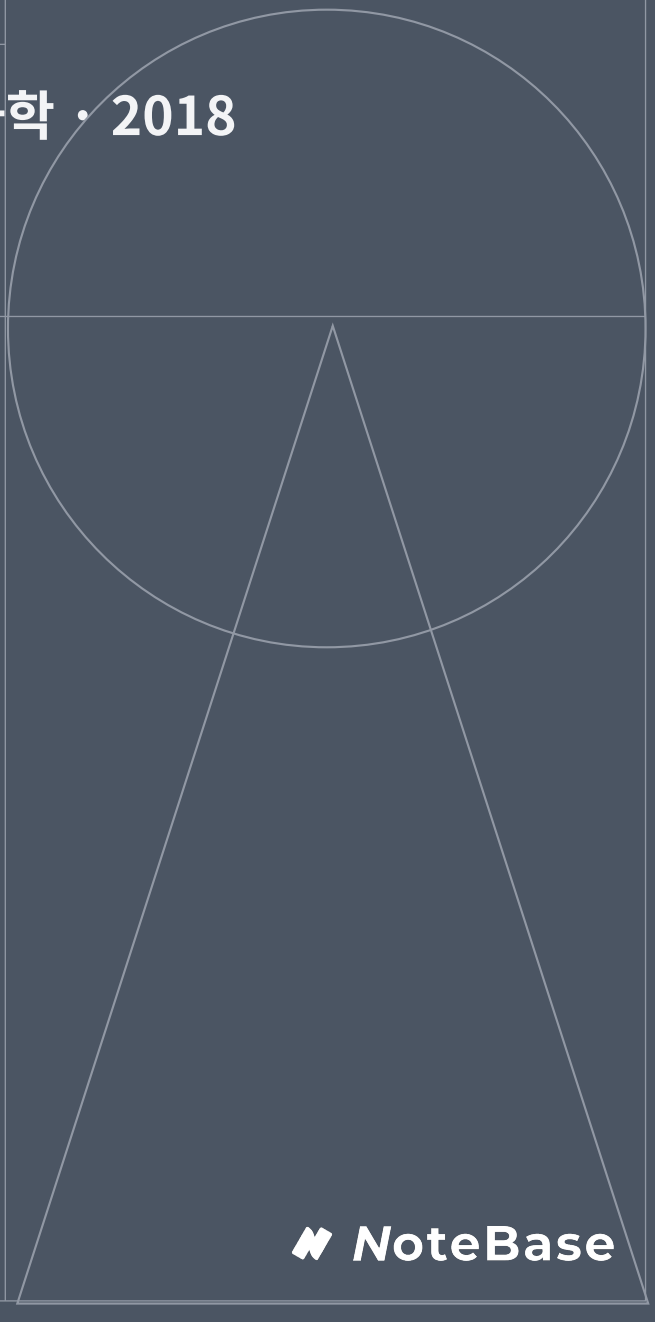
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2018



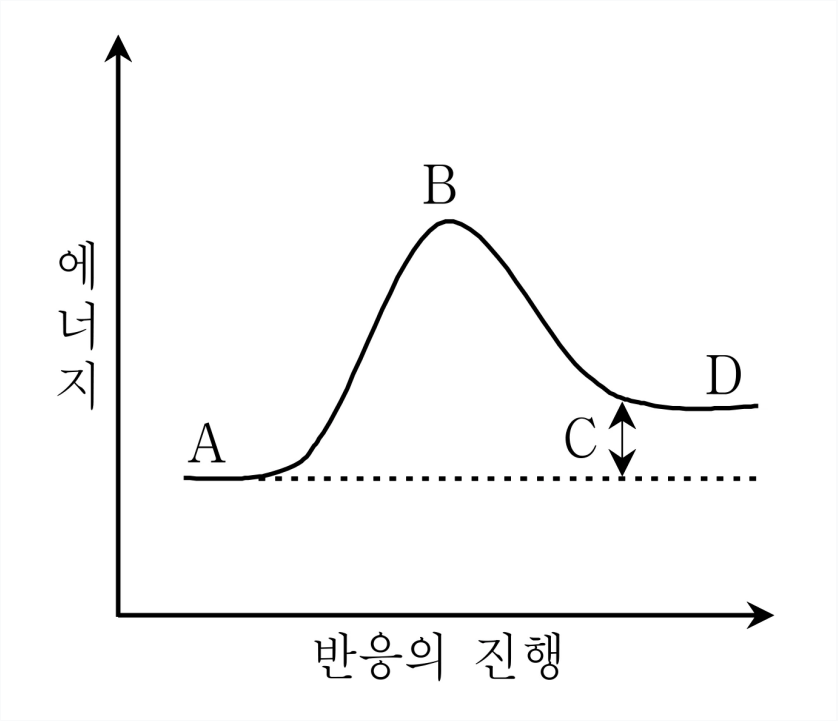
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2018

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2018

문 1. 다음 에너지 도표에 해당하는 반응에 촉매를 가하여 반응 속도가 빨라졌을 때, A~D 중에서 가장 큰 영향을 받는 부분은?



① A

② B

③ C

④ D

정답 2번

간단한 해설

촉매는 **활성화 에너지가 더 낮은 반응 경로**를 제공한다. 따라서 에너지 도표에서 반응이 넘어야 할 장벽의 꼭대기인 B의 높이가 낮아진다.

NoteBase

도식 해설

도표의 세로축은 에너지, 가로축은 반응의 진행을 나타낸다. A는 반응물의 에너지 수준이고 D는 생성물의 에너지 수준이다. 촉매를 가해도 반응물과 생성물이 같으므로 **A와 D의 에너지 수준은 변하지 않는다**.

B는 반응 경로에서 에너지가 가장 높은 전이 상태에 해당한다. 반응물의 에너지 수준 A에서 B까지의 에너지 차이가 정반응의 활성화 에너지이다. 촉매는 **활성화 에너지가 더 낮은 다른 경로**를 제공하므로, 촉매를 사용한 경로에서는 봉우리의 높이가 낮아지고 반응 속도가 빨라진다. 따라서 가장 큰 영향을 받는 부분은 B이다.

C는 반응물과 생성물 사이의 에너지 차이이다. 촉매는 출발점 A와 도착점 D의 에너지를 바꾸지 않으므로 **에너지 차이 C도 변하지 않는다**. 도표에서는 D가 A보다 높으므로 생성물의 에너지가 반응물보다 크다.

NoteBase

문 2. 효소 반응에서 속도 상수와 온도와의 관계를 나타내는 식은?

① 이상 기체식

② Beer–Lambert 식

③ Arrhenius 식

④ van der Waals 식

정답 3번

간단한 해설

반응의 속도 상수가 온도에 따라 어떻게 달라지는지를 활성화 에너지와 연결하여 나타내는 식이 **Arrhenius 식**이다.

공통 해설

Arrhenius 식은 반응의 **속도 상수와 절대온도의 관계**를 나타내며, $k = A\exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$로 쓴다. 여기서 k는 속도 상수, A는 빈도 인자, E_a는 활성화 에너지, R은 기체 상수, T는 켈빈 단위의 절대온도이다. 활성화 에너지가 양수이고 다른 인자를 일정하게 볼 수 있는 범위에서는 온도가 높아질수록 활성화 에너지 장벽을 넘는 분자의 비율이 커져 속도 상수가 증가한다. 따라서 효소 반응에서도 속도 상수의 온도 의존성을 설명하는 관계는 Arrhenius 식이다. 다만 효소가 열에 의해 변성되는 온도 범위까지 이 관계를 그대로 적용하여 반응 속도가 계속 증가한다고 해석해서는 안 된다.

NoteBase

문 3. 이온 결합 화합물은?

① HCl

② $NaCl$

③ BF_3

④ NH_3

정답 2번

간단한 해설

NaCl은 나트륨 양이온 Na^+과 염화 이온 Cl^-이 **정전기적 인력**으로 결합한 이온 결합 화합물이다.

공통 해설

이온 결합은 **양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력**에 의한 결합이다. 반면 공유 결합은 원자들이 전자쌍을 공유하여 이루어지는 결합이다.

NaCl에서는 금속 원소인 나트륨이 전자 1개를 잃어 Na^+이 되고, 비금속 원소인 염소가 그 전자를 얻어 Cl^-이 된다. 서로 반대 전하를 띤 이온들이 끌어당겨 결정 격자를 이루므로 NaCl은 이온 결합 화합물이다. 나머지 HCl, BF_3, NH_3는 비금속 원자들이 **전자쌍을 공유**하여 결합한 공유 결합 화합물이다.

NoteBase

문 4. 비료의 3요소가 아닌 것은?

① 질소(N)

② 인(P)

③ 마그네슘(Mg)

④ 칼륨(K)

정답 3번

간단한 해설

마그네슘(Mg)은 식물에 필요한 양분이지만 **비료의 3요소에는 포함되지 않는다**.

공통 해설

비료의 3요소는 작물의 생육을 위해 비료로 공급하는 주요 양분인 **질소(N)·인(P)·칼륨(K)**을 말한다. 이는 식물에 필요한 모든 원소를 뜻하는 것이 아니라, 이 세 원소를 묶어 부르는 명칭이다. 따라서 질소·인·칼륨은 모두 비료의 3요소에 해당한다. 마그네슘(Mg)도 식물의 필수 양분이지만, 비료의 3요소에는 포함되지 않는다.

NoteBase

문 5. 전기 화학 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 반응 속도는 전류에 비례한다.
ㄴ. 전극 전위는 전극 내 전자의 에너지를 의미한다.
ㄷ. 전류와 전극 전위를 동시에 조절할 수 없다.
ㄹ. 전기 화학 반응은 전극의 표면 근처에서만 가능하다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

전류는 단위 시간에 이동하는 전하량이므로 **전극 반응의 속도**를 나타내고, 전극 전위는 **전자의 에너지 수준**을 나타낸다. 전위를 조절하면 그 조건에 따른 전류가 흐르므로, 두 값을 서로 독립적으로 동시에 지정할 수는 없다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 전류는 단위 시간에 이동하는 전하량이다. 같은 전극 반응에서는 반응물 일정량이 변할 때 주고받는 전자 수가 정해져 있으므로, 단위 시간에 반응하는 양이 많을수록 전류의 크기도 비례하여 커진다. 여기서 반응 속도에 비례하는 전류는 **산화·환원 반응에 직접 쓰이는 패러데이 전류**이며, 전극 표면의 충전에 따른 전류는 구별한다.

ㄴ. O: 전극 전위는 전극 내 **전자의 에너지 수준을 전위로 표현한 것**이다. 전위를 바꾸면 전극이 전자를 내놓거나 받아들이려는 경향이 달라져 산화·환원 반응을 조절할 수 있다. 다만 전위와 에너지는 단위가 같은 물리량이라는 뜻은 아니다.

ㄷ. O: 전류와 전극 전위는 전극 반응을 통해 서로 연결된다. 정전위 방식에서는 전위를 제어하고 그 결과 흐르는 전류를 측정하며, 정전류 방식에서는 전류를 제어하고 그에 따라 형성되는 전위를 측정한다. 따라서 두 값을 **서로 독립적인 원하는 값으로 동시에 제어할 수 없다**. 이는 전류와 전위를 동시에 측정할 수 없다는 뜻이 아니다.

ㄹ. O: 이 보기에서 말하는 전기 화학 반응은 전극과 반응 물질 사이에 전자를 주고받는 전극 반응이다. 전자를 직접 주고받으려면 반응 물질이 전극에 가까이 있어야 하므로, 반응은 **전극과 전해질의 계면 부근**에서 일어난다. 반응물이 용액 내부에서 전극 쪽으로 이동하거나 생성물이 멀리 퍼지는 현상과, 계면에서의 전자 전달은 구별한다.

ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 해당하므로 이들을 모두 포함한 ④와 연결된다.

NoteBase

문 6. 석유의 전화(conversion) 과정에서 리포밍(reforming)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 촉매를 이용하여 리포밍하는 것을 접촉 개질이라 한다.

② 나프텐계 탄화수소를 방향족 탄화수소로 변환시키는 기술이다.

③ 옥탄가를 높이는 석유 전화 기술이다.

④ 중질유의 분해에 의해 가솔린을 만드는 기술이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '중질유의 분해에 의해 가솔린을 만드는 기술'은 **크래킹(분해)**에 대한 설명이다. 리포밍(개질)은 나프타의 탄화수소 구조를 바꾸어 **옥탄가를 높이는** 공정이다.

선지별 해설

① O: 촉매를 사용하는 리포밍을 **접촉 개질** 또는 촉매 개질이라고 한다. 백금계 촉매 등이 탈수소화와 이성질화 등의 반응을 촉진한다.

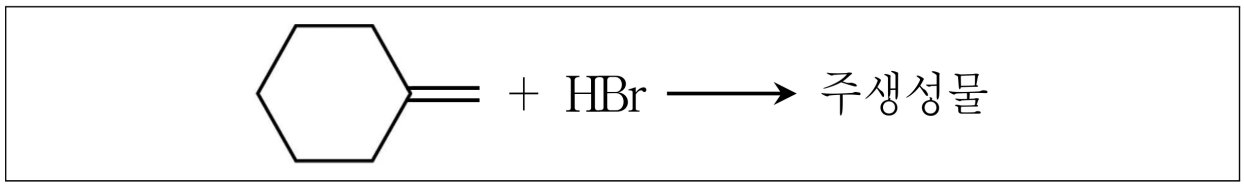
② O: 나프텐계 탄화수소는 포화 고리 구조를 가진 탄화수소이다. 리포밍의 대표 반응은 나프텐계 탄화수소에서 수소를 제거하여 **방향족 탄화수소로 전환**하는 탈수소화이다.

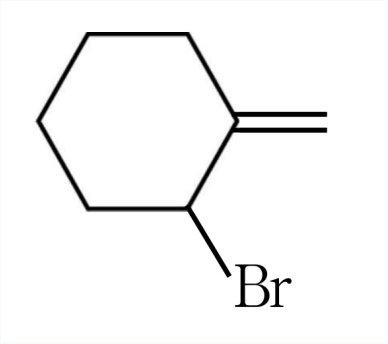
③ O: 리포밍은 옥탄가가 낮은 나프타를 방향족 탄화수소나 가지 달린 파라핀 등이 풍부한 개질유로 바꾸는 석유 전화 기술이다. 옥탄가는 가솔린의 노킹에 대한 저항성을 나타내므로, **옥탄가를 높이면 노킹 저항성이 커진다**.

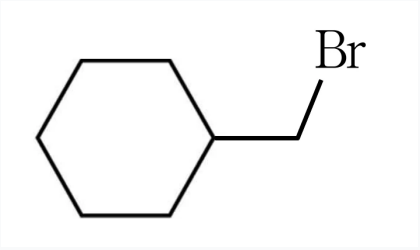
④ X: 중질유의 큰 탄화수소 분자를 작은 분자로 분해하여 가솔린 등을 얻는 기술은 **크래킹(분해)**이다. 리포밍은 나프타를 원료로 탈수소화·이성질화 등의 반응을 통해 탄화수소 구조와 조성을 바꾸어 옥탄가를 높이는 공정이다. 개질 과정에서도 일부 분해 반응이 일어날 수 있지만, 중질유의 분해를 주목적으로 하는 공정과는 구별된다.

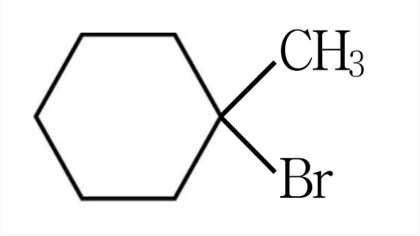
NoteBase

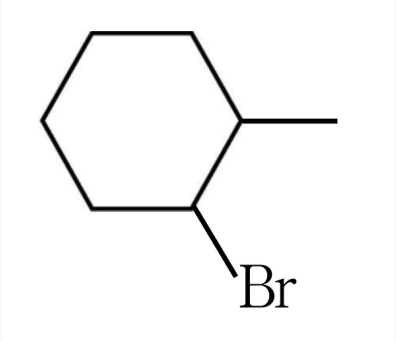
문 7. 다음 반응의 주생성물은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

간단한 해설

과산화물이 제시되지 않은 HBr 첨가는 **마르코프니코프 규칙**을 따른다. H는 고리 밖 CH_2 탄소에, Br은 고리 안 이중결합 탄소에 붙으므로, 생성물에서는 **같은 고리 탄소에 CH_3와 Br**이 결합한다.

NoteBase

공통 해설

반응물은 사이클로헥세인 고리의 한 탄소와 고리 밖 CH_2 탄소 사이에 이중결합이 있는 메틸렌사이클로헥세인이다. 과산화물 같은 라디칼 개시 조건이 제시되지 않았으므로, HBr이 이중결합에 친전자성 첨가되어 H와 Br이 두 이중결합 탄소에 하나씩 붙는 반응으로 판단한다.

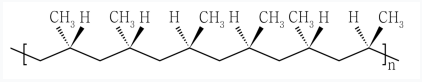
먼저 이중결합이 H^+를 받아 탄소 양이온을 만든다. H가 고리 밖 CH_2 탄소에 붙으면 그 부분은 CH_3가 되고, 양전하는 고리 탄소에 남는다. 이 양이온의 양전하 탄소에는 두 고리 탄소와 메틸 탄소가 연결되어 있으므로 **3차 탄소 양이온**이다. 반대로 H가 고리 탄소에 붙으면 고리 밖에 1차 탄소 양이온이 생긴다. 따라서 더 안정한 3차 탄소 양이온을 거치는 방향이 우세하다.

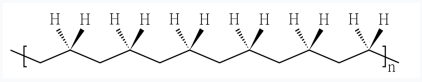
이어서 Br^-가 양전하를 띤 고리 탄소에 결합한다. 원래의 이중결합은 단일결합으로 바뀌고, **메틸기와 Br이 같은 고리 탄소에 결합**한 1-브로모-1-메틸사이클로헥세인이 주생성물이 된다.

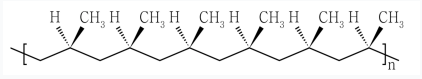
이 첨가 방향을 적용하면 Br이 고리 밖 탄소에 붙는 구조는 배제된다. 또한 이중결합을 그대로 남긴 구조나 Br이 메틸기가 붙은 탄소의 옆 고리 탄소에 결합한 구조는, 원래 이중결합의 두 탄소에 H와 Br이 첨가된 주생성물에 해당하지 않는다.

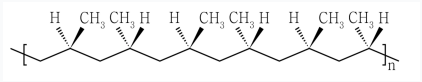
NoteBase

문 8. 결정화가 가장 어려운 폴리올레핀(polyolefin) 구조는?

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

간단한 해설

①은 메틸기의 앞뒤 배열이 불규칙한 **아택틱 폴리프로필렌**이다. 이러한 입체적 불규칙성은 사슬이 규칙적으로 모여 결정 구조를 형성하는 것을 방해하므로 결정화가 가장 어렵다.

선지별 해설

고분자의 결정화는 사슬들이 규칙적으로 배열되어 결정 영역을 만드는 과정이다. 사슬 구조와 치환기의 입체배열이 규칙적일수록 이러한 배열에 유리하다. 그림에서 채운 쐐기는 종이 면 앞으로, 빗금 쐐기는 종이 면 뒤로 향하는 결합을 나타낸다.

① 아택틱 폴리프로필렌: 메틸기(CH_3)가 뒤·뒤·앞·앞·뒤·앞으로 나타나 **입체배열이 불규칙**하다. 이 때문에 이웃 사슬들이 일정한 형태로 맞물려 규칙적으로 포장되기 어렵고, 일반적으로 비결정성 성질을 나타낸다.

② 폴리에틸렌: 주사슬 바깥으로 표시된 원자가 모두 수소이므로 메틸기의 입체배열에 따른 불규칙성이 없다. 그림과 같은 **가지 없는 단순하고 규칙적인 사슬**은 서로 가까이 모여 결정 영역을 형성하기에 유리하다.

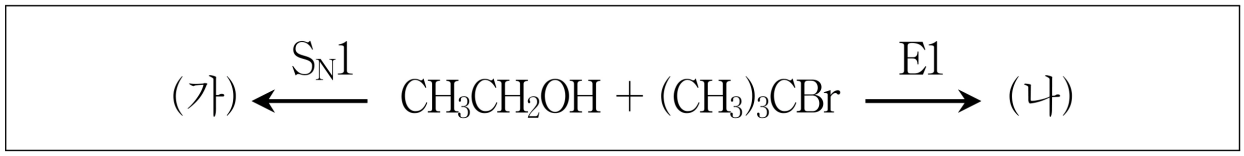
③ 아이소택틱 폴리프로필렌: 메틸기가 모두 채운 쐐기 방향으로 놓여 **같은 입체배열이 반복**된다. 메틸기가 있어도 그 배치가 규칙적이므로 사슬들이 일정한 구조로 배열되어 결정화할 수 있다.

④ 신디오택틱 폴리프로필렌: 메틸기가 채운 쐐기와 빗금 쐐기 방향으로 번갈아 놓인다. 앞뒤 방향이 바뀌지만 **교대로 반복되는 규칙성**이 있으므로, 무작위 배열인 아택틱 구조와 달리 결정화할 수 있다.

따라서 네 구조 중 사슬의 입체적 규칙성이 가장 낮아 결정화가 가장 어려운 것은 ①의 아택틱 폴리프로필렌이다.

NoteBase

문 9. 다음 반응이 S_N1 반응 또는 E1 반응으로 진행될 때, (가)와 (나)의 주생성물은?



① (가): $CH_3CH_2C(CH_3)_3$, (나): $H_2C=CH_2$

② (가): $CH_3CH_2C(CH_3)_3$, (나): $H_2C=C(CH_3)_2$

③ (가): $CH_3CH_2OC(CH_3)_3$, (나): $H_2C=CH_2$

④ (가): $CH_3CH_2OC(CH_3)_3$, (나): $H_2C=C(CH_3)_2$

정답 4번

간단한 해설

치환반응에서는 에탄올의 **산소가 탄소 양이온에 결합**하여 에터가 생성된다. 제거반응에서는 탄소 양이온에 인접한 탄소의 **β-수소가 이탈**하여 2-메틸프로펜이 생성된다.

빈칸별 해설

두 반응은 모두 $(CH_3)_3CBr$의 C–Br 결합이 불균일하게 끊어져 브로민화 이온과 3차 탄소 양이온 $(CH_3)_3C^+$이 생기는 단계로 시작한다. 이 중간체에 친핵체가 결합하면 치환반응이, 인접 탄소의 수소가 제거되어 이중결합이 생기면 제거반응이 진행된다.

(가): S_N1 반응에서는 에탄올의 산소가 비공유 전자쌍을 제공하여 탄소 양이온에 결합한다. 이어 산소에 붙어 있던 수소가 양성자로 이탈하면 $CH_3CH_2OC(CH_3)_3$가 생성된다. 따라서 생성물은 에틸기와 tert-부틸기가 **산소를 사이에 두고 연결된 에터**이다. 에탄올의 산소 없이 두 탄소 골격이 직접 연결된 $CH_3CH_2C(CH_3)_3$가 아니다.

(나): E1 반응에서는 에탄올이 염기로 작용하여 탄소 양이온에 인접한 메틸기의 β-수소를 양성자로 떼어 낸다. 이때 C–H 결합의 전자쌍으로 인접한 두 탄소 사이에 이중결합이 형성되어 $H_2C=C(CH_3)_2$, 즉 2-메틸프로펜이 생성된다. 세 메틸기는 서로 동등하므로 어느 쪽에서 수소가 제거되어도 같은 알켄을 얻는다. 이 과정은 **탄소 골격을 유지하면서 수소를 제거**하므로, 탄소가 두 개인 $H_2C=CH_2$가 생성되지 않는다.

(가)는 $CH_3CH_2OC(CH_3)_3$, (나)는 $H_2C=C(CH_3)_2$이므로 두 생성물의 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 10. 에틸렌(ethylene)으로부터 아세트알데하이드(acetaldehyde)를 합성하는 Wacker 공정을 수행하기 위하여 필요한 화합물이 아닌 것은?

① 염화 팔라듐($PdCl_2$)

② 염화 납($PbCl_2$)

③ 염화 구리($CuCl_2$)

④ 염산(HCl)

정답 2번

간단한 해설

Wacker 공정은 염산 수용액에서 **팔라듐–구리 촉매계**를 이용하며, **염화 납은 사용하지 않는다**.

공통 해설

Wacker 공정은 에틸렌을 아세트알데하이드로 산화하는 공정으로, 염화 팔라듐과 염화 구리를 포함하는 염산 수용액을 사용한다. 이 촉매계는 **팔라듐과 구리가 차례로 재생되는 산화·환원 순환**을 통해 반응을 지속한다.

염화 팔라듐의 팔라듐(Ⅱ)은 에틸렌이 아세트알데하이드로 산화되는 과정에서 금속 팔라듐으로 환원된다. 염화 구리의 구리(Ⅱ)는 이 팔라듐을 다시 팔라듐(Ⅱ)으로 산화하면서 구리(Ⅰ)로 환원되고, 구리(Ⅰ)는 산소에 의해 다시 구리(Ⅱ)로 산화된다. 염산은 산성·염화물 반응 매질을 이루며, 구리(Ⅰ)가 산소에 의해 재산화되는 과정에도 관여한다. 따라서 염화 팔라듐·염화 구리·염산은 이 반응계의 구성 성분이지만, **염화 납은 이 촉매 순환에 필요한 구성 성분이 아니다**.

NoteBase

문 11. 유지(fatty oil)의 최소 단위는?

① 아크릴로나이트릴(acrylonitrile)

② 뷰틸알데하이드(butylaldehyde)

③ 클로로프렌(chloroprene)

④ 트리글리세라이드(triglyceride)

정답 4번

간단한 해설

유지의 기본 분자는 **글리세롤에 지방산 3분자가 에스터 결합**한 트리글리세라이드이다.

공통 해설

유지는 트리글리세라이드를 주성분으로 한다. 트리글리세라이드는 글리세롤 1분자의 세 하이드록시기에 지방산 3분자가 각각 에스터 결합한 물질이다. 즉, **글리세롤과 지방산으로 이루어진 트라이에스터**가 유지의 기본 분자 단위이다.

문제의 최소 단위는 유지를 구성하는 분자를 뜻하므로 트리글리세라이드에 해당한다. 글리세롤과 지방산은 그 분자를 가수분해했을 때 얻는 성분이다. 아크릴로나이트릴·뷰틸알데하이드·클로로프렌은 이러한 트라이에스터 구조를 갖지 않으므로 유지의 기본 분자에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 12. 다음 화학종 중에서 친전자체(electrophile)에 해당하는 것만을 모두 고르면?

ㄱ. NO_2^+
ㄴ. CN^-
ㄷ. CH_3NH_2
ㄹ. $(CH_3)_3S^+$

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

친전자체는 상대의 **전자쌍을 받아** 결합을 형성한다. NO_2^+와 $(CH_3)_3S^+$는 양전하를 띠며 친핵체의 전자쌍을 받는 친전자체로 작용한다.

NoteBase

보기별 해설

친전자체는 결합을 형성할 때 전자쌍을 받는 화학종이고, 친핵체는 전자쌍을 제공하는 화학종이다. 전하뿐 아니라 비공유 전자쌍과 실제 반응 부위도 함께 살펴야 한다.

ㄱ. NO_2^+ — 친전자체: 나이트로늄 이온은 양전하를 띠며, **질소가 친핵체의 전자쌍을 받아** 결합을 형성한다. 예를 들어 방향족 고리의 전자쌍을 받아 고리에 결합하는 질산화 반응의 친전자체이다.

ㄴ. CN^- — 친핵체: 사이안화 이온은 음전하를 띠고 비공유 전자쌍을 가지고 있어, 상대에게 **전자쌍을 제공**하여 결합을 형성한다. 따라서 이 문항에서는 친전자체가 아니라 친핵체로 분류한다.

ㄷ. CH_3NH_2 — 친핵체: 메틸아민은 중성 분자이지만 **질소의 비공유 전자쌍**을 제공하여 친전자체와 결합할 수 있다. 따라서 일반적인 분류에서는 친핵체이다. 다만 강한 염기와의 산·염기 반응에서는 N–H 수소가 전자쌍을 받는 부위가 될 수 있으므로, 모든 반응 조건에서 친전자적 부위가 없다는 뜻은 아니다.

ㄹ. $(CH_3)_3S^+$ — 친전자체: 트라이메틸설포늄 이온에서는 양전하를 띤 황에 결합한 **메틸 탄소가 친핵체의 공격**을 받을 수 있다. 친핵체가 이 탄소에 전자쌍을 제공하면 탄소–황 결합이 끊어지면서 중성인 다이메틸설파이드가 이탈하므로, 이 이온은 친전자체로 작용한다.

친전자체로 고르는 화학종은 ㄱ과 ㄹ이며, 이는 ②의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 13. 효모의 반응에 의해 바이오에탄올을 생산할 때 가장 적합한 기질은?

① 글루코스(glucose)

② 아세트산(acetic acid)

③ 퍼퓨랄(furfural)

④ 페놀(phenol)

정답 1번

간단한 해설

글루코스는 효모가 이용할 수 있는 **발효성 당**으로, 알코올 발효를 통해 에탄올과 이산화탄소로 전환된다.

공통 해설

효모로 바이오에탄올을 생산하려면 효모가 대사하여 에탄올로 전환할 수 있는 **발효성 당**을 기질로 공급해야 한다. 글루코스는 단당류로서 해당과정을 통해 피루브산으로 분해된다. 이어 피루브산에서 이산화탄소가 떨어져 나가 아세트알데하이드가 생성되고, 이것이 환원되어 에탄올이 된다. 따라서 글루코스는 효모의 알코올 발효에 적합한 기질이다. 아세트산·퍼퓨랄·페놀은 발효성 당이 아니므로, 이 과정에 직접 공급하는 당 기질로 적합하지 않다.

NoteBase

문 14. 단백질의 이차 구조(secondary structure)를 결정하는 데 가장 중요한 결합력은?

① 공유 결합(covalent bond)

② 수소 결합(hydrogen bond)

③ 이온 결합(ionic bond)

④ 분산력(dispersion force)

정답 2번

간단한 해설

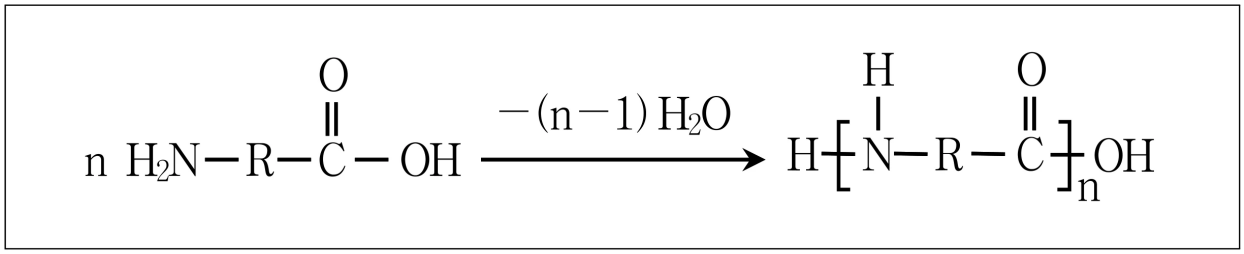
단백질의 이차 구조는 주사슬의 C=O와 N-H 사이에 형성되는 **수소 결합**으로 안정화된다. 이 결합이 반복되어 α 나선과 β 병풍 같은 규칙적인 구조를 유지한다.

공통 해설

단백질의 이차 구조는 폴리펩타이드 주사슬이 국소적으로 규칙적인 배열을 이루는 것으로, 대표적으로 α 나선과 β 병풍이 있다. 주사슬의 카보닐기(C=O)에 있는 산소와 아마이드기(N-H)에 있는 수소 사이에 **수소 결합**이 형성되어 이러한 배열을 안정화한다. α 나선에서는 나선을 따라, β 병풍에서는 이웃한 가닥 사이에 수소 결합이 반복적으로 형성된다. 따라서 이차 구조를 결정하는 핵심 기준은 **주사슬 사이의 반복적인 수소 결합**이며, 아미노산을 연결하는 공유 결합 자체나 이온 결합·분산력이 아니다.

NoteBase

문 15. 다음 식의 중합 방법은?



① 축합 중합(condensation polymerization)

② 부가 중합(addition polymerization)

③ 이온 중합(ionic polymerization)

④ 배위 중합(coordination polymerization)

정답 1번

간단한 해설

아미노기와 카복실기가 반응하여 아마이드 결합을 만들 때 **물이 빠져나오면서** 고분자 사슬이 형성되므로 축합 중합이다.

공통 해설

축합 중합은 단위체의 작용기들이 반복하여 반응하면서 물과 같은 **작은 분자를 부산물로 내보내는** 중합이다. 작은 분자의 이탈 없이 단위체가 연결되는 부가 중합과 구별된다.

제시된 단위체는 아미노기(–NH_2)와 카복실기(–COOH)를 함께 가진다. 한 단위체의 카복실기에서 –OH가, 다른 단위체의 아미노기에서 H가 빠져나와 물을 이루고, 두 단위체 사이에 아마이드 결합(–CO–NH–)이 생긴다. 이 반응이 반복되면 폴리아마이드 사슬이 형성된다. 그림처럼 단위체 n개가 하나의 선형 사슬로 연결될 때는 연결 부위가 $n-1$개이므로 물도 $n-1$분자 빠져나온다. 화살표 위의 물 제거 표시와 생성물의 반복되는 아마이드 결합이 **축합 중합**을 보여 준다.

NoteBase

문 16. 결정성 고분자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용융 온도 이상에서 고분자는 결정성을 보인다.

② HDPE(high density polyethylene)는 결정성 고분자이다.

③ 일반적으로 결정화도가 증가하면 불투명해진다.

④ 결정화도는 고분자의 물리적 물성에 영향을 준다.

정답 1번

간단한 해설

용융 온도보다 높아지면 결정 영역의 규칙적인 사슬 배열이 무너져 **결정성이 사라진다**. 결정성 고분자라는 분류가 용융 상태에서도 결정 구조를 유지한다는 뜻은 아니다.

선지별 해설

① X: 결정성은 고분자 사슬이 규칙적으로 배열된 영역에서 나타난다. 용융 온도보다 높아지면 이 배열이 무너져 결정 영역이 녹으므로, '결정성을 보인다'는 **'결정성을 잃고 용융 상태가 된다'**로 고쳐야 한다.

② O: HDPE는 곁가지가 적어 사슬들이 서로 가깝고 규칙적으로 배열되기 쉽다. 따라서 결정 영역을 형성하는 결정성 고분자이다. 다만 실제 재료는 **결정 영역과 비결정 영역이 함께 존재하는 반결정성 고분자**이며, 전체가 완전한 결정이라는 뜻은 아니다.

③ O: 일반적으로 결정 영역과 비결정 영역은 굴절률이 달라 빛이 그 경계에서 산란한다. 결정화도가 증가하면 이러한 **빛의 산란**으로 투명도가 낮아지고 불투명해지는 경향이 있다. 다만 투명도는 결정 크기와 시료 두께 등에도 영향을 받으므로 결정화도만으로 항상 결정되지는 않는다.

④ O: 결정화도는 고분자에서 결정 영역이 차지하는 비율이다. 결정 영역에서는 사슬이 치밀하게 배열되고 움직임이 제한되므로, 결정화도는 밀도와 강성 등 **물리적 물성에 영향을 준다**. 같은 고분자에서 다른 조건이 비슷하다면 결정화도가 높을수록 일반적으로 밀도와 강성이 증가한다.

NoteBase

문 17. 전자 재료로 많이 사용되는 희토류(rare earth)는?

① 할로젠족(halogen)

② 알칼리 토금속(alkaline earth metal)

③ 란타넘족(lanthanide)

④ 알칼리 금속(alkaline metal)

정답 3번

간단한 해설

희토류는 **란타넘족 15개 원소를 중심으로 하는 원소군**이다. 일반적으로 여기에 성질이 비슷한 스칸듐과 이트륨을 포함한다.

공통 해설

희토류는 일반적으로 **란타넘족 15개 원소와 스칸듐(Sc)·이트륨(Y)을 합한 17개 원소**를 말한다. 란타넘족은 원자번호 57인 란타넘(La)부터 71인 루테튬(Lu)까지의 원소군으로, 희토류의 주된 구성 원소이다. 따라서 보기에서 희토류에 해당하는 원소군은 란타넘족이다.

희토류라는 분류는 전자 재료로 쓰이는 모든 원소를 뜻하지 않는다. 할로젠족, 알칼리 토금속, 알칼리 금속은 위의 희토류 원소군에 포함되지 않는다.

NoteBase

문 18. 연료 전지와 전해질의 연결이 옳지 않은 것은?

① 알카라인 연료 전지(AFC) – $KHCO_3$

② 인산염 연료 전지(PAFC) – H_3PO_4

③ 고체 전해질 연료 전지(SOFC) – Y_2O_3/ZrO_2

④ 용융탄산염 연료 전지(MCFC) – Li_2CO_3/K_2CO_3

정답 1번

간단한 해설

알카라인 연료 전지(AFC)의 전해질은 $KHCO_3$가 아니라 **수산화칼륨(KOH) 수용액**이다. 이 전해질에서는 수산화 이온이 전하를 운반한다.

선지별 해설

① X: 알카라인 연료 전지(AFC)는 대표적으로 **수산화칼륨(KOH) 수용액**을 전해질로 사용하며, 수산화 이온 OH^-이 전하를 운반한다. 선지의 $KHCO_3$는 탄산수소칼륨이므로, KOH로 고쳐야 한다.

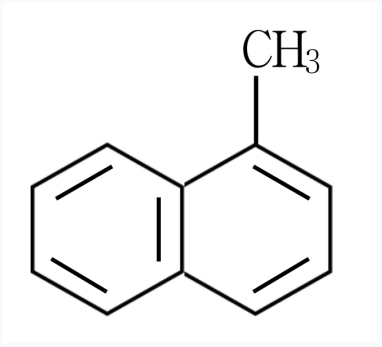
② O: PAFC는 **인산** H_3PO_4을 전해질로 사용한다. 산성 전해질에서 수소 이온 H^+이 전하를 운반하므로 제시된 화학식과 연결된다.

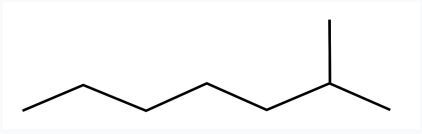
③ O: 고체 전해질 연료 전지(SOFC)의 대표적인 전해질은 **이트리아 안정화 지르코니아**이다. 지르코니아 ZrO_2에 이트리아 Y_2O_3를 첨가한 고체 산화물이며, 산화물 이온 O^{2-}이 이동하여 전하를 운반한다. 선지의 두 산화물 표기는 이러한 전해질 조성을 나타낸다.

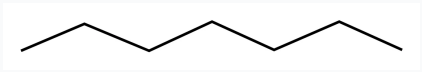
④ O: 용융탄산염 연료 전지(MCFC)는 탄산리튬 Li_2CO_3과 탄산칼륨 K_2CO_3 등의 혼합 탄산염을 **용융 상태**로 사용한다. 이 전해질에서는 탄산 이온 CO_3^{2-}이 전하를 운반한다.

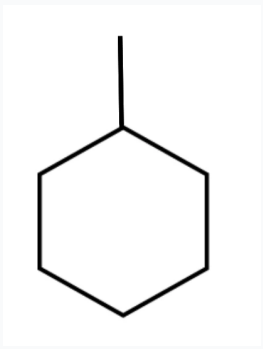
NoteBase

문 19. 세탄가(cetane number)가 0인 기준 화합물의 구조는?

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

간단한 해설

세탄가 0의 기준 화합물은 **α-메틸나프탈렌(1-메틸나프탈렌)**이다. 두 방향족 육각 고리가 융합된 나프탈렌 골격에서 고리 접합부에 인접한 α 위치에 메틸기가 붙어 있는 구조이다.

공통 해설

세탄가는 디젤 연료가 압축된 공기 속에서 스스로 착화하는 성질을 나타내는 지표이다. 원래의 기준 척도에서는 착화성이 좋은 n-세탄에 100을, 착화 지연이 긴 **α-메틸나프탈렌에 0**을 부여하였다. 여기서 0은 기준으로 정한 값이며, 전혀 연소하지 않는다는 뜻은 아니다.

α-메틸나프탈렌은 두 방향족 육각 고리가 한 변을 공유하는 나프탈렌 골격에 메틸기 하나가 결합한 구조이다. 메틸기가 붙는 α 위치는 **두 고리의 접합 탄소에 바로 이웃한 탄소**이며, 이 위치를 1번으로 표시하므로 1-메틸나프탈렌이라고도 한다. 제시된 융합 방향족 고리 구조에서는 위쪽 메틸기가 바로 이 위치에 붙어 있다. 나머지 구조들은 고리가 없는 사슬형 탄화수소이거나 방향족 이중결합이 없는 단일 육각 고리이므로 이 기준 구조에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 20. 흡착제, 촉매 및 세제 원료로 널리 사용되는 제올라이트(zeolite)인 ZSM-5에 포함되지 않는 원소는?

① 산소(O)

② 알루미늄(Al)

③ 규소(Si)

④ 황(S)

정답 4번

간단한 해설

ZSM-5는 **알루미노규산염**이므로 규소(Si)·알루미늄(Al)·산소(O)를 포함하며, 황(S)은 기본 구성 원소가 아니다.

공통 해설

ZSM-5는 규소와 알루미늄, 산소로 골격을 이루는 알루미노규산염 제올라이트이다. 규소와 알루미늄은 각각 산소 네 개에 둘러싸인 사면체를 이루며, 이 사면체들이 **산소를 공유하여 연결**되면서 내부에 작은 통로가 있는 골격을 형성한다.

이 구성에 따르면 산소(O), 알루미늄(Al), 규소(Si)는 모두 ZSM-5의 골격에 포함된다. 반면 **황(S)은 기본 골격의 구성 원소가 아니다**.

NoteBase