는 비활성화기인지 판별한다. 강한 전자 주개인 $-NH_2$가 있으면 −COOH, $-SO_3H$, $-NO_2$가 있는 경우보다 반응이 쉽다.

암기 포인트

아미노기 $-NH_2$는 강한 활성화기이고, 카복실기·술폰산기·니트로기는 비활성화기이다.

NoteBase

문 20. 다음 중 Grignard 반응에 해당하는 반응식은?
(단, R –은 알킬기이다.)

① $CH_3 - CN + H_2O + C_2H_5OH \rightarrow CH_3 - COO - C_2H_5 + NH_3$

② $R - MgCl + H_2O \rightarrow R - H + Mg(OH)Cl$

③ $RCOOR' + NaOH \rightarrow RCOONa + R'OH$

④ $C_2H_5 - OH + HOSO_3H \rightarrow C_2H_5OSO_3H + H_2O$

정답 2번

출제 포인트

Grignard 시약의 구조와 물에 대한 반응을 다른 유기반응과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Grignard 시약은 알킬기 또는 아릴기가 마그네슘 할로젠화물과 결합한 $R - MgX$ 형태의 유기마그네슘 화합물이다. 탄소-마그네슘 결합의 탄소는 강한 염기성을 나타내므로 물과 만나면 양성자를 받아 탄화수소 $R - H$가 되고, Grignard 시약은 소모된다.

선지별 해설

① X — 식에 Grignard 시약인 $R - MgX$가 없으며, 나이트릴 CH_3CN이 물과 에탄올을 거쳐 에스터로 전환되는 반응이다. 이 반응을 올바르게 분류하면 나이트릴의 에스터 전환 반응이지 Grignard 반응이 아니다.
② O — $R - MgCl$은 Grignard 시약이다. 물에서 양성자를 받아 $R - H$가 되고 $Mg(OH)Cl$이 생기므로 Grignard 시약의 가수분해에 해당한다.
③ X — 에스터 $RCOOR'$가 수산화나트륨과 반응하여 카복실산 나트륨염과 알코올을 만드는 비누화 반응이다. 이 반응을 올바르게 분류하면 에스터의 염기 가수분해이지 Grignard 반응이 아니다.
④ X — 에탄올과 황산이 반응하여 에틸황산수소와 물을 만드는 황산 에스터 생성 반응이다. 이 반응을 올바르게 분류하면 알코올의 황산 에스터화이지 Grignard 반응이 아니다.

오답 포인트

②에서 생성물이 단순한 탄화수소라서 Grignard 시약의 대표적인 카보닐 첨가반응만 떠올리면 놓치기 쉽다. Grignard 시약은 물과도 즉시 반응하며, 이때 유기기 R^-에 해당하는 부분이 양성자를 받아 $R - H$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응물에 $R - MgX$가 있는지 확인한다. 이 구조가 있고 물·알코올·산처럼 양성자를 주는 물질과 반응하여 $R - H$가 생성되면 Grignard 시약의 분해 또는 가수분해 반응으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

$R-MgX+H_2O \rightarrow R-H+Mg(OH)X$: Grignard 시약은 물을 만나면 탄화수소가 된다.

NoteBase