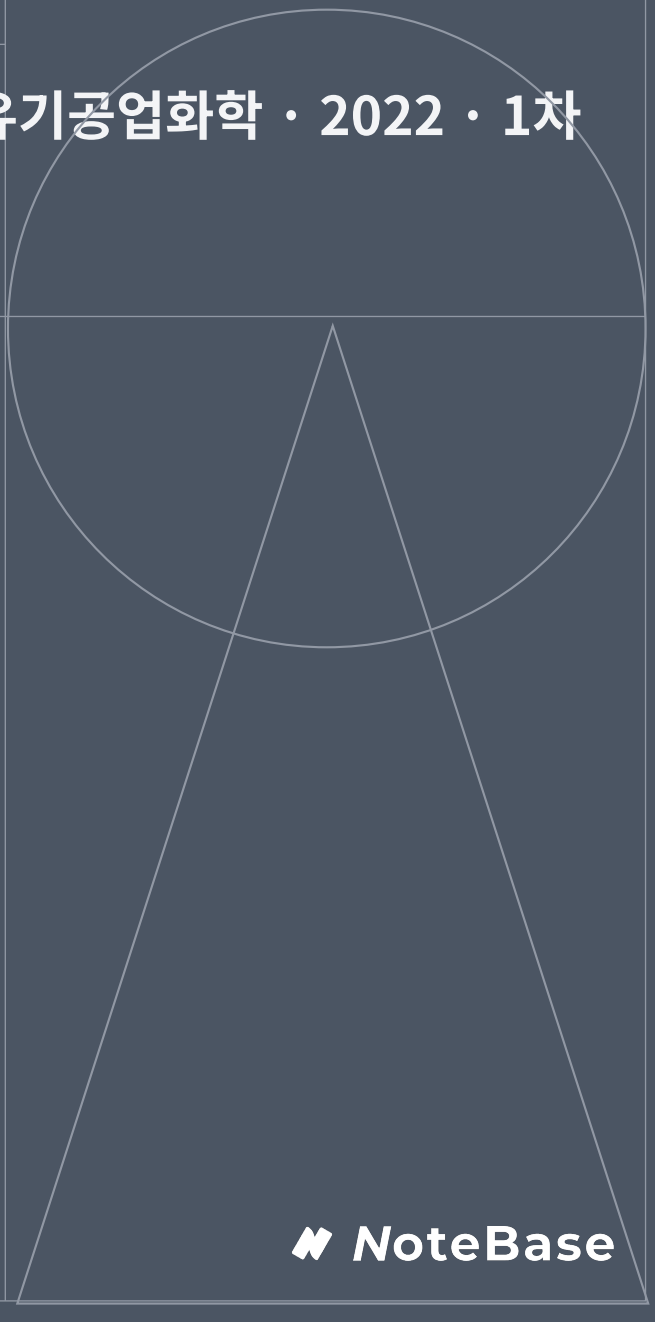
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2022 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2022 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 유기공업화학 · 2022 · 1차

문 1. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 황산의 탈수값(DVS)이 커지면 안정성과 수율이 커진다.

② 비누화값은 유리지방산이 들어있으면 에스테르값과 산값의 합이 된다.

③ 분자량이 작은 글리세리드가 들어 있는 유지의 비누화값은 240~250 정도이다.

④ 산값은 시료 1 g 속에 들어 있는 유리 지방산을 중화시키는데 필요한 NaOH의 mg 수로 나타낸다.

정답 4번

출제 포인트

황산의 탈수값과 유지의 산값·에스테르값·비누화값의 정의 및 상호 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

황산의 탈수값(DVS)은 혼산에서 황산이 물을 붙잡아 두는 탈수 능력의 지표이다.
산값은 유지 $1g$ 속 유리 지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 mg 수이다.
비누화값은 유지 $1g$의 유리 지방산을 중화하고 글리세리드를 비누화하는 데 필요한 KOH의 mg 수이며,
에스테르값은 에스터 결합의 비누화에 소비되는 KOH의 양이다. 따라서 유리 지방산이 있는 유지에서는
비누화값 = 산값 + 에스테르값이다.

선지별 해설

① O — 황산의 탈수값(DVS)이 커지면 반응 중 생기는 물의 영향이 더 잘 억제되어 반응계의 안정성과 생성물 수율이 커진다.
② O — 비누화값은 유리 지방산의 중화에 해당하는 산값과 글리세리드의 비누화에 해당하는 에스테르값의 합이다. 즉, 비누화값 = 산값 + 에스테르값이다.
③ O — 분자량이 작은 글리세리드는 같은 질량 안에 들어 있는 분자 수와 비누화해야 할 에스터 결합 수가 많으므로 비누화값이 크며, 약 240~250의 값을 나타낼 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 ‘NaOH의 mg 수’이다. 산값은 시료 $1g$ 속 유리 지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 mg 수로 나타낸다.

NoteBase

오답 포인트

④는 중화에 수산화알칼리를 사용한다는 점만 보면 맞아 보이지만, 산값의 표준 정의는 NaOH가 아니라 KOH의 질량을 기준으로 한다. 또한 비누화값과 산값은 모두 KOH의 *mg* 수로 표시되므로 측정 대상이 전체 비누화 성분인지 유리 지방산인지 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유지의 특성값은 먼저 소비되는 KOH의 대상을 확인한다. 유리 지방산만 중화하면 산값, 에스터 성분만 비누화하면 에스테르값, 두 소비량을 합친 전체가 비누화값이다.

암기 포인트

산값은 유리 지방산, 에스테르값은 에스터, 비누화값은 둘의 합이며 기준 시약은 KOH이다.

NoteBase

문 2. 방향족 탄화수소를 SO_3계의 술폰화제로 술폰화 반응을 하는데 있어서 반응속도에 영향을 미치는 인자 중 가장 옳지 않은 것은?

① 유기화합물의 화학적 구조

② 압력

③ 촉매

④ SO_3의 농도

정답 2번

출제 포인트

방향족 탄화수소의 술폰화 반응속도를 좌우하는 화학적 인자와 영향이 작은 물리적 인자를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

방향족 술폰화는 방향족 고리가 친전자체인 SO_3의 공격을 받는 친전자성 방향족 치환반응이다. 따라서 방향족 고리의 전자적 성질, 촉매, SO_3의 농도처럼 반응물의 반응성과 유효 충돌을 바꾸는 조건은 반응속도에 영향을 준다. 반면 일반적인 액상 술폰화에서 압력은 주요 반응속도 인자가 아니다.

선지별 해설

① O — 유기화합물의 화학적 구조에 따라 방향족 고리의 전자밀도와 입체적 환경이 달라지므로 SO_3에 대한 반응성이 달라진다. 전자주개 치환기는 대체로 고리를 활성화하고 전자끌개 치환기는 대체로 비활성화한다.
② X — 틀린 표현은 '압력'이다. 일반적인 액상 술폰화에서는 압력 변화가 반응물의 농도나 분자 간 거리를 크게 바꾸지 않으므로 압력은 주요 반응속도 인자로 보기 어렵다. 올바르게는 '반응 온도'가 대표적인 반응속도 인자이다.
③ O — 촉매는 더 낮은 활성화에너지의 반응 경로를 제공하므로 촉매의 종류와 존재 여부가 반응속도에 영향을 준다.
④ O — SO_3의 농도가 높아지면 방향족 화합물과 친전자체의 유효 충돌 가능성이 커지므로 술폰화 반응속도가 달라진다.

오답 포인트

압력도 일반적으로 반응조건의 하나이므로 속도 인자로 착각하기 쉽다. 그러나 이 문항의 일반적인 액상 술폰화에서는 압력보다 화학적 구조, 촉매, SO_3 농도 및 온도가 반응속도에 직접적인 영향을 준다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응속도 인자를 고를 때에는 활성화에너지, 반응물의 유효 농도, 반응 분자의 전자적 반응성을 실제로 바꾸는지 확인한다. 액상 반응에서 부피와 농도 변화가 거의 없는 압력은 우선 제외한다.

NoteBase

암기 포인트

방향족 술폰화 속도는 구조·촉매·SO_3 농도에 민감하고, 일반적인 액상 조건에서는 압력의 영향이 작다.

NoteBase

문 3. 석유화학 공정에서 에틸렌을 제조할 목적으로 열분해할 때 적용온도의 범위에 가장 가까운 것은?

① 100~200℃

② 300~600℃

③ 500~600℃

④ 700~900℃

정답 4번

출제 포인트

에틸렌을 제조하는 탄화수소 열분해(증기분해)가 약 850 ° C의 고온에서 이루어진다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

열분해(증기분해)는 나프타·에탄 등의 탄화수소를 수증기와 함께 매우 높은 온도에서 짧은 시간 반응시켜 탄소 사슬을 끊고 에틸렌·프로필렌 등의 저급 올레핀을 만드는 공정이다. 원료와 운전 조건에 따라 차이는 있지만 반응 온도는 대체로 800 ~ 850 ° C 부근이므로, 보기 중에서는 700 ~ 900 ° C가 가장 가깝다.

선지별 해설

① X — 100 ~ 200 ° C는 에틸렌 제조용 열분해 온도로 지나치게 낮다. 틀린 표현은 '100 ~ 200 ° C'이며, 올바르게는 약 850 ° C를 포함하는 고온 범위이다.
② X — 300 ~ 600 ° C도 에틸렌 수율을 높이는 증기분해의 대표 운전 온도보다 낮다. 틀린 표현은 '300 ~ 600 ° C'이며, 올바르게는 700 ~ 900 ° C 범위가 가장 가깝다.
③ X — 500 ~ 600 ° C는 상한이 대표적인 열분해 온도인 약 850 ° C에 미치지 못한다. 틀린 표현은 '500 ~ 600 ° C'이며, 올바르게는 700 ~ 900 ° C 범위가 가장 가깝다.
④ O — 700 ~ 900 ° C는 약 850 ° C에서 진행되는 에틸렌 제조용 열분해 온도를 포함하므로 가장 가까운 범위이다.

오답 포인트

'열분해'라는 말만 보고 일반적인 저온 가열 공정을 떠올리면 ②나 ③을 고르기 쉽다. 이 문항의 핵심은 단순 가열이 아니라 에틸렌 생산용 증기분해이므로 약 850 ° C의 고온이 필요하다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

에틸렌·프로필렌을 얻는 나프타 또는 에탄의 증기분해가 제시되면 먼저 약 850 ° C의 고온 공정을 떠올리고, 그 온도를 포함하는 범위를 고른다.

NoteBase

암기 포인트

에틸렌 증기분해는 약 850 ° C, 선택 범위는 700 ~ 900 ° C이다.

NoteBase

문 4. 다음 <보기> 중 셀룰로스(cellulose)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 탄수화물의 일종으로서 다당류이다.
㉡ 셀룰로스는 두가지 입체 이성질체가 존재한다.
㉢ 셀룰로스 합성 시 고분자 결합은 방사형으로 일어난다.
㉣ 셀룰로스 분자는 결정 영역과 비결정 영역으로 이루어져 있다.

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

정답 2번

출제 포인트

셀룰로스의 고분자 구조, 결정형, 결정성·비결정성 영역의 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

셀룰로스는 D-글루코스가 β-1,4-글리코시드 결합으로 이어진 선형 다당류이다. 천연 셀룰로스 I의 결정 부분에는 Iα와 Iβ 두 결정형이 있으며, 실제 셀룰로스 섬유에는 규칙적으로 배열된 결정 영역과 배열이 불규칙한 비결정 영역이 함께 존재한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠과 ㉡은 옳지만 ㉢은 틀리고 옳은 ㉣이 빠져 있다. 셀룰로스 사슬은 방사형으로 결합하는 것이 아니라 β-1,4-글리코시드 결합을 따라 선형으로 성장한다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

② O
㉠ 셀룰로스는 탄수화물에 속하는 다당류이다. ㉡ 천연 셀룰로스 I의 결정 구조에는 Iα와 Iβ의 두 형태가 존재한다. ㉣ 셀룰로스 섬유는 결정 영역과 비결정 영역을 함께 가진다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉣의 조합이 옳다.

③ X
㉠과 ㉣은 옳지만 ㉢은 틀리고 옳은 ㉡이 빠져 있다. '고분자 결합은 방사형으로 일어난다'가 잘못된 표현이며, 실제로는 β-1,4-글리코시드 결합에 의해 선형 사슬이 형성된다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

④ X
㉡과 ㉣은 옳지만 ㉢은 틀리고 옳은 ㉠이 빠져 있다. 셀룰로스는 탄수화물의 일종인 다당류이고, 합성되는 고분자 사슬은 방사형이 아니라 선형이다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

오답 포인트

㉢의 '방사형'이 핵심 함정이다. 셀룰로스 분자 사슬 자체의 연결 방식은 선형이고, 여러 사슬이 수소 결합으로 모여 미세섬유와 결정 영역을 형성한다. 사슬의 결합 형태와 섬유의 집합 구조는 서로 다른 개념이다.

다시 나오면 이렇게 판단

셀룰로스에 관한 진술은 'β-1,4 결합의 선형 다당류', 'Iα·Iβ 결정형', '결정 영역과 비결정 영역의 공존'이라는 세 기준으로 판단한다. 방사형 또는 가지형 사슬이라는 표현은 배제한다.

암기 포인트

셀룰로스는 β-1,4 선형 다당류이며, Iα·Iβ 결정형과 결정·비결정 영역을 가진다.

NoteBase

문 5. 페놀수지에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 페놀과 포름알데히드의 반응을 염기 촉매 하에서 행하면 열경화성 노볼락(novolacs)이 얻어진다.

② 포르말린 수지라고도 하며 오래 전부터 베크라이트라는 이름으로 알려져온 열경화성 수지이다.

③ 페놀수지는 산에는 강하지만 내알칼리성에는 약하다.

④ 기계적 강도 및 전기절연성, 내약품성이 우수하다.

정답 1번

출제 포인트

페놀과 포름알데히드의 축합 조건에 따라 생성되는 노볼락과 레졸의 차이 및 페놀수지의 일반적 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

노볼락은 산 촉매와 포름알데히드가 부족한 조건에서 얻는 선형의 열가소성 페놀수지이며, 별도의 경화제를 넣어 가교·경화한다. 레졸은 염기 촉매와 포름알데히드가 충분한 조건에서 얻으며, 가열하면 스스로 가교되어 열경화성 수지가 된다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '염기 촉매 하에서 열경화성 노볼락이 얻어진다'이다. 염기 촉매 조건에서는 레졸이 생성되고, 노볼락은 산 촉매 조건에서 생성되는 열가소성 수지이다.
② O — 페놀수지는 페놀과 포름알데히드로 만드는 페놀－포름알데히드 수지로, 포르말린 수지 또는 베크라이트라는 이름으로 알려진 대표적인 열경화성 수지이다.
③ O — 페놀수지는 일반적으로 내산성은 좋지만 알칼리에는 약하므로 내알칼리성이 낮다.
④ O — 가교된 페놀수지는 기계적 강도, 전기절연성 및 내약품성이 우수하여 전기·기계 재료 등에 사용된다.

오답 포인트

①은 촉매 조건과 수지의 성질을 동시에 뒤바꾼 선지이다. '염기 촉매－레졸－열경화'와 '산 촉매－노볼락－열가소성'을 혼동하면 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

촉매가 염기성이면 레졸, 산성이면 노볼락으로 연결한 뒤 열적 성질을 확인한다. 레졸은 가열로 스스로 경화되는 열경화성이고, 노볼락은 처음에는 열가소성이며 경화제가 있어야 가교된다.

암기 포인트

염기－레졸－열경화, 산－노볼락－열가소성으로 대비한다.

NoteBase

문 6. 석유 원료를 가공하는 방법 중 화학적 전환공정의 가장 큰 목적은?

① 원료의 점도를 낮추어 유동성을 향상시킨다.

② 원료의 옥탄가를 높여 연료 성능을 향상시킨다.

③ 원료에 포함되어 있는 불순물을 제거한다.

④ 원료의 산성가스를 중화시킨다.

정답 2번

출제 포인트

석유 정제에서 화학적 전환공정과 처리·정제공정의 주된 목적을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

화학적 전환공정은 탄화수소의 분자 구조를 바꾸어 원료를 수요와 품질 기준에 맞는 고부가가치 제품으로 전환하는 공정이다. 분해·개질·이성질화·알킬화 등이 이에 해당하며, 특히 가솔린 제조에서는 옥탄가가 높은 성분을 늘려 연료의 노킹 저항성과 성능을 높이는 것이 핵심 목적이다. 반면 불순물 제거와 산성가스 처리는 원료를 깨끗하게 만드는 처리·정제의 목적에 가깝다.

NoteBase

선지별 해설

① X
원료의 점도를 낮추는 것은 유동성을 개선하는 물성 조절 또는 전환에 따른 부수 효과일 수 있으나, 화학적 전환공정의 가장 큰 목적은 아니다. 틀린 표현은 '점도를 낮추어 유동성을 향상'이다. 올바르게는 탄화수소의 분자 구조를 바꾸어 제품의 수율과 품질을 높인다고 해야 한다.

② O
개질·이성질화·알킬화 등의 전환공정은 옥탄가가 높은 탄화수소 성분을 만들어 가솔린의 노킹 저항성과 연료 성능을 향상시킨다. 따라서 제시된 목적 가운데 가장 적절하다.

③ X
원료에 포함된 황·질소·금속 등의 불순물을 제거하는 것은 주로 처리·정제공정의 목적이다. 틀린 표현은 '불순물을 제거'이다. 올바르게는 화학적 전환공정은 탄화수소의 분자 구조를 변환하여 더 유용하고 품질이 높은 제품을 생산한다고 해야 한다.

④ X
산성가스를 중화하거나 제거하는 것은 가스 처리·정제에 해당하며, 탄화수소 자체를 원하는 제품 구조로 전환하는 주목적과 다르다. 틀린 표현은 '산성가스를 중화'이다. 올바르게는 전환공정은 탄화수소의 구조를 변화시켜 옥탄가 등 제품 성능을 향상시킨다고 해야 한다.

오답 포인트

①·③·④도 석유 원료 가공 과정에서 수행될 수 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 문제는 '화학적 전환공정의 가장 큰 목적'을 묻는다. 점도 조절·불순물 제거·산성가스 처리는 원료의 물성이나 청정도를 다루지만, ②는 탄화수소 구조를 바꾸어 제품 가치를 높이는 전환공정의 본질과 직접 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 작용이 탄화수소 분자 구조의 변화인지 먼저 판단한다. 분해·개질·이성질화·알킬화처럼 구조를 바꾸어 수율이나 옥탄가를 높이면 전환공정이고, 불순물·산성가스 제거처럼 원료를 깨끗하게 만들면 처리·정제공정이다.

암기 포인트

전환은 구조를 바꾸어 가치와 옥탄가를 높이고, 처리는 불순물을 제거한다.

NoteBase

문 7. 다음 합성가스(CO와 H_2 혼합가스) 제조 반응 중 이론적으로 가장 큰 $\frac{H_2}{CO}$ 몰비를 얻을 수 있는 것은?

① n-헥산의 수증기 개질 반응

② 메탄의 수증기 개질 반응

③ n-헥산의 부분 산화 반응

④ 메탄의 부분 산화 반응

정답 2번

출제 포인트

탄화수소의 수증기 개질과 부분 산화 반응식을 완결한 뒤, 생성되는 H_2와 CO의 화학양론계수 비를 비교하는 문제이다.

조건 정리

수증기 개질의 일반식은 $C_nH_m + nH_2O \rightarrow nCO + (n + m/2)H_2$이고, 부분 산화의 일반식은 $C_nH_m + (n/2)O_2 \rightarrow nCO + (m/2)H_2$이다. 따라서 수증기 개질의 H_2/CO 몰비는 $(n + m/2)/n$, 부분 산화의 몰비는 $m/(2n)$이다.

계산 과정

n-헥산의 수증기 개질: $C_6H_{14} + 6H_2O \rightarrow 6CO + 13H_2$, 따라서 $H_2/CO = 13/6$이다.
메탄의 수증기 개질: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$, 따라서 $H_2/CO = 3$이다.
n-헥산의 부분 산화: $C_6H_{14} + 3O_2 \rightarrow 6CO + 7H_2$, 따라서 $H_2/CO = 7/6$이다.
메탄의 부분 산화: $CH_4 + (1/2)O_2 \rightarrow CO + 2H_2$, 따라서 $H_2/CO = 2$이다.
네 값 중 3이 가장 크므로 메탄의 수증기 개질 반응이 정답이다.

선지별 해설

① X — n-헥산의 수증기 개질에서 $H_2/CO = 13/6$이므로 최댓값이 아니다. 틀린 판단은 '가장 큰 몰비를 얻는다'는 부분이며, 올바르게는 메탄의 수증기 개질이 가장 큰 몰비 3을 얻는다.
② O — 메탄의 수증기 개질은 $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$이므로 $H_2/CO = 3$이며 네 반응 중 가장 크다.
③ X — n-헥산의 부분 산화에서 $H_2/CO = 7/6$이므로 최댓값이 아니다. 틀린 판단은 '가장 큰 몰비를 얻는다'는 부분이며, 올바르게는 메탄의 수증기 개질이 가장 큰 몰비 3을 얻는다.
④ X — 메탄의 부분 산화에서 $H_2/CO = 2$이므로 최댓값이 아니다. 틀린 판단은 '가장 큰 몰비를 얻는다'는 부분이며, 올바르게는 같은 메탄이라도 수증기 개질에서 몰비 3을 얻는다.

NoteBase

오답 포인트

탄소 수가 많은 n-헥산이 수소를 더 많이 생성한다는 이유만으로 ①을 고르면 안 된다. 문제는 H_2의 절대 몰수가 아니라 CO로 나눈 몰비를 묻는다. 또한 메탄의 두 반응을 비교할 때 수증기 개질은 물의 수소까지 H_2 생성에 기여하므로 부분 산화보다 몰비가 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 반응에서 탄소 원자 수로 CO 계수를 먼저 정하고, 수소 원자 수로 H_2 계수를 맞춘 뒤 H_2 계수를 CO 계수로 나누어 비교한다. 생성 기체의 절대량이 아니라 요구된 몰비를 비교한다.

암기 포인트

메탄 기준으로 수증기 개질은 $H_2/CO = 3$, 부분 산화는 $H_2/CO = 2$이다.

NoteBase

문 8. 다음 <보기> 중 아세톤에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 프로필렌과 벤젠으로부터 페놀을 합성하는 공정의 부산물로 얻어진다.
㉡ 2차 알코올(이소프로판올)을 산화시켜 제조한다.
㉢ 특유의 향기가 있는 무색 휘발성 액체로서 물, 알코올, 에테르 등과 잘 혼합된다.
㉣ 휘발성, 마취성, 인화성이 큰 액체이다.

① ㉠, ㉡
② ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉡, ㉢
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

아세톤의 대표적인 공업적 제조법과 물리적 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

아세톤은 가장 간단한 케톤으로, 무색의 휘발성 액체이며 물·알코올·에테르와 잘 섞이는 유기용제이다.
공업적으로는 큐멘법에 의한 페놀 제조 과정에서 함께 얻거나 이소프로판올을 산화하여 제조한다.
㉠ O: 큐멘법에서는 벤젠과 프로필렌으로 큐멘을 만든 뒤 이를 산화·분해하여 페놀과 아세톤을 함께 얻는다.
㉡ O: 이소프로판올은 2차 알코올이므로 산화하면 케톤인 아세톤이 된다.
㉢ O: 아세톤은 특유의 냄새가 있는 무색 휘발성 액체이고 물·알코올·에테르와 잘 혼합된다.
㉣ X: 틀린 표현은 아세톤을 '마취성이 큰 액체'로 특징지은 부분이다. 아세톤은 휘발성과 인화성이 큰 유기용제이지만, 마취성이 큰 액체라는 대표적 설명은 디에틸에테르에 해당한다.

선지별 해설

① X: ㉠과 ㉡은 옳지만, 옳은 설명인 ㉢이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
② X: ㉢은 옳지만 ㉣은 틀렸고, 옳은 ㉠과 ㉡이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.
③ O: ㉠, ㉡, ㉢은 모두 아세톤의 제조법 또는 물성에 관한 옳은 설명이고 ㉣은 틀리므로 정확한 조합이다.
④ X: ㉡과 ㉢은 옳지만 ㉣은 틀렸고, 옳은 ㉠이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉢이다.

오답 포인트

㉣의 '휘발성·인화성'은 아세톤에도 맞기 때문에 문장 전체를 옳다고 판단하기 쉽다. 그러나 '마취성이 큰 액체'라는 대표적 특징은 디에틸에테르와 연결되는 표현이므로 물질의 성질을 한 단어씩 분리해 판단해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

제조법은 ‘큐멘법에서 페놀과 함께 생성’과 ‘2차 알코올인 이소프로판올의 산화’를 확인하고, 물성은 ‘무색·휘발성·물과 혼합 가능’을 확인한다. 마취성이 강조되면 디에틸에테르의 성질과 혼동한 것인지 구별한다.

암기 포인트

아세톤은 큐멘법의 페놀 동반 생성물이며, 이소프로판올의 산화 생성물이다.

NoteBase

문 9. 출발물질로부터 디니트로화, 수소화, 포스겐화 공정을 거쳐서 제조되는 화합물은?

① TDI(toluene diisocyanate)

② PC(polycarbonate)

③ MDI(methylene diphenyl diisocyanate)

④ ADN(adiponitrile)

정답 1번

출제 포인트

톨루엔을 디니트로화한 뒤 니트로기를 아미노기로 환원하고, 다시 포스겐화하여 이소시아네이트기로 바꾸는 TDI 제조공정의 흐름을 묻는 문제이다.

올바른 순서

1. 톨루엔의 디니트로화 — 톨루엔에 니트로기 2개를 도입하여 디니트로톨루엔(DNT)을 만든다.
2. 수소화 — DNT의 니트로기 2개를 아미노기로 환원하여 톨루엔디아민(TDA)을 만든다.
3. 포스겐화 — TDA의 아미노기 2개를 이소시아네이트기로 전환하여 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)를 만든다.

이 순서가 성립하는 이유는 포스겐화의 출발물질이 디아민인 TDA이므로, 먼저 DNT를 수소화하여 아미노기를 만들어야 하기 때문이다.

선지별 해설

① O — TDI는 톨루엔 → DNT → TDA → TDI의 순서, 즉 디니트로화 → 수소화 → 포스겐화로 제조된다.

② X — PC(polycarbonate)는 이 공정의 생성물이 아니다. 틀린 부분은 PC를 디니트로화·수소화·포스겐화 공정의 생성물로 본 것이다. 올바르게는 PC는 대표적으로 비스페놀 A를 포스겐과 반응시키거나 탄산에스터와 에스터 교환하여 제조한다.

③ X — MDI는 포스겐화로 제조되는 디이소시아네이트이지만, 톨루엔의 디니트로화·수소화 경로를 거치지 않는다. 틀린 부분은 MDI가 제시된 전체 공정으로 제조된다고 본 것이다. 올바르게는 아닐린과 포름알데히드의 축합으로 메틸렌디아닐린(MDA)을 만든 뒤 이를 포스겐화하여 MDI를 제조한다.

④ X — ADN(adiponitrile)은 디이소시아네이트가 아니므로 디아민의 포스겐화 생성물에 해당하지 않는다. 틀린 부분은 ADN을 제시된 공정의 생성물로 본 것이다. 올바르게는 ADN은 대표적으로 부타디엔의 하이드로시안화 반응으로 제조한다.

NoteBase

오답 포인트

TDI와 MDI는 모두 디이소시아네이트이고 제조의 마지막 단계에 포스겐화가 쓰이므로 혼동하기 쉽다. 그러나 디니트로화의 출발 골격이 톨루엔이면 DNT와 TDA를 거쳐 TDI가 된다. MDI는 아닐린과 포름알데히드에서 MDA를 만드는 별도의 경로를 거친다.

다시 나오면 이렇게 판단

디니트로화에서 니트로기 2개, 수소화에서 아미노기 2개, 포스겐화에서 이소시아네이트기 2개로 작용기가 바뀐다는 흐름을 확인한다. 출발 골격이 톨루엔이면 최종 생성물은 TDI로 판단한다.

암기 포인트

톨루엔 → DNT → TDA → TDI, 작용기는 니트로기 → 아미노기 → 이소시아네이트기 순서이다.

NoteBase

문 10. H_2SO_4 **60%,** HNO_3 **32%,** H_2O **8%의 질량조성을 가지는 혼합산 100 kg을 벤젠으로 니트로화 할 때 그 중 질산이 화학양론적으로 전부 벤젠과 반응하였다면 DVS값은 얼마인가? (단 수소의 원자량은 1.0 g/mol, 탄소의 원자량은 12.0 g/mol, 질소의 원자량은 14.0 g/mol, 산소의 원자량은 16.0 g/mol이다.)**

① 2.50

② 3.50

③ 4.50

④ 9.14

정답 2번

출제 포인트

질산이 벤젠과 반응할 때 생성되는 물을 반응 전의 물에 더한 뒤, 황산의 질량을 최종 물의 질량으로 나누어 DVS를 구하는 문제이다.

조건 정리

혼합산 100 kg 중 H_2SO_4는 $60kg$, HNO_3는 $32kg$, 반응 전 H_2O는 $8kg$이다.
질산은 화학양론적으로 전부 반응하며, 반응식에서 HNO_3 1몰당 H_2O 1몰이 생성된다.
구해야 할 값은 반응 후 산 혼합물의 DVS이다.

사용할 공식

벤젠의 니트로화 반응은 다음과 같다.

$$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$$

$M(HNO_3) = 63g/mol$, $M(H_2O) = 18g/mol$이므로 생성되는 물의 질량은 m_H_2O, 생성=m_HNO_3×(18)/(63)이다.
DVS는 DVS=(m_H_2SO_4)/(m_H_2O, 초기+m_H_2O, 생성)으로 계산한다. 질산이 모두 반응하므로 최종 물의 양에는 반응 전 물뿐 아니라 니트로화로 생성된 물도 포함해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 질산의 반응으로 생성되는 물의 질량은 다음과 같다.

$$32kg \times \frac{18}{63} = 9.142857\ldots kg$$

2. 반응 후 물의 총질량은 다음과 같다.

$$8kg + 9.142857\ldots kg = 17.142857\ldots kg$$

3. 따라서 DVS는 다음과 같다.

$$\text{DVS} = \frac{60}{17.142857\ldots} = 3.50$$

선지 판단

① X — 2.50은 계산된 DVS 3.50과 일치하지 않는다. 틀린 값이며, 올바른 DVS는 3.50이다.
② O — 황산 $60kg$을 반응 후 물 $17.142857\ldots kg$으로 나누면 3.50이므로 옳다.
③ X — 4.50은 계산된 DVS 3.50과 일치하지 않는다. 틀린 값이며, 올바른 DVS는 3.50이다.
④ X — 9.14는 질산 $32kg$이 반응하여 새로 생성한 물의 질량인 $9.14kg$에 해당할 뿐 DVS가 아니다. 올바른 DVS는 생성수를 초기 물에 더한 뒤 구한 3.50이다.

오답 포인트

④의 9.14는 생성수의 질량을 최종 답으로 착각한 값이다. 또한 DVS의 분모에는 처음부터 있던 물 $8kg$과 반응으로 생긴 물 $9.14kg$을 모두 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합산 니트로화의 DVS는 먼저 질산의 몰수로 생성수의 질량을 구하고, 이를 초기 물에 더한 다음, 황산 질량을 최종 물 질량으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

DVS는 황산 질량을 반응 후 총 물의 질량으로 나눈 값이며, 반응 후 총 물은 초기 물과 생성수의 합이다.

NoteBase

문 11. 아디프니트릴을 산이나 알칼리로 가수분해 시켰을 때 최종적으로 생성되는 것은?

① 아디프산

② 아디프 아미드

③ 아디프 알코올

④ 이소시아네이트

정답 1번

출제 포인트

니트릴기의 가수분해가 아미드를 거쳐 카복실산까지 진행된다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

아디프니트릴은 양 끝에 니트릴기 $-C \equiv N$ 두 개를 가진 화합물이다. 산 또는 알칼리 조건에서 각 니트릴기는 가수분해되어 먼저 아미드기를 거친 뒤 최종적으로 카복실기 $-COOH$가 된다. 따라서 산성 조건의 최종 생성물은 아디프산이고, 알칼리성 반응액에서는 아디프산의 염이 생성되며 산 처리하면 아디프산을 얻는다.

선지별 해설

① O — 아디프니트릴의 두 니트릴기가 모두 끝까지 가수분해되면 두 카복실기를 가진 아디프산이 생성된다.
② X — 틀린 표현은 '최종적으로 아디프 아미드가 생성된다'는 취지이다. 아디프 아미드는 니트릴의 부분 가수분해에서 거치는 중간 생성물이며, 완전 가수분해의 최종 생성물은 아디프산이다.
③ X — 틀린 표현은 '아디프 알코올'이다. 니트릴을 알코올로 바꾸는 반응은 가수분해가 아니며, 이 조건의 최종 생성물은 아디프산이다.
④ X — 틀린 표현은 '이소시아네이트'이다. 니트릴의 산·알칼리 가수분해 경로는 아미드를 거쳐 카복실산 또는 그 염으로 진행하며, 이소시아네이트를 생성하지 않는다. 올바른 최종 생성물은 아디프산이다.

오답 포인트

②의 아미드는 실제 반응 경로에 등장하므로 최종 생성물로 착각하기 쉽다. 그러나 문제의 '최종적으로'에 주목하면 아미드 단계에서 멈추지 않고 카복실산까지 가수분해된다고 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

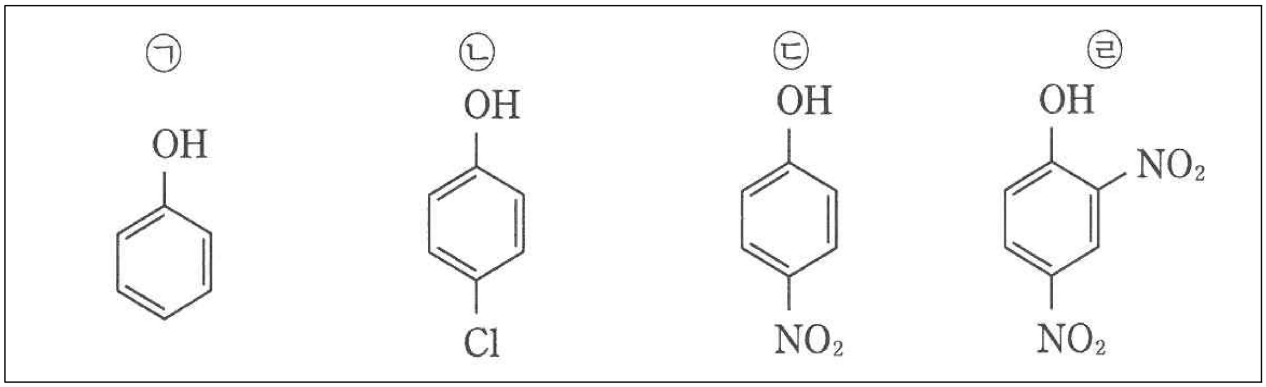
니트릴의 산·알칼리 가수분해 문제에서는 '니트릴 → 아미드 → 카복실산'의 순서로 판단한다. 알칼리성 반응액에서는 카복실산염 형태임을 함께 구분한다.

암기 포인트

니트릴 가수분해의 중간은 아미드, 최종은 카복실산이다.

NoteBase

문 12. 다음 화합물의 산의 세기가 증가하는 순서로 바르게 나열한 것은? (단, 산의 세기가 낮은 것부터 나열한다.)



① ㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣

② ㉢ < ㉡ < ㉣ < ㉠

③ ㉠ < ㉣ < ㉢ < ㉡

④ ㉡ < ㉢ < ㉠ < ㉣

정답 1번

출제 포인트

페놀 유도체의 산성도는 수소 이온이 떨어진 뒤 생기는 페녹사이드 음이온을 치환기가 얼마나 안정화하는지로 판단한다. 그림의 ㉠은 페놀, ㉡은 p-클로로페놀, ㉢은 p-니트로페놀, ㉣은 2,4-디니트로페놀이다. 전자흡인기가 음전하를 안정화할수록 산의 세기가 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣의 순서가 맞다. 페놀보다 p-클로로페놀은 Cl의 유도성 전자흡인 효과로 더 강한 산이고, p-니트로페놀은 니트로기의 강한 유도 효과와 공명 효과로 페녹사이드 음이온을 더 안정화한다. 2,4-디니트로페놀은 니트로기가 두 개이므로 음이온 안정화가 가장 커서 산성이 가장 강하다.

② X
'㉢ < ㉡'이 틀렸다. 니트로기는 Cl보다 페녹사이드 음이온을 훨씬 강하게 안정화하므로 ㉡ < ㉢이다. 또한 ㉣이 ㉠보다 약한 산으로 놓인 것도 틀리며, 올바른 전체 순서는 ㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣이다.

③ X
'㉣ < ㉢'이 틀렸다. ㉣은 오르토와 파라 위치에 니트로기가 하나씩 있어 니트로기가 하나인 ㉢보다 페녹사이드 음이온을 더 안정화한다. 올바르게는 ㉢ < ㉣이며, 전체 순서는 ㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣이다.

④ X
'㉡ < ㉢ < ㉠'이 틀렸다. 전자흡인기인 Cl과 니트로기는 페놀의 산성을 높이므로 무치환 페놀 ㉠이 ㉡과 ㉢보다 약한 산이다. 올바른 전체 순서는 ㉠ < ㉡ < ㉢ < ㉣이다.

오답 포인트

산 자체의 전자밀도만 보는 것이 아니라 해리 후 생성되는 페녹사이드 음이온의 안정성을 비교해야 한다. 특히 Cl은 비공유전자쌍을 줄 수 있지만 강한 유도성 전자흡인 효과 때문에 페놀보다 산성을 높이며, 니트로기는 이보다 훨씬 강한 전자흡인기이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 구조의 전자흡인기 종류와 개수를 확인한 뒤, 페녹사이드 음이온의 음전하를 더 안정화하는 구조일수록 더 강한 산으로 배열한다. 니트로기처럼 공명으로 음전하를 분산시키는 치환기가 오르토 또는 파라 위치에 많을수록 산성이 커진다.

암기 포인트

페놀 산성도는 '전자흡인기 증가 → 페녹사이드 안정화 증가 → 산성 증가'로 연결한다.

NoteBase

문 13. 다음 <보기> 중 열분해(thermal cracking)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 석유 탄화수소를 열적으로 분해하여 보다 분자량이 작은 분자로 전환시키는 공정을 열분해라 한다.
㉡ 열분해 반응은 라디칼(radical)의 생성 및 반응에 의해 일어난다.
㉢ 결합의 절단은 삼차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 일어나기 어렵고, 일차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 일어나기 쉽다.
㉣ 열분해 반응의 주된 생성물은 올레핀(olefin)이다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉡, ㉢
③ ㉠, ㉡, ㉣
④ ㉡, ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

석유 탄화수소의 열분해가 라디칼 연쇄반응으로 진행된다는 점과 라디칼 안정성이 결합 절단의 용이성에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

열분해는 석유 탄화수소를 높은 온도에서 분해하여 분자량이 더 작은 탄화수소로 바꾸는 공정이다. 반응은 결합의 균일 분해로 생긴 라디칼의 연쇄반응을 통해 진행되며, 생성되는 탄소 라디칼이 안정할수록 그 라디칼을 만드는 결합 절단이 유리하다. 일반적인 탄소 라디칼의 안정성은 삼차 > 이차 > 일차 순이므로 삼차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 더 쉽고 일차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 더 어렵다. 열분해에서는 알켄 계열인 올레핀이 주요 생성물로 얻어진다. 따라서 ㉠, ㉡, ㉣이 옳고 ㉢은 틀리다.

NoteBase

선지별 해설

① X
㉠과 ㉡은 옳지만, 옳은 설명인 ㉣이 빠져 있다. 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

② X
틀린 설명인 ㉢이 포함되고 옳은 설명인 ㉣이 빠져 있다. ㉢의 '삼차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 어렵고 일차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 가장 쉽다'는 안정성 순서를 거꾸로 쓴 표현이다. 올바르게는 삼차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 더 쉽고 일차 탄소 라디칼이 생성되는 절단이 더 어렵다.

③ O
㉠은 열분해의 정의, ㉡은 라디칼 연쇄반응이라는 반응 특성, ㉣은 올레핀이 주요 생성물이라는 생성물 특성에 각각 부합한다.

④ X
㉡과 ㉣은 옳지만 ㉢은 틀리고, 옳은 설명인 ㉠이 빠져 있다. ㉢은 라디칼 안정성에 따른 절단 용이성을 반대로 서술했으며, 올바른 조합은 ㉠, ㉡, ㉣이다.

오답 포인트

㉢은 '안정한 라디칼이 생성될수록 결합이 더 쉽게 끊어진다'는 관계를 정반대로 제시한다. 삼차 탄소 라디칼이 일차 탄소 라디칼보다 안정하므로 ㉢의 '가장 어렵고'와 '가장 쉽다'를 서로 바꾸어 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

열분해 문항에서는 먼저 작은 분자로의 전환, 라디칼 연쇄반응, 올레핀 생성이라는 세 특징을 확인한다. 결합 절단의 방향은 생성 라디칼의 안정성을 비교하여 더 안정한 라디칼을 만드는 절단이 더 유리하다고 판단한다.

암기 포인트

열분해는 '고온·라디칼·저분자화·올레핀'이며, 라디칼은 삼차가 일차보다 안정하다.

NoteBase

문 14. 니트로벤젠을 Zn + 알칼리로 환원시킬 때 생성되는 것은?

① 페닐히드록실 아민

② 히드라조 벤젠

③ 아닐린

④ 디니트로 벤젠

정답 2번

출제 포인트

니트로벤젠의 환원 생성물이 반응 매질에 따라 달라진다는 점과, Zn을 알칼리성 조건에서 사용할 때의 생성물을 묻는 문제이다.

핵심 개념

니트로벤젠은 환원 조건에 따라 서로 다른 생성물을 만든다. 산성 조건에서는 주로 아닐린까지 환원되고, 중성에 가까운 조건에서는 페닐히드록실아민을 얻을 수 있다. 알칼리성 조건에서는 환원 중간체들이 결합한 뒤 더 환원되어 히드라조벤젠이 생성된다.

선지별 해설

① X — 페닐히드록실아민은 니트로벤젠을 중성에 가까운 조건에서 부분 환원할 때 얻는 중간 생성물이다. 틀린 부분은 'Zn + 알칼리의 최종 생성물'로 본 점이며, 이 조건의 생성물은 히드라조벤젠이다.
② O — Zn과 알칼리를 사용하면 니트로벤젠의 환원 중간체가 결합하고 계속 환원되어 히드라조벤젠이 생성된다.
③ X — 아닐린은 니트로벤젠을 Sn/HCl, Fe/HCl 등의 산성 조건에서 완전히 환원할 때 대표적으로 생성된다. 틀린 부분은 알칼리성 환원의 생성물을 아닐린으로 본 점이며, 이 조건에서는 히드라조벤젠이 생성된다.
④ X — 디니트로벤젠은 니트로기가 하나 더 도입된 화합물이므로 환원 생성물이 아니다. 틀린 부분은 환원 반응에서 니트로기가 추가된다고 본 점이며, 디니트로벤젠은 니트로벤젠의 추가 니트로화로 얻는다.

오답 포인트

니트로벤젠을 환원하면 언제나 아닐린이 된다고 단순 암기하면 ③을 고르기 쉽다. 이 문항의 결정 단서는 '알칼리'이며, 산성 환원의 아닐린과 알칼리성 환원의 히드라조벤젠을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

니트로벤젠 환원 문제에서는 먼저 반응 매질을 확인한다. 산성이면 아닐린, 중성에 가까운 부분 환원이면 페닐히드록실아민, Zn과 알칼리 조건이면 히드라조벤젠으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

니트로벤젠 + Zn·알칼리 → 히드라조벤젠이다.

NoteBase

문 15. 고분자의 평균분자량을 측정하는 방법이 아닌 것은?

① 광산란법
② 삼투압법
③ 열 무게분석법
④ 말단기 분석법

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 고분자의 평균분자량을 구하는 방법과 열적 성질을 분석하는 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

광산란법은 용액에서 산란되는 빛의 세기를 이용하여 주로 무게평균분자량을 구하는 방법이다. 삼투압법과 말단기 분석법은 분자 수에 민감하므로 수평균분자량을 구하는 데 이용된다. 열 무게분석법은 온도에 따른 시료의 질량 변화를 측정하여 열분해 거동, 열안정성, 휘발 성분 및 잔류량 등을 분석하는 방법이다.

선지별 해설

① O — 광산란법은 고분자 용액의 산란광 세기를 농도와 산란각에 따라 분석하여 주로 무게평균분자량을 측정한다.
② O — 삼투압법은 고분자 용액의 삼투압과 농도의 관계를 이용하여 수평균분자량을 측정한다.
③ X — 열 무게분석법을 평균분자량 측정법으로 본 부분이 틀렸다. 올바르게는 온도 또는 시간에 따른 시료의 질량 변화를 측정하여 열안정성, 분해 온도, 휘발 성분 및 잔류량 등을 분석하는 열분석법이다.
④ O — 말단기 분석법은 한 분자에 존재하는 말단기의 수와 양을 분석하여 수평균분자량을 구하며, 말단기가 명확하고 정량 가능한 고분자에 적용한다.

오답 포인트

③의 '무게'라는 말 때문에 분자량 측정법으로 오인하기 쉽다. 열 무게분석법에서 측정하는 것은 분자량이 아니라 가열 과정에서 변하는 시료 전체의 질량이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자량 측정법은 용액의 광산란·삼투압이나 분자 말단기의 양처럼 분자 크기 또는 분자 수와 연결되는 물성을 이용하는지 확인한다. 온도에 따른 질량 감소를 측정한다면 분자량법이 아니라 열분석법으로 판단한다.

암기 포인트

광산란은 무게평균, 삼투압·말단기 분석은 수평균, 열 무게분석은 열에 따른 질량 변화이다.

NoteBase

문 16. $CH_3CH=CH_2$**를 직접 원료로 하지 않는 제품은?**

① 글리세린

② n-부틸알데히드

③ 아크릴로니트릴

④ 아세트알데히드

정답 4번

출제 포인트

프로필렌(프로펜)을 출발 원료로 하는 대표 공업 제품과 에틸렌계 제품을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

프로필렌은 알릴계 중간체를 거쳐 글리세린을 제조하는 출발 원료가 되며, 옥소 반응으로 n-부틸알데히드, 암모산화로 아크릴로니트릴을 만든다. 반면 아세트알데히드는 대표적으로 에틸렌의 산화 또는 에탄올의 산화·탈수소로 제조하므로 프로필렌을 직접 원료로 하는 제품에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O — 글리세린은 프로필렌을 염소화하여 알릴클로라이드로 만든 뒤 에피클로로히드린 등의 알릴계 중간체를 거치는 공업적 합성 경로가 있으므로 프로필렌계 제품이다.
② O — n-부틸알데히드는 프로필렌에 일산화탄소와 수소를 첨가하는 하이드로포밀화(옥소 반응)로 생성된다. 탄소 수가 3개인 프로필렌에 포밀기가 도입되어 탄소 수 4개의 알데히드가 된다.
③ O — 아크릴로니트릴은 프로필렌을 암모니아 및 산소와 반응시키는 암모산화로 제조한다. 대표 반응은 $2CH_3CH=CH_2+2NH_3+3O_2\rightarrow 2CH_2=CHCN+6H_2O$이다.
④ X — 틀린 부분은 아세트알데히드를 프로필렌 직접 원료 제품으로 본 것이다. 아세트알데히드는 대표적으로 에틸렌의 산화 또는 에탄올의 산화·탈수소로 제조하며, 올바르게는 에틸렌계 제품으로 구분한다.

오답 포인트

아세트알데히드와 n-부틸알데히드가 모두 알데히드라는 점이 함정이다. 물질의 작용기만 보지 않고 탄소 골격과 공업적 제조 반응을 확인해야 한다. 프로필렌의 옥소 반응은 탄소가 하나 늘어난 n-부틸알데히드를 만들지만, 아세트알데히드는 에틸렌계 원료에서 제조한다.

다시 나오면 이렇게 판단

프로필렌의 대표 반응을 제품과 연결한다. 알릴계 경로는 글리세린, 옥소 반응은 n-부틸알데히드, 암모산화는 아크릴로니트릴로 이어진다. 아세트알데히드는 에틸렌 산화 제품으로 분리하여 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

프로필렌 → 글리세린·n-부틸알데히드·아크릴로니트릴, 에틸렌 → 아세트알데히드이다.

NoteBase

문 17. 다음 반응을 통해서 얻어지는 주생성물은?

H-C≡ C-CH_3[HgSO_4]H_2O, H_2SO_4주생성물

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

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 말단 알카인의 산 촉매 수화에서 마르코프니코프 첨가로 생성된 엔올이 케톤으로 토토머화된다는 점을 묻는다.

핵심 개념

프로파인 $HC \equiv C - CH_3$에 H_2O/H_2SO_4와 $HgSO_4$를 작용시키면 먼저 엔올 $CH_2 = C(OH) - CH_3$이 생성된다. 이 엔올은 케토–엔올 토토머화에 의해 더 안정한 케톤 CH_3COCH_3, 즉 propanone으로 전환된다.

선지별 해설

① O — propanone은 생성된 엔올이 케토형으로 토토머화하여 얻어지는 최종 주생성물이다.
② X — propenal은 구조가 $CH_2 = CHCHO$인 불포화 알데하이드이므로 이 반응의 생성물이 아니다. 틀린 물질명 propenal은 propanone으로 고쳐야 한다.
③ X — propan-2-ol은 2차 알코올이며, 이 반응에서는 알카인이 완전히 환원되어 포화 알코올이 되지 않는다. 틀린 물질명 propan-2-ol은 propanone으로 고쳐야 한다.
④ X — propen-2-ol로 제시된 엔올형은 수화 직후의 중간 생성물에 해당하며 산성 조건에서 안정한 케톤으로 빠르게 토토머화한다. 주생성물이라는 표현은 propanone으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④의 엔올을 수화의 최종 생성물로 고르는 것이 핵심 함정이다. 알카인에 물이 첨가되면 엔올이 먼저 생기지만, 일반적인 산성 수화 조건에서는 이를 최종 주생성물로 두지 않고 토토머화된 카보닐 화합물을 선택한다.

다시 나오면 이렇게 판단

말단 알카인에 H_2O/H_2SO_4, $HgSO_4$가 보이면 마르코프니코프 수화로 생기는 엔올을 그린 뒤 케토형으로 바꾼다. $HC \equiv C - R$은 이 조건에서 일반적으로 메틸 케톤 $RCOCH_3$을 준다.

NoteBase

암기 포인트

말단 알카인 + $HgSO_4/H_2SO_4$, H_2O → 엔올 → 메틸 케톤이다.

NoteBase

문 18. 다음 <보기>의 설명과 가장 가까운 염료는?

<보기>
· 물에 불용성이나 알칼리 용액에서 환원하면 수용성 화합물로 변한다.
· Leuco 화합물 형태로 섬유에 염착한다.
· 안트라퀴논계와 인디고이드계로 구분한다.

① 배트염료
② 산성염료
③ 직접염료
④ 매염염료

정답 1번

출제 포인트

물에 녹지 않는 염료를 알칼리성 환원 조건에서 수용성 류코(Leuco) 화합물로 바꾸어 섬유에 염착시키는 배트염료의 특징을 묻는 문제이다.

핵심 개념

배트염료는 물에 불용성인 염료를 알칼리성 환원액에서 수용성 류코 화합물로 만든 뒤 섬유에 침투시키고, 다시 산화하여 섬유 내부에 불용성 염료로 고착하는 염료이다. 대표적으로 안트라퀴논계와 인디고이드계가 있다. 산성염료는 주로 설폰산기 같은 산성기를 가져 물에 녹는 음이온성 염료이고, 직접염료는 매염제 없이 셀룰로스 섬유에 직접 염착하는 수용성 염료이며, 매염염료는 금속 매염제와 착물을 형성하여 섬유에 고착하는 염료이다.

선지별 해설

① O — 배트염료는 물에 불용성이지만 알칼리성 환원으로 수용성 류코 화합물이 되어 섬유에 염착하며, 안트라퀴논계와 인디고이드계로 구분된다. 보기의 세 특징이 모두 일치한다.
② X — 산성염료는 알칼리 환원으로 류코 화합물을 만들어 염색하는 염료가 아니다. 틀린 대응은 '류코 화합물 형태로 염착'이며, 올바르게는 산성기를 가진 수용성 음이온 염료가 주로 양모·견 같은 단백질 섬유 등에 이온 결합으로 염착하는 염료이다.
③ X — 직접염료는 물에 불용성인 염료를 환원하여 사용하는 염료가 아니다. 틀린 대응은 '물에 불용성이나 환원하면 수용성'이며, 올바르게는 물에 녹고 매염제 없이 셀룰로스 섬유에 직접 염착하는 염료이다.
④ X — 매염염료의 핵심은 류코 화합물의 생성이 아니라 금속 매염제와의 착물 형성이다. 틀린 대응은 '류코 화합물 형태로 섬유에 염착'이며, 올바르게는 금속염 매염제와 불용성 착물을 형성하여 섬유에 고착하는 염료이다.

NoteBase

오답 포인트

배트염료가 처음부터 수용성이라고 오해하거나, 염착 뒤 불용성으로 고착되는 과정 때문에 매염염료와 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '알칼리성 환원', '류코 화합물', '안트라퀴논계·인디고이드계'가 배트염료를 가리키는 결정적 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

불용성 염료를 환원하여 수용성 류코형으로 만든 뒤 염착·산화하는 과정이 제시되면 배트염료로 판단한다. 금속염과 착물을 만들면 매염염료, 물에 녹아 셀룰로스에 바로 염착하면 직접염료로 구분한다.

암기 포인트

배트염료는 '불용성 → 환원·류코형 → 염착 → 산화·불용성 고착'의 순서로 기억한다.

NoteBase

문 19. 바이오디젤 생산 반응에서 부산물로 얻어지고, 동물성지방에서 비누를 제조하는 비누화 반응에서도 만들어지는 물질은?

① 메탄올

② 메틸에스터

③ 글리세롤

④ 트라이글리세라이드

정답 3번

출제 포인트

바이오디젤의 전이에스터화 반응과 유지의 비누화 반응에서 공통으로 생성되는 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

바이오디젤 생산: 트라이글리세라이드가 메탄올과 전이에스터화하여 지방산 메틸에스터(바이오디젤)와 글리세롤을 생성한다. 이때 글리세롤은 부산물이다.
비누화 반응: 트라이글리세라이드가 강염기와 반응하여 지방산 염(비누)과 글리세롤을 생성한다.
두 반응은 주생성물은 다르지만 트라이글리세라이드의 글리세롤 골격이 글리세롤로 분리된다는 공통점이 있다.

선지별 해설

① X — 메탄올은 바이오디젤 생산의 전이에스터화 반응에 투입되는 반응물이며, 두 반응에서 공통으로 얻는 생성물이 아니다. 틀린 표현은 '메탄올'이며, 올바르게는 '글리세롤'이다.
② X — 메틸에스터는 바이오디젤 생산에서 얻는 주생성물이지만 비누화 반응에서는 지방산 염이 만들어진다. 틀린 표현은 '메틸에스터'이며, 두 반응의 공통 생성물로는 '글리세롤'이 옳다.
③ O — 글리세롤은 바이오디젤 생산 시 부산물로 분리되고, 동물성 지방의 비누화에서도 지방산 염과 함께 생성된다.
④ X — 트라이글리세라이드는 동물성 지방과 식물성 기름을 이루는 원료 물질로서 두 반응에서 분해되는 반응물이다. 틀린 표현은 '트라이글리세라이드'이며, 생성물로는 '글리세롤'이 옳다.

오답 포인트

②의 메틸에스터는 바이오디젤 자체에 해당하므로 '생산 반응에서 얻어진다'는 점만 보고 고르기 쉽다. 그러나 문제는 바이오디젤 반응의 부산물이면서 비누화에서도 생성되는 공통 물질을 묻고 있으므로 글리세롤을 골라야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

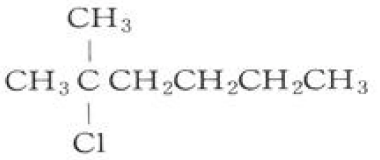
각 물질의 역할을 구분한다. 트라이글리세라이드는 원료, 메탄올은 전이에스터화 반응물, 메틸에스터는 바이오디젤 주생성물, 글리세롤은 바이오디젤 반응의 부산물이자 비누화의 공통 생성물이다.

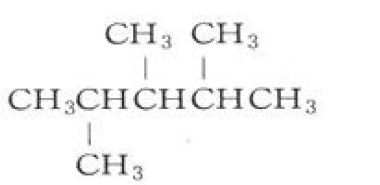
암기 포인트

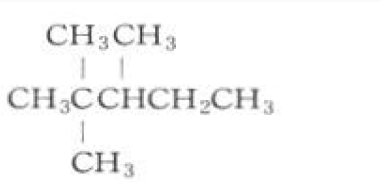
바이오디젤은 메틸에스터, 비누는 지방산 염이며, 두 반응에서 함께 나오는 물질은 글리세롤이다.

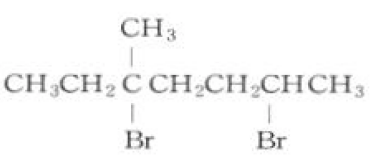
NoteBase

문 20. 다음 알칸의 IUPAC 명명법 중 틀린 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

출제 포인트

알칸의 IUPAC 명명은 가장 긴 연속 탄소 사슬을 모체로 정하고, 치환기의 위치번호 묶음이 첫 차이점에서 가장 작아지도록 번호를 매기는 원칙을 적용한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
가장 긴 연속 사슬은 탄소 6개의 hexane이고, 2번 탄소에 chloro기와 methyl기가 함께 있으므로 2-chloro-2-methylhexane이 맞다.

② O
가장 긴 연속 사슬은 탄소 5개의 pentane이고, 2번·3번·4번 탄소에 methyl기가 하나씩 있으므로 2,3,4-trimethylpentane이 맞다.

③ O
가장 긴 연속 사슬은 탄소 5개의 pentane이고, methyl기의 위치가 2번·2번·3번이므로 2,2,3-trimethylpentane이 맞다.

④ X
제시 구조를 왼쪽부터 따라가면 CH3-CH2-C(CH3)(Br)-CH2-CH2-CH(Br)-CH3로, 가장 긴 연속 사슬은 탄소 7개의 heptane이므로 모체 이름은 맞다. 문제는 번호 방향이다. 왼쪽 끝부터 번호를 매기면 치환기 위치번호 묶음이 3,3,6이고, 오른쪽 끝부터 매기면 bromo기는 2번·5번, methyl기는 5번이 되어 2,5,5이다. 첫 차이점에서 2가 3보다 작으므로 오른쪽부터 번호를 매겨야 하고, 틀린 표현 ‘3,6-dibromo-3-methylheptane’은 ‘2,5-dibromo-5-methylheptane’으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④는 모체(heptane)는 맞게 골랐지만 번호를 왼쪽 끝부터 매긴 것이 함정이다. 왼쪽에서 얻는 위치번호 묶음 3,3,6보다 오른쪽에서 얻는 2,5,5가 첫 차이점에서 작으므로 오른쪽부터 번호를 매기는 것이 옳다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 끊기지 않는 가장 긴 탄소 경로를 찾고, 양쪽 끝에서 각각 번호를 매겨 치환기 위치번호 묶음을 비교한다. 첫 번째로 달라지는 위치번호가 더 작은 방향을 선택한 뒤, 치환기 이름은 알파벳순으로 배열한다.

암기 포인트

최장 사슬을 먼저 정하고, 번호는 첫 차이점에서 최소가 되게 매긴다. ④의 올바른 이름은 2,5-dibromo-5-methylheptane이다.

NoteBase