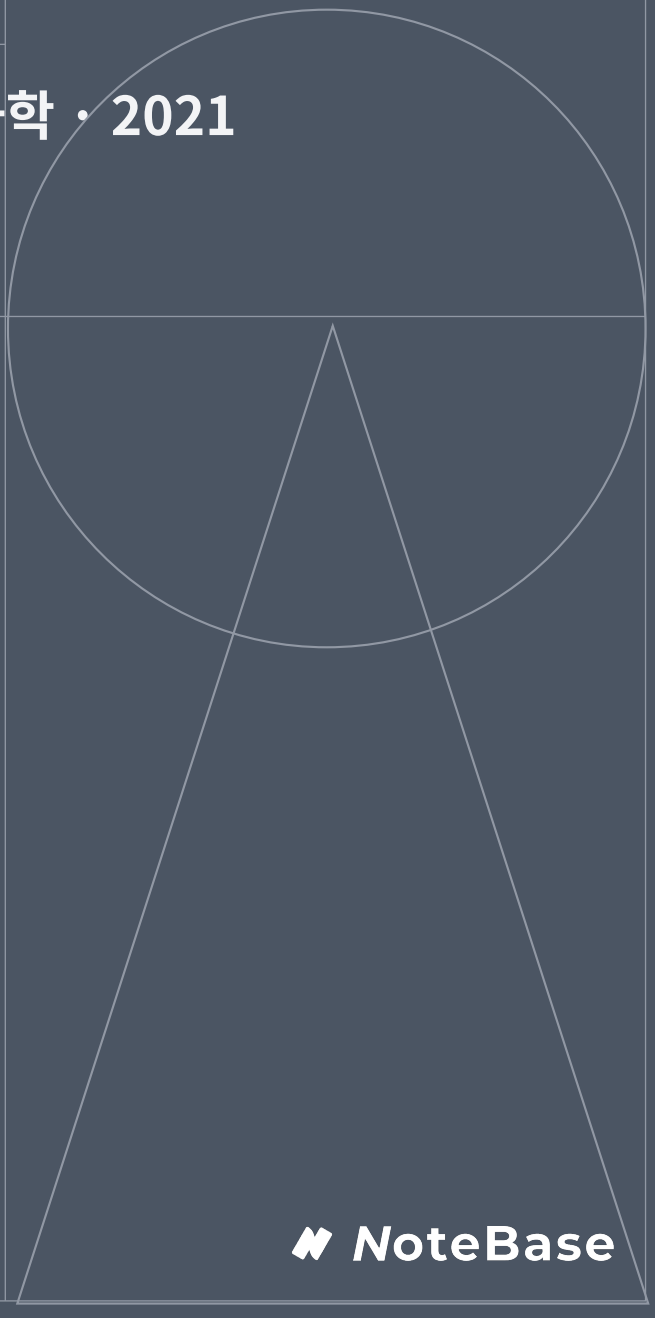
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2021

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2021

문 1. 수용액에서 산의 세기가 가장 큰 것은?

① HBr

② CH_3OH

③ $(CH_3)_3CH$

④ $(CH_3)_2NH$

정답 1번

간단한 해설

HBr은 수용액에서 거의 완전히 이온화하여 H_3O^+를 만드는 **강산**이다. H^+를 내놓은 뒤 생기는 Br^-가 안정하므로 다른 선지의 물질보다 양성자를 훨씬 쉽게 내놓는다.

NoteBase

선지별 해설

산의 세기는 H^+를 내놓기 쉬운 정도로 비교한다. H^+가 떨어져 나간 뒤 남는 입자를 짝염기라고 하며, 짝염기가 안정할수록 일반적으로 원래 산은 강하다.

① HBr: 물과 반응하여 H_3O^+와 Br^-를 형성하는 **강산**이다. Br^-는 큰 이온으로 음전하가 넓게 분산되어 안정하며, H^+를 다시 받아들이는 성향이 매우 작다. 따라서 수용액에서 HBr의 이온화는 거의 완전히 진행된다.

② CH_3OH: 메탄올은 O–H 결합에서 H^+를 내놓으면 CH_3O^-가 된다. 산소는 질소나 탄소보다 전기음성도가 커서 음전하를 더 잘 안정화하므로, 메탄올은 ③과 ④보다 산성이 크다. 그러나 CH_3O^-는 Br^-와 달리 H^+를 받아들이는 성향이 강하므로, 메탄올은 **HBr보다 훨씬 약한 산**이다.

③ $(CH_3)_3CH$: 아이소뷰테인은 C–H 결합에서 H^+를 내놓아야 한다. 이때 생기는 탄소 음이온은 탄소가 산소나 질소보다 전기음성도가 작아 음전하를 잘 안정화하지 못한다. 따라서 H^+가 매우 잘 떨어지지 않으며, 네 물질 중 **산성이 가장 약하다**.

④ $(CH_3)_2NH$: 다이메틸아민은 산으로 작용할 때 N–H 결합에서 H^+를 내놓아 $(CH_3)_2N^-$가 된다. 질소는 탄소보다 음전하를 잘 안정화하지만 산소보다는 못하므로, 산의 세기는 ③보다 크고 ②보다 작다. 수용액에서는 질소의 비공유 전자쌍으로 H^+를 받아들이는 **염기성이 주로 나타난다**.

산의 세기는 $HBr > CH_3OH > (CH_3)_2NH > (CH_3)_3CH$ 순이므로, 수용액에서 산의 세기가 가장 큰 물질은 ① HBr이다.

NoteBase

문 2. 양쪽성 계면활성제는?

① 폴리알킬페놀

② 라우린산나트륨

③ 아미노산형 계면활성제

④ 폴리에틸렌글리콜형 계면활성제

정답 3번

간단한 해설

아미노산형 계면활성제는 한 분자 안에 **염기성 아미노기와 산성 카복실기**를 함께 갖는 양쪽성 유형이다. 용액의 pH에 따라 양이온성 또는 음이온성을 나타낼 수 있다.

개념 구분

양쪽성 계면활성제는 한 분자에 양이온성을 나타낼 수 있는 부분과 음이온성을 나타낼 수 있는 부분을 함께 갖는다. 이 문항의 아미노산형은 N-알킬아미노산형처럼 **염기성 아미노기와 산성 카복실기**를 함께 갖는 유형이다. 산성에서는 아미노기가 수소 이온을 받아 양이온성이 두드러지고, 알칼리성에서는 카복실기가 수소 이온을 잃어 음이온성이 두드러진다. 등전점에서는 분자 안의 양전하와 음전하가 균형을 이루어 순전하가 0이 된다.

라우린산나트륨은 지방산의 나트륨염인 비누이다. 물에서 해리될 때 계면활성을 나타내는 부분이 라우린산 음이온이므로 **음이온성 계면활성제**로 분류한다. 나트륨 양이온이 함께 존재한다고 해서 양쪽성이 되는 것은 아니다.

폴리에틸렌글리콜형 계면활성제는 폴리옥시에틸렌 사슬의 산소와 물 사이의 수소 결합으로 친수성을 나타내는 **비이온성 계면활성제**이다. 친수성을 나타내기 위해 양이온이나 음이온으로 해리되는 유형과 구별한다.

NoteBase

문 3. 수용액에서 HPO_4^{2-} 이온의 짝염기는?

① H_3PO_4

② $H_2PO_4^-$

③ H_3O^+

④ PO_4^{3-}

정답 4번

간단한 해설

짝염기는 원래 물질이 **양성자 한 개를 내놓은 뒤** 남는 화학종이다. 따라서 HPO_4^{2-}의 짝염기는 수소가 하나 줄고 음전하가 하나 늘어난 PO_4^{3-}이다.

공통 해설

브뢴스테드·로우리 산·염기 이론에서 짝염기는 산이 양성자 H^+ 한 개를 내놓아 생긴 화학종이다. 짝산·짝염기 쌍은 **양성자 한 개만큼 차이**가 나며, 양성자를 잃은 쪽의 전하는 원래보다 1만큼 작아진다.

HPO_4^{2-}에서 H^+ 한 개가 떨어져 나가면 인과 산소의 구성은 그대로이고 수소만 하나 줄어든다. 전하도 −2에서 −3으로 변하므로 짝염기는 PO_4^{3-}이다. 수용액에서는 물이 그 양성자를 받아 다음과 같은 평형을 이룬다.
$HPO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons PO_4^{3-} + H_3O^+$

반대로 HPO_4^{2-}가 양성자를 하나 받으면 $H_2PO_4^-$가 된다. 이는 짝염기가 아니라 **짝산**이다.

NoteBase

문 4. Friedel–Crafts 알킬화 촉매로 가장 적절하지 않은 것은?

① $AlCl_3$

② BF_3

③ KOH

④ $ZrCl_4$

정답 3번

간단한 해설

KOH는 **염기**로 작용하며, Friedel–Crafts 알킬화에서 알킬화제를 활성화하는 **루이스 산 촉매의 역할을 하지 못한다**. 이 반응에서는 전자쌍을 받아 알킬화제의 친전자성을 높이는 촉매를 사용한다.

선지별 해설

Friedel–Crafts 알킬화는 방향족 고리의 수소를 알킬기로 바꾸는 친전자성 방향족 치환 반응이다. 비교 기준은 알킬화제를 활성화하는 루이스 산으로 작용할 수 있는가이다. 루이스 산은 전자쌍을 받는 물질이며, 알킬 할로젠화물을 사용하는 경우 탄소–할로젠 결합을 편극시켜 방향족 고리와 반응할 친전자체의 형성을 돕는다.

① $AlCl_3$: 알루미늄 중심이 전자쌍을 받을 수 있는 **대표적인 루이스 산 촉매**이다. 무수 상태에서 알킬 할로젠화물의 할로젠 원자와 결합하여 탄소–할로젠 결합을 편극시키고 알킬화를 촉진한다.

② BF_3: 붕소의 최외각 전자 수가 6개인 전자 부족 화합물로, **전자쌍을 받아 배위 결합**을 형성할 수 있다. 이러한 루이스 산 성질을 이용해 알킬화제를 활성화하는 촉매로 사용할 수 있다.

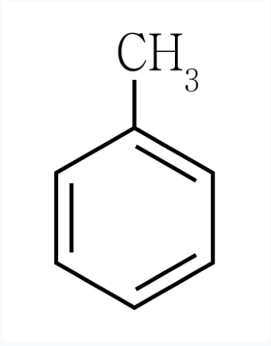
③ KOH: 수산화 이온 OH^-을 제공하는 강염기이다. 수산화 이온은 **전자쌍을 주는 루이스 염기**로 작용하므로, 알킬화제를 활성화하는 루이스 산 촉매에 해당하지 않는다.

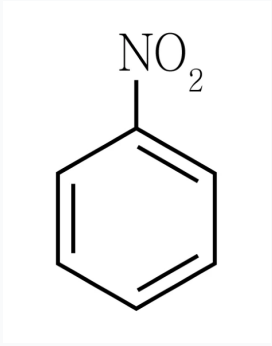
④ $ZrCl_4$: 지르코늄 중심이 반응물의 전자쌍을 받아 배위할 수 있는 **루이스 산**이다. 알킬화제를 활성화할 수 있어 Friedel–Crafts 반응의 촉매로 사용할 수 있다.

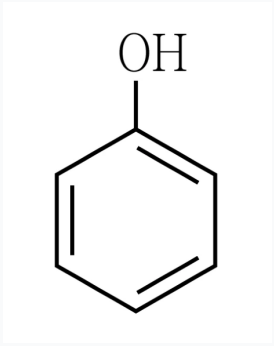
따라서 나머지 세 물질은 루이스 산 성질을 이용할 수 있지만, ③ KOH는 염기이므로 Friedel–Crafts 알킬화 촉매로 가장 적절하지 않다.

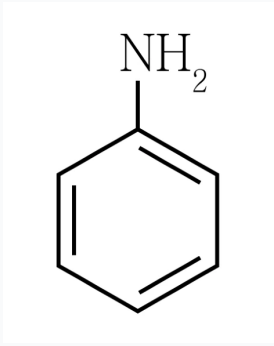
NoteBase

문 5. 친전자성 방향족 치환 반응(electrophilic aromatic substitution) 조건에서 메타(meta) 치환 된 화합물을 주 생성물로 제공하는 반응물은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

간단한 해설

②의 나이트로기(–NO_2)는 벤젠 고리에서 전자를 끌어당기는 **메타 지향성 치환기**이다. 오르토·파라 위치로 반응할 때의 중간체가 상대적으로 더 불안정해지므로 메타 치환 생성물이 우세하다.

NoteBase

핵심 풀이

친전자성 방향족 치환에서는 벤젠 고리의 수소가 친전자체로 바뀐다. 기존 치환기가 붙은 탄소를 1번으로 잡으면 오르토는 2·6번, 메타는 3·5번, 파라는 4번 위치이다. 어느 위치에서 반응하기 쉬운지는 치환기가 반응 중간체의 안정성에 미치는 영향으로 판단한다.

②의 나이트로벤젠: 나이트로기($-NO_2$)는 유도 효과와 공명 효과로 고리의 전자를 끌어당긴다. 오르토·파라 위치에 친전자체가 결합한 중간체에는 나이트로기가 붙은 탄소에 양전하가 놓이는 공명 구조가 포함되어 특히 불안정하다. 메타 위치에서 반응하면 **이 불리한 공명 구조를 피하므로** 메타 치환 생성물이 주로 얻어진다. 이는 메타 위치의 반응이 벤젠보다 빨라진다는 뜻이 아니라, 나이트로벤젠에서 다른 위치보다 상대적으로 유리하다는 뜻이다.

경쟁 치환기와의 구분: ①의 메틸기($-CH_3$)는 초공액 등으로 전자를 공급하여 오르토·파라 반응 중간체를 안정화한다. ③의 하이드록시기($-OH$)와 ④에 그려진 중성 아미노기($-NH_2$)는 산소나 질소의 비공유 전자쌍을 공명으로 고리에 제공하여 오르토·파라 반응 중간체를 안정화한다. 따라서 이들은 **오르토·파라 지향성**으로, 나이트로기의 메타 지향성과 구별된다.

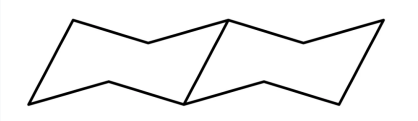
NoteBase

문 6. 불포화도(degree of unsaturation)가 다른 것은?

① cyclohexene

② 1,3-pentadiene

③ C_8H_{12}

④ 

정답 3번

간단한 해설

C_8H_{12}는 같은 탄소 수의 사슬형 포화 탄화수소보다 수소가 6개 적으므로 **불포화도가 3**이다. 수소 2개의 부족이 불포화도 1에 해당한다.

선지별 해설

불포화도는 고리와 다중결합의 수를 나타내는 지표로, 고리 1개와 이중결합 1개는 각각 1, 삼중결합 1개는 2로 센다. 탄소 수가 n인 사슬형 포화 탄화수소의 수소 수는 2n + 2이다. 따라서 탄소 수가 n, 수소 수가 m인 탄화수소의 불포화도는 $\frac{2n+2-m}{2}$이다.

① cyclohexene: **고리 1개와 이중결합 1개**가 있으므로 불포화도는 1 + 1 = 2이다.

② 1,3-pentadiene: 사슬형 구조에서 1번과 2번 탄소 사이, 3번과 4번 탄소 사이에 **이중결합이 하나씩** 있다. 고리는 없으므로 불포화도는 2이다.

③ C_8H_{12}: 탄소 수가 8인 사슬형 포화 탄화수소는 C_8H_{18}이다. 수소가 18 − 12 = 6개 부족하므로 불포화도는 $\frac{2\cdot 8+2-12}{2} = 3$이다. 분자식만으로 고리와 다중결합의 배치를 확정할 수는 없지만, **불포화도의 합은 3**으로 정해진다.

④ 그림의 화합물: 두 육각 고리가 한 변을 공유하며 모든 결합이 단일결합이다. 다중결합은 없지만 **독립적인 고리가 2개**이므로 불포화도는 2이다.

①·②·④의 불포화도는 2이고, ③만 3으로 다르다.

NoteBase

문 7. 에틸벤젠(ethylbenzene)의 탈수소 반응으로 생성되는 주 생성물은?

① 자일렌(xylene)

② 스타이렌(styrene)

③ 폴리에스터(polyester)

④ 프탈산(phthalic acid)

정답 2번

간단한 해설

에틸벤젠의 에틸기에서 수소 두 원자가 빠지면 탄소 사이에 **이중 결합**이 형성된다. 이에 따라 에틸기가 비닐기로 바뀌어 **스타이렌**이 생성된다.

핵심 풀이

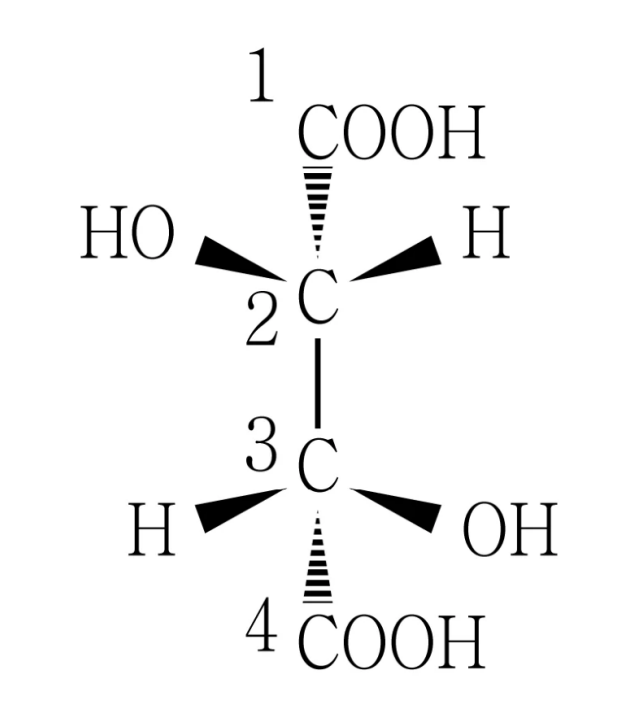
탈수소 반응은 분자에서 수소가 제거되는 반응이다. 에틸벤젠에서는 벤젠 고리에 붙은 에틸기($-CH_2-CH_3$)의 두 탄소에서 수소가 하나씩 빠져나가 수소 분자(H_2)를 이루고, 두 탄소 사이에 이중 결합이 생긴다. 그 결과 곁사슬이 **비닐기($-CH=CH_2$)**로 바뀌며, 벤젠 고리에 비닐기가 붙은 물질이 스타이렌이다. 반응은 $C_6H_5-CH_2-CH_3 \rightleftharpoons C_6H_5-CH=CH_2 + H_2$로 나타낸다.

자일렌은 벤젠 고리에 메틸기 두 개가 붙은 구조이므로, 에틸기의 탄소 배열을 유지하면서 수소만 제거하여 얻는 스타이렌과 다르다.

프탈산은 카복실기 두 개를 가진 물질로 산소의 도입이 필요하고, 폴리에스터는 에스터 결합이 반복되는 고분자이다. 이들은 에틸벤젠의 **단순 탈수소 반응으로 얻는 주 생성물이 아니다**.

NoteBase

문 8. 카이랄성 중심 2번 탄소(C2)와 3번 탄소(C3)의 R/S 배열을 바르게 연결한 것은?



① C2: R C3: R

② C2: R C3: S

③ C2: S C3: R

④ C2: S C3: S

정답 4번

간단한 해설

두 중심 모두 최저 우선순위인 수소가 앞을 향하므로, 그림에서 보이는 1 → 2 → 3의 회전 방향을 **반대로 판정**해야 한다. 따라서 두 중심에서 보이는 시계 방향은 S 배열을 뜻한다.

NoteBase

대응 관계 해설

R/S 배열은 CIP 우선순위로 판정한다. 중심 탄소에 직접 결합한 원자의 원자번호가 클수록 우선하며, 같은 원자이면 그다음 결합 원자들을 원자번호가 큰 순서로 비교한다. 이중결합은 같은 원자와 두 번 결합한 것으로 취급한다. 최저 우선순위인 4번 치환기가 뒤를 향할 때 1 → 2 → 3이 시계 방향이면 R, 반시계 방향이면 S이다. 그림의 굵은 쐐기는 앞쪽, 빗금 쐐기는 뒤쪽을 나타낸다.

C2: 직접 결합한 원자는 OH의 O, 두 탄소, H이므로 OH가 1순위이고 H가 4순위이다. 두 탄소를 비교하면 C1의 COOH는 결합 원자 목록이 (O, O, O), C3 쪽은 (O, C, H)이므로 **COOH가 C3 쪽보다 우선**한다. 따라서 우선순위는 OH → C1의 COOH → C3 쪽 → H이다. 그림에서 앞의 세 치환기는 왼쪽 위 → 위 → 아래로 이어져 시계 방향이다. 그러나 H가 굵은 쐐기로 앞을 향하므로 방향을 반대로 판정하여 S가 된다.

C3: OH가 1순위, H가 4순위이다. C4의 COOH는 결합 원자 목록이 (O, O, O), C2 쪽은 (O, C, H)이므로 COOH가 2순위, C2 쪽이 3순위이다. 따라서 우선순위는 OH → C4의 COOH → C2 쪽 → H이다. 그림에서는 오른쪽 아래 → 아래 → 위로 이어져 시계 방향이지만, **H가 앞을 향하므로 회전 방향을 반대로 판정**하여 S가 된다.

C2와 C3가 모두 S인 조합은 ④의 C2: S, C3: S와 일치한다.

NoteBase

문 9. 분자식이 다른 것은?

① 옥테인(*n*-octane)

② 3-이소프로필헥세인(3-isopropylhexane)

③ 3, 4-다이메틸헥세인(3, 4-dimethylhexane)

④ 3-메틸-3-에틸펜테인(3-methyl-3-ethylpentane)

정답 2번

간단한 해설

3-이소프로필헥세인은 헥세인의 탄소 6개에 이소프로필기의 탄소 3개가 더해져 **탄소가 총 9개**이다. 분자식은 C_9H_{20}이며, 나머지는 모두 탄소가 8개인 C_8H_{18}이다.

선지별 해설

네 화합물은 모두 고리가 없는 포화 탄화수소인 알케인이다. 이들의 일반식은 C_nH_{2n+2}이므로, **주사슬과 가지에 포함된 탄소 수를 합하여** 분자식을 비교한다. 메틸기, 에틸기, 이소프로필기의 탄소 수는 각각 1개, 2개, 3개이다.

① 옥테인: 탄소 8개가 일렬로 연결된 알케인이다. 탄소 수가 8이므로 수소 수는 $2 \times 8 + 2 = 18$이며, 분자식은 C_8H_{18}이다.

② 3-이소프로필헥세인: 주사슬인 헥세인의 탄소 6개에 이소프로필기의 탄소 3개를 합하면 $6 + 3 = 9$개이다. 수소 수는 $2 \times 9 + 2 = 20$이므로 분자식은 C_9H_{20}이다. 이름의 앞에 붙은 3은 **가지가 결합한 위치**를 뜻하며, 가지의 개수를 뜻하지 않는다.

③ 3, 4-다이메틸헥세인: 주사슬인 헥세인의 탄소 6개에 메틸기 두 개의 탄소를 더하면 $6 + 1 + 1 = 8$개이다. 따라서 분자식은 C_8H_{18}이다. **다이메틸은 메틸기가 두 개**라는 뜻이다.

④ 3-메틸-3-에틸펜테인: 주사슬인 펜테인의 탄소 5개에 메틸기의 탄소 1개와 에틸기의 탄소 2개를 더하면 $5 + 1 + 2 = 8$개이다. 따라서 분자식은 C_8H_{18}이다.

①·③·④의 분자식은 모두 C_8H_{18}이고, ②만 C_9H_{20}이므로 분자식이 다르다.

NoteBase

문 10. 옥탄가에 대한 설명으로 옳은 것은?

① α-메틸나프탈렌을 0으로 한다.

② 2,2,4-트라이메틸헵테인(2,2,4-trimethylheptane)을 100으로 한다.

③ 나프텐계 탄화수소는 같은 탄소수의 파라핀계보다 옥탄가가 낮다.

④ 가지가 많은 탄화수소는 같은 탄소수의 곧은 사슬 탄화수소보다 옥탄가가 높다.

정답 4번

간단한 해설

같은 탄소수의 탄화수소는 일반적으로 **곧은 사슬보다 가지가 많은 구조일수록 옥탄가가 높다**. 이는 엔진에서 압축된 혼합기가 스스로 발화하여 노킹을 일으키는 경향이 작다는 뜻이다.

선지별 해설

옥탄가는 불꽃점화기관에서 연료가 노킹에 저항하는 정도를 나타낸다. 노킹은 정상적으로 전파되는 불꽃이 도달하기 전에 미연소 혼합기가 스스로 발화하여 급격한 압력 진동을 일으키는 현상이다.

① X: 옥탄가의 0 기준물질은 **노말헵테인(n-heptane)**이다. α-메틸나프탈렌은 디젤 연료의 착화성을 평가하는 세탄가에서 과거에 0의 기준물질로 사용되었으며, 옥탄가의 기준물질과 구별해야 한다.

② X: 옥탄가의 100 기준물질은 아이소옥테인인 **2,2,4-트라이메틸펜테인**이다. 선지의 2,2,4-트라이메틸헵테인은 기준물질의 이름이 아니다. 옥탄가는 시험 연료와 같은 노킹 특성을 보이는 아이소옥테인·노말헵테인 표준 혼합물의 아이소옥테인 부피 백분율을 기준으로 정한다.

③ X: 나프텐계는 고리 구조를 가진 포화 탄화수소이며, 일반적으로 같은 탄소수의 **곧은 사슬 파라핀인 노말파라핀보다 옥탄가가 높다**. 따라서 나프텐계의 옥탄가가 더 낮다는 설명은 잘못이다. 다만 파라핀계에는 가지가 있는 아이소파라핀도 포함되므로, 모든 파라핀계와의 비교로 일반화해서는 안 된다.

④ O: 옥탄가는 휘발유의 노킹 저항성을 나타내며, 값이 높을수록 노킹을 일으키기 어렵다. 같은 탄소수라면 일반적으로 **가지가 많은 탄화수소가 곧은 사슬 탄화수소보다 노킹 저항성이 크다**. 따라서 가지가 많은 구조일수록 옥탄가가 높은 경향을 보인다.

NoteBase

문 11. 단백질 기반 효소에 대한 일반적인 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기질에 대해 특이성이 있다.

② 최적의 활성을 갖는 수용액의 온도와 pH가 존재한다.

③ 보통의 효소는 변성(denaturation)되더라도 활성이 쉽게 복구된다.

④ 생화학 반응의 활성화 에너지를 낮춰서 반응의 속도를 증가시킨다.

정답 3번

간단한 해설

효소는 변성으로 입체구조가 흐트러지면 활성 부위도 달라져 촉매 활성을 잃는다. 일부 효소는 적절한 조건에서 활성을 회복할 수 있지만, 보통의 효소가 변성 후 **활성을 쉽게 회복하는 것은 아니다**.

선지별 해설

① O: 기질은 효소가 작용하는 반응물이다. 효소의 활성 부위는 특정 기질의 모양과 화학적 성질에 맞게 결합하므로 **기질 특이성**을 나타낸다. 따라서 아무 반응물에나 동일하게 작용하지 않는다.

② O: 효소의 활성은 온도와 pH에 따라 달라지며, 주어진 조건에서 활성이 가장 큰 **최적 온도와 최적 pH**가 존재한다. 온도가 너무 낮으면 반응이 느리고, 지나치게 높으면 단백질이 변성되어 활성이 감소한다. pH가 최적 범위를 벗어나면 활성 부위의 전하 상태나 입체구조가 달라져 기질 결합과 촉매 작용이 저해될 수 있다.

③ X: 변성은 단백질의 고유한 입체구조가 흐트러지는 현상이다. 효소가 변성되면 활성 부위의 구조도 달라져 기질 결합이나 촉매 작용이 어려워진다. 보통 변성 전의 구조와 활성을 쉽게 회복하지 못하므로, 선지의 설명은 **변성 후 활성이 쉽게 복구되지 않는다**로 고쳐야 한다. 다만 일부 효소는 적절한 조건에서 다시 접혀 활성을 회복할 수 있으므로, 모든 변성이 반드시 비가역적인 것은 아니다.

④ O: 활성화 에너지는 반응물이 반응을 진행하는 데 넘어야 하는 에너지 장벽이다. 효소는 **활성화 에너지가 더 낮은 반응 경로**를 제공하므로, 같은 온도에서 반응에 참여할 수 있는 분자가 많아져 생화학 반응의 속도가 증가한다.

NoteBase

문 12. 다음 중 질소비료는?

① 요소(urea)

② 폴리할라이트(polyhalite)

③ 니트로인산염(nitrophosphate)

④ 중과린산석회(triple superphosphate)

정답 1번

간단한 해설

요소는 비료의 3요소인 질소·인산·칼리 중 **질소를 공급하는 단비**이다. 니트로인산염도 질소를 함유하지만, 인산을 함께 공급하는 복합비료로 구분한다.

개념 구분

요소(urea): 질소를 약 46% 함유하는 대표적인 질소비료이다. 비료의 3요소인 질소·인산·칼리 중 **질소 한 성분을 공급하는 단비**에 해당한다. 여기서 단비는 화합물이 한 원소로만 이루어졌다는 뜻이 아니라, 비료의 3요소 중 한 성분을 공급한다는 뜻이다.

니트로인산염(nitrophosphate): **질소와 인산을 함께 공급하는 복합비료**이다. 따라서 질소가 들어 있다는 사실만으로 요소와 같은 질소 단비로 분류해서는 안 된다. 이 문항은 질소 단비와 복합비료를 구분하는 취지이다.

폴리할라이트(polyhalite)와 중과린산석회(triple superphosphate): 폴리할라이트는 칼륨·칼슘·마그네슘·황을 공급하는 광물성 비료로 질소를 함유하지 않는다.

중과린산석회는 인산을 공급하는 인산비료이며 질소를 함유하지 않는다.

NoteBase

문 13. 사탕수수나 사탕무로부터 주로 추출되는 당은?

① 락토오스(lactose)

② 수크로오스(sucrose)

③ 글루코오스(glucose)

④ D-프룩토오스(D-fructose)

정답 2번

간단한 해설

사탕수수와 사탕무에서 추출하여 설탕을 만드는 데 쓰이는 당은 **수크로오스(자당)**이다.

핵심 풀이

수크로오스(자당)는 글루코오스와 프룩토오스가 결합한 이당류이며, **사탕수수와 사탕무에서 얻는 설탕의 주성분**이다. 발문에 제시된 두 식물은 수크로오스를 가리키는 단서이다.

글루코오스와 D-프룩토오스는 각각 단당류로, 수크로오스를 가수분해하면 얻어지는 **구성 당**이다. 수크로오스를 이루는 당과 사탕수수·사탕무에서 설탕으로 추출하는 당 자체를 구별해야 한다.

락토오스는 **젖에 들어 있는 이당류인 유당**이다. 사탕수수·사탕무에서 추출하는 자당과는 다른 당이다.

NoteBase

문 14. 고분자의 분자량에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, n_x는 분자량이 M_x인 분자 개수, w_x는 분자량이 M_x인 분자의 무게, $\overline{M_n}$은 수평균 분자량, $\overline{M_w}$은 무게평균 분자량이다)

① $\overline{M_n}$은 삼투압 측정법으로 결정할 수 있다.
② $\frac{\overline{M_w}}{\overline{M_n}}$이 증가할수록 분자량 분포는 넓어진다.
③ $\overline{M_n} = \frac{n_1M_1 + n_2M_2 + \cdots + n_xM_x + \cdots}{n_1 + n_2 + \cdots + n_x + \cdots}$
④ $\overline{M_w} = \frac{n_1M_1 + n_2M_2 + \cdots + n_xM_x + \cdots}{w_1 + w_2 + \cdots + w_x + \cdots}$

정답 4번

간단한 해설

무게평균 분자량은 **분자량별 무게를 가중치로 한 평균**이다. 따라서 ④의 분자는 $\sum_x n_xM_x$가 아니라 $\sum_x w_xM_x$이어야 한다.

선지별 해설

① O: 삼투압은 용액 속 고분자 입자의 개수에 의존하는 총괄성이므로, **입자 수를 기준으로 한 수평균 분자량**을 구하는 데 이용한다. 고분자를 통과시키지 않는 반투막을 사용하여 여러 묽은 용액의 삼투압을 측정하고 농도가 0인 극한으로 외삽하면 수평균 분자량을 결정할 수 있다.

② O: $\frac{\overline{M_w}}{\overline{M_n}}$은 **분자량 분포의 폭을 나타내는 분산도**이다. 모든 분자의 분자량이 같으면 두 평균이 같아 이 비는 1이다. 분자량이 서로 다르면 큰 분자의 영향을 더 받는 무게평균 분자량이 수평균 분자량보다 커지며, 이 비가 클수록 분자량 분포가 넓다고 본다.

③ O: 수평균 분자량은 각 분자의 분자량을 모두 더한 값을 **전체 분자 개수로 나눈 평균**이다. 분자량이 M_x인 분자가 n_x개 있으면 그 집단의 분자량 합은 n_xM_x이므로, $\overline{M_n} = \frac{\sum_x n_xM_x}{\sum_x n_x}$이다. 이는 선지의 식과 같다.

④ X: 무게평균 분자량은 각 집단의 무게 비율로 분자량을 가중평균한다. 따라서 **분자에는 각 집단의 무게와 분자량을 곱한 값**이 들어가야 하며, 올바른 식은 $\overline{M_w} = \frac{\sum_x w_xM_x}{\sum_x w_x}$이다. 각 집단의 무게는 n_xM_x에 비례하므로, 같은 식을 $\overline{M_w} = \frac{\sum_x n_xM_x^2}{\sum_x n_xM_x}$으로도 나타낼 수 있다. 선지처럼 분자를 $\sum_x n_xM_x$로 두면 무게에 따른 가중평균이 되지 않는다.

NoteBase

문 15. 저밀도 폴리에틸렌(LDPE)과 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)에 대한 일반적인 설명으로 옳지 않은 것은?

① LDPE는 HDPE보다 가지가 많다.

② LDPE는 HDPE보다 투명성이 낮다.

③ LDPE는 HDPE보다 결정화도가 낮다.

④ LDPE는 HDPE보다 기계적 강도가 낮다.

정답 2번

간단한 해설

LDPE는 가지가 많아 결정화도가 낮으므로, 일반적으로 HDPE보다 **투명성이 높다**. 결정 영역에 의한 빛의 산란이 상대적으로 적기 때문이다.

선지별 해설

① O: LDPE는 분자 사슬에 **짧은 가지와 긴 가지가 많다**. HDPE는 가지가 적은 선형에 가까운 구조이므로, LDPE가 HDPE보다 가지가 많다는 설명은 성립한다.

② X: 일반적으로 LDPE는 HDPE보다 **투명성이 높다**. HDPE는 결정 영역이 많아 빛이 산란되기 쉬운 반면, LDPE는 가지가 사슬의 규칙적인 배열을 방해하여 결정화도가 낮다. 따라서 선지의 '투명성이 낮다'는 '투명성이 높다'로 고쳐야 한다. 실제 투명성은 제품의 두께와 가공 조건 등에도 영향을 받는다.

③ O: 결정화도는 고분자 전체에서 사슬이 규칙적으로 배열된 결정 영역이 차지하는 비율이다. LDPE는 **가지가 사슬의 조밀하고 규칙적인 배열을 방해**하므로 HDPE보다 결정화도가 낮다. 가지가 적은 HDPE는 사슬들이 가까이 모여 결정 영역을 형성하기 쉽다.

④ O: 일반적으로 LDPE는 HDPE보다 **인장강도가 낮고 유연하다**. HDPE는 사슬이 조밀하게 배열되고 결정 영역이 많아 외력이 가해질 때 사슬의 상대적인 이동을 억제하기 쉽다. LDPE는 결정화도가 낮아 이러한 저항이 작으므로, 인장강도와 같은 일반적인 기계적 강도가 낮다.

NoteBase

문 16. 전이금속 화합물 $[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$의 이성질체의 수는?

① 1개

② 2개

③ 3개

④ 4개

정답 2번

간단한 해설

정팔면체 구조에서 두 염화물 리간드는 서로 **이웃한 cis형** 또는 **마주 보는 trans형**으로 배치된다. 두 형태 모두 별도의 광학 이성질체를 만들지 않으므로 이성질체는 2개이다.

공통 해설

$[Co(NH_3)_4Cl_2]^+$에서는 암모니아 4개와 염화물 이온 2개가 각각 한 자리씩 배위하여 배위수 6의 정팔면체 구조를 이룬다. 같은 종류의 리간드가 각각 4개와 2개이므로, 서로 다른 배치는 **두 염화물 리간드의 상대적 위치**로 구별한다.

두 염화물 리간드가 이웃하면 Cl–Co–Cl 결합각이 90°인 cis형이고, 서로 마주 보면 180°인 trans형이다. 같은 형태 안에서 위치만 달리 그린 배치는 착이온 전체를 회전시키면 겹쳐지므로 별개의 이성질체로 세지 않는다.

cis형과 trans형은 각각 대칭면을 가지므로 거울상과 겹쳐지며, 광학 이성질체 쌍으로 나뉘지 않는다. 따라서 가능한 이성질체는 cis형과 trans형의 2개이다.

NoteBase

문 17. 다음 전지 반응의 산화 전극(anode)에서 일어나는 반응으로 옳은 것은?

$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$

① $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$

② $Cu^{+}(aq) + e^- \rightarrow Cu(s)$

③ $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

④ $Zn(s) \rightarrow Zn^{+}(aq) + e^-$

정답 3번

간단한 해설

산화 전극에서는 물질이 **전자를 잃는 산화**가 일어난다. 주어진 반응에서 아연은 Zn^{2+}이 되면서 전자 2개를 내놓는다.

공통 해설

산화 전극(anode)은 전자를 내놓는 산화 반응이 일어나는 전극이다. 반쪽 반응식에서는 **전자가 생성물 쪽**에 나타나며, 반응 전후의 화학종은 주어진 전체 전지 반응과 일치해야 한다.

주어진 전체 반응에서 아연은 $Zn(s)$에서 $Zn^{2+}(aq)$으로 변한다. 산화수가 0에서 +2로 증가하므로 아연 원자 하나가 전자 2개를 잃으며, 산화 전극 반응은 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$이다. 구리 이온이 전자를 받아 금속 구리가 되는 반응은 환원 반응이므로 산화 전극 반응에 해당하지 않는다. 아연이 전자를 내놓더라도 Zn^{+}을 만드는 식은 전체 반응에 제시된 생성물 Zn^{2+}과 일치하지 않는다.

NoteBase

문 18. 올레산(oleic acid)에 수소(H_2)를 첨가시켜 얻을 수 있는 지방산은?

① 리놀레산(linoleic acid)

② 스테아르산(stearic acid)

③ 팔미톨레산(palmitoleic acid)

④ 아라키돈산(arachidonic acid)

정답 2번

간단한 해설

올레산의 탄소–탄소 이중결합에 수소가 첨가되면 단일결합으로 바뀐다. 탄소 수는 그대로 유지되므로 탄소 18개의 포화지방산인 **스테아르산**이 생성된다.

핵심 풀이

올레산은 탄소 원자 18개와 탄소–탄소 이중결합 1개를 가진 불포화지방산이다. 수소 첨가 반응에서는 이중결합을 이루던 두 탄소에 수소 원자가 하나씩 붙어 단일결합이 되며, **탄소 골격의 길이는 변하지 않는다**.

올레산 1몰의 이중결합을 포화시키는 데에는 수소(H_2) 1몰이 필요하다. 이중결합이 없어지면 탄소 18개의 포화지방산인 **스테아르산**이 생성되며, 이는 ②의 물질이다.

리놀레산과 아라키돈산은 각각 탄소–탄소 이중결합이 2개, 4개인 불포화지방산이다. 수소 첨가는 이중결합을 줄이는 반응이므로 올레산에서 이들 물질이 생성되지 않는다. 팔미톨레산은 탄소 원자가 16개인 불포화지방산이므로, 탄소 수가 18개로 유지되는 올레산의 수소 첨가 생성물과 다르다.

NoteBase

문 19. 밑줄 친 원소의 산화수가 +4인 것은?

① CO_2

② AlCl_3

③ NaCl

④ MgSO_4

정답 1번

간단한 해설

CO_2에서 산소 두 원자의 산화수 합은 −4이다. 중성 화합물의 **산화수 합은 0**이므로 탄소의 산화수는 **+4**이다.

선지별 해설

중성 화합물에서는 각 원자의 산화수에 원자 수를 곱하여 더한 값이 0이다. 각 선지에서 밑줄 친 원소의 산화수를 x로 놓고 계산한다.

① O: CO_2에서 산소의 산화수는 −2이다. $x + 2 \cdot (-2) = 0$이므로 $x = +4$이다. 따라서 밑줄 친 **탄소의 산화수는 +4**이다.

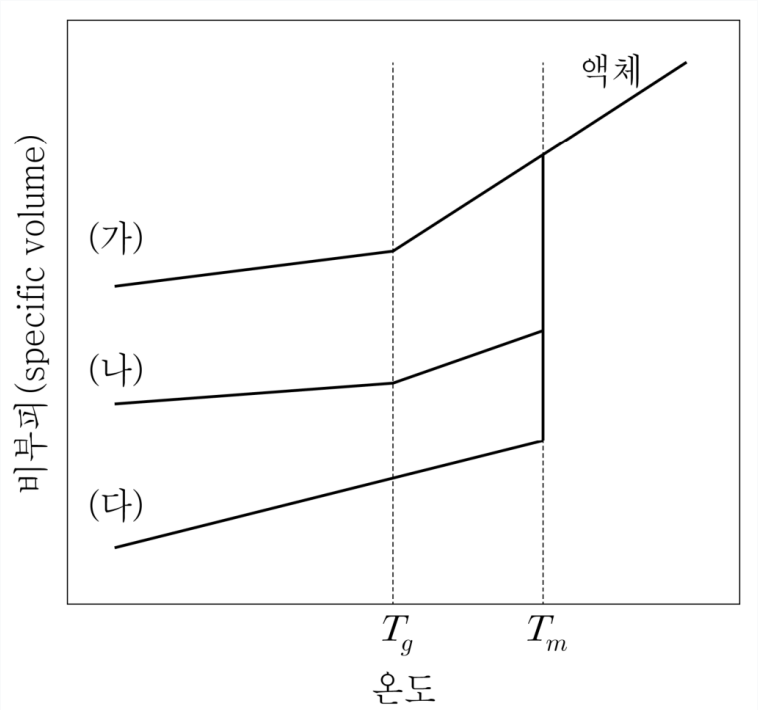
② X: $AlCl_3$에서 염소의 산화수는 −1이다. $x + 3 \cdot (-1) = 0$이므로 $x = +3$이다. 밑줄 친 **알루미늄의 산화수는 +3**이며, +4가 아니다.

③ X: $NaCl$에서 염소의 산화수는 −1이다. $x + (-1) = 0$이므로 $x = +1$이다. 밑줄 친 **나트륨의 산화수는 +1**이며, +4가 아니다.

④ X: $MgSO_4$에서 마그네슘의 산화수는 +2, 산소의 산화수는 −2이다. $2 + x + 4 \cdot (-2) = 0$이므로 $x = +6$이다. 밑줄 친 **황의 산화수는 +6**이며, +4가 아니다.

NoteBase

문 20. 서로 다른 고분자 (가) ~ (다)의 온도 변화에 따른 비부피(specific volume) 그래프에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, T_g는 유리전이온도, T_m은 용융온도이다)



① T_g와 T_m은 고분자의 가공 공정에 영향을 준다.

② (가)는 비정질(amorphous) 고분자에 해당한다.

③ (나)는 (가)보다 결정성(crystallinity)이 높다.

④ (다)의 투명성(transparency)이 가장 높다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '투명성이 가장 높다'는 설명은 결정성과 투명성의 일반적인 관계를 거꾸로 적용한 것이다. 결정 영역에 의한 **빛의 산란** 때문에 결정성이 높은 고분자는 대체로 투명성이 낮으며, 이 문항에서는 **비정질인 (가)**의 투명성이 가장 높다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 유리전이온도 T_g를 지나면 비정질 영역의 고분자 사슬 분절 운동이 활발해져 재료가 단단한 유리 상태에서 유연한 상태로 변한다. 용융온도 T_m에서는 결정 영역이 녹는다. 따라서 두 온도는 **연화와 용융이 일어나는 온도 범위**를 결정하여 성형 온도와 냉각 조건 등 가공 공정에 영향을 준다.

② O: (가)는 T_g에서 비부피가 연속적으로 이어지면서 **기울기만 커지고**, T_m에서는 비부피의 불연속적인 증가가 나타나지 않는다. 이는 유리전이는 일어나지만 녹을 결정 영역은 없는 비정질 고분자의 특성이다. 비부피는 단위 질량당 부피이며, 그래프의 기울기 변화는 온도 상승에 따른 부피 팽창 정도가 달라짐을 뜻한다.

③ O: (나)는 T_g에서 기울기가 달라지고 T_m에서 비부피가 급증하므로, **비정질 영역과 결정 영역이 함께 있는 반결정성 고분자**에 해당한다. 유리전이는 비정질 영역에서, 용융은 결정 영역에서 일어난다. 따라서 결정 영역이 없는 (가)보다 (나)의 결정성이 높다.

④ X: (다)는 T_g에서 기울기가 꺾이지 않고 T_m에서 비부피가 크게 증가하는 곡선으로, 세 유형 중 결정성이 가장 높은 고분자를 나타낸다. 일반적으로 고분자에서는 결정 영역의 배향 차이나 결정·비정질 영역 사이의 굴절률 차이가 빛의 산란을 일으켜 투명성을 낮춘다. 따라서 결정성이 가장 높은 (다)의 투명성이 가장 높다는 설명은 부적절하며, 이 문항의 일반적인 비교에서는 **비정질인 (가)의 투명성이 가장 높다**고 고쳐야 한다.

NoteBase