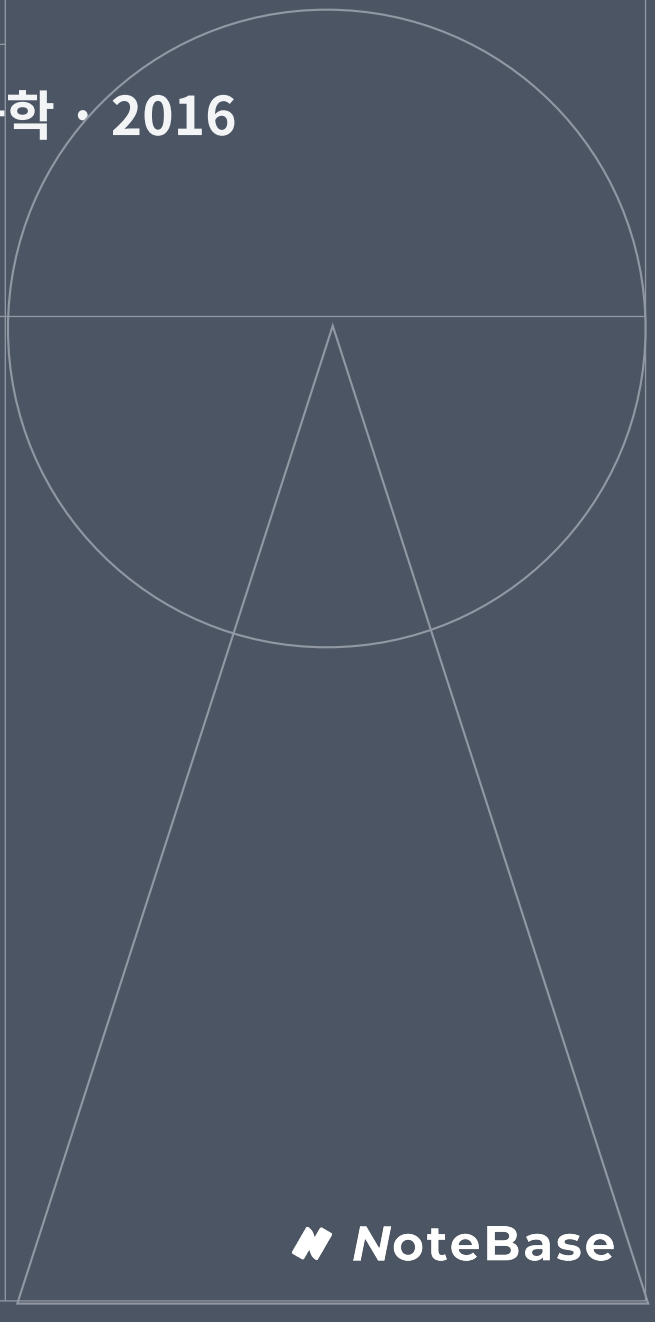
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2016

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2016

문 1. 다양한 크기의 미세 기공들을 가져 단위 무게당 표면적이 매우 넓은 탄소재료는?

① 풀러렌

② 활성탄

③ 제올라이트

④ 다이아몬드

정답 2번

간단한 해설

활성탄은 **다양한 크기의 기공**이 발달한 탄소재료이다. 기공의 내부 벽까지 표면을 이루므로 **단위 질량당 표면적**이 매우 크다.

공통 해설

활성탄은 활성화 처리로 내부에 많은 기공을 발달시킨 다공성 탄소재료이다. 단위 질량당 표면적을 비표면적이라고 하며, 활성탄은 입자의 바깥면뿐 아니라 **기공의 내부 벽도 표면을 이루기 때문에** 비표면적이 매우 크다. 이 넓은 표면에 다른 물질이 달라붙을 수 있어 흡착제로 이용된다.

이 문항의 조건은 **발달한 기공 구조와 탄소재료라는 성질**을 함께 갖는 것이다. 풀러렌과 다이아몬드는 탄소로 이루어져 있지만, 활성탄과 같은 다공성 흡착재를 가리키는 명칭은 아니다. 제올라이트는 기공을 가진 알루미노규산염으로 탄소재료가 아니다. 따라서 제시된 특징에 해당하는 재료는 활성탄이다.

NoteBase

문 2. 비누화가(saponification value)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 NaOH의 mg 수

② 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 KOH의 mg 수

③ 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 HCl의 mg 수

④ 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 필요한 H_2SO_4의 mg 수

정답 2번

간단한 해설

비누화가는 **유지 1 g**을 완전히 비누화하는 데 필요한 **KOH의 mg 수**로 정의한다.

공통 해설

비누화가는 유지 1 g을 완전히 비누화하는 데 소비되는 수산화칼륨(KOH)의 질량을 mg으로 나타낸 값이다. 기준 시료량은 1 g이며, 필요한 알칼리의 양을 **KOH의 질량으로 표시**한다.

모든 선지는 유지의 질량과 완전 비누화라는 조건이 같고, 시약의 종류만 다르다. NaOH도 비누화에 사용할 수 있지만, 비누화가의 정의에서 질량을 표시하는 기준 시약은 KOH이다. HCl과 황산은 산이므로, 이 정의에서 사용하는 알칼리인 KOH에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 3. 다음 과정에서 브뢴스테드-로우리(Brønsted-Lowry) 산과 그 짝염기가 옳게 짝지어진 것은?

$HSO_4^-(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + SO_4^{2-}(aq)$

① 브뢴스테드-로우리 산: H_2O, 짝염기: SO_4^{2-}

② 브뢴스테드-로우리 산: HSO_4^-, 짝염기: H_2O

③ 브뢴스테드-로우리 산: HSO_4^-, 짝염기: SO_4^{2-}

④ 브뢴스테드-로우리 산: SO_4^{2-}, 짝염기: H_2O

정답 3번

간단한 해설

HSO_4^-는 OH^-에 **양성자를 주는 산**이며, 양성자 하나를 잃고 생성된 SO_4^{2-}가 그 **짝염기**이다.

대응 관계 해설

브뢴스테드-로우리 산은 양성자 H^+를 주는 물질이고, 그 짝염기는 산이 양성자 하나를 잃은 뒤 남는 물질이다. 따라서 산과 짝염기는 양성자 하나만큼 차이가 난다.

산: 반응물인 HSO_4^-는 OH^-에 양성자를 주고 SO_4^{2-}로 변한다. 이 과정에서 **양성자를 주는 물질**인 HSO_4^-가 산이다.

그 짝염기: HSO_4^-에서 H^+가 빠져나가면 수소 원자 하나가 줄고 전하가 −1에서 −2로 변하므로, 그 짝염기는 SO_4^{2-}이다. 반면 H_2O는 OH^-가 양성자를 받아 생성된 **짝산**이므로, HSO_4^-의 짝염기가 아니다.

산은 HSO_4^-, 그 짝염기는 SO_4^{2-}로 대응하므로 ③의 짝과 일치한다.

NoteBase

문 4. 프로필렌(propylene) 중합 반응에 사용되는 Ziegler-Natta 촉매의 금속 성분 조합으로 옳은 것은?

① Ti-Al

② Zn-Al

③ Co-Mo

④ Pd-Cu

정답 1번

간단한 해설

프로필렌 중합용 Ziegler-Natta 촉매는 **티타늄(Ti) 화합물과 유기알루미늄(Al) 화합물**을 함께 사용하는 촉매계이다.

공통 해설

프로필렌 중합에 쓰이는 대표적인 Ziegler-Natta 촉매는 **티타늄 할로젠화물과 유기알루미늄 조촉매**의 조합이다. 예를 들어 삼염화티타늄($TiCl_3$)과 트라이에틸알루미늄[$Al(C_2H_5)_3$]을 함께 사용한다. 유기알루미늄 화합물은 티타늄의 중합 활성점 형성을 돕고, 이 활성점에서 프로필렌이 배위한 뒤 성장 중인 고분자 사슬에 차례로 삽입된다. 따라서 문제에서 묻는 금속 성분은 Ti와 Al이며, Ti-Al은 이 두 금속의 화합물을 함께 쓰는 촉매계를 나타낸다.

NoteBase

문 5. 고분자의 평균분자량을 측정하는 방법이 아닌 것은?

① 광산란법

② 삼투압법

③ 열 무게분석법

④ 말단기 분석법

정답 3번

간단한 해설

열 무게분석법은 온도나 시간에 따른 **시료의 질량 변화**를 측정하여 열분해와 열적 안정성 등을 조사하는 방법이다. 시료 전체의 질량 감소를 관찰하는 것이므로 **고분자의 평균분자량을 직접 측정하는 방법은 아니다**.

선지별 해설

① O: 광산란법은 고분자 용액에 빛을 비추고 산란된 빛의 세기를 분석한다. 평균분자량 측정에 쓰이는 정적 광산란법에서는 산란 세기와 농도의 관계를 이용하여 **중량평균분자량**을 구한다.

② O: 삼투압법은 고분자 용액의 삼투압을 측정한다. 묽은 용액의 삼투압은 일정한 온도에서 용액 속 고분자 분자의 수에 좌우되므로, 시료의 질량과 분자 수의 관계로부터 **수평균분자량**을 구할 수 있다.

③ X: 열 무게분석법은 온도나 시간에 따른 시료의 질량 변화를 측정하는 열분석법이다. 가열 중 수분이나 휘발성 성분이 빠져나가거나 고분자가 분해되면 질량이 감소하므로 열분해 거동, 열적 안정성, 잔류물 함량 등을 조사할 수 있다. 여기서 측정하는 것은 **시료 전체의 질량 변화**이며, 이를 고분자 한 분자의 질량과 혼동해서는 안 된다. 평균분자량을 직접 측정하는 방법에는 해당하지 않는다.

④ O: 말단기 분석법은 고분자 사슬 끝에 있는 특정 작용기의 양을 정량한다. **분자당 분석 대상 말단기의 수를 알고 있어야** 말단기의 양을 고분자 분자의 수로 환산할 수 있으며, 이를 시료의 질량과 연결하여 수평균분자량을 구한다. 분자량이 커지면 단위 질량당 말단기가 적어져 정확한 정량이 어려워지므로 비교적 낮은 분자량의 고분자에 적합하다.

NoteBase

문 6. 지방산과 암모니아를 160 ~ 200 ℃, 실리카겔 촉매 하에서 반응시킬 때 얻어지는 주생성물은?

① 지방족 아민(amine)

② 지방족 니트릴(nitrile)

③ 지방산 에스터(ester)

④ 지방산 아마이드(amide)

정답 4번

간단한 해설

지방산과 암모니아가 반응하여 물이 빠져나가면 **지방산 아마이드**가 생성된다. 주어진 160 ~ 200 ℃, 실리카겔 촉매 조건에서는 카보닐기를 유지한 채 질소가 결합한 아마이드가 주생성물이다.

공통 해설

지방산을 RCOOH로 나타내면, 암모니아와의 아마이드화는 $RCOOH + NH_3 \rightarrow RCONH_2 + H_2O$의 총괄 반응으로 나타낼 수 있다. 여기서 R은 탄화수소기이다. 지방산의 카복실기에서 총괄적으로 -OH가 $-NH_2$로 바뀌며 물이 생성된다. 따라서 주어진 160 ~ 200 ℃, 실리카겔 촉매 조건에서 얻는 주생성물은 $RCONH_2$ 구조의 지방산 아마이드이다.

이 생성물의 구별 기준은 **카보닐 탄소에 질소가 직접 결합한 구조**이다. 아민과 니트릴의 해당 질소 작용기에는 카보닐기가 없으며, 에스터는 카보닐 탄소에 질소 대신 산소가 결합한 구조이다. 따라서 이 반응에서 형성되는 $-CONH_2$에 해당하는 명칭은 아마이드이다.

NoteBase

문 7. 석유의 정제 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 코킹(coking) : 중질유를 열분해하여 경유, 가솔린, 코크스를 얻는다.

② 분해(cracking) : 수증기 분해, 접촉 분해, 수소첨가 분해 등이 있다.

③ 개질(reforming) : 방향족 화합물로부터 사슬형 지방족 화합물을 만든다.

④ 소중합(oligomerization) : 저분자량 올레핀을 가솔린 분자로 전환한다.

정답 3번

간단한 해설

③은 개질의 대표적인 전환 방향을 거꾸로 설명했다. 석유 정제에서 개질은 사슬형 탄화수소의 고리화·탈수소 등을 통해 **방향족 탄화수소를 생성**하고 가솔린의 옥탄가를 높이는 공정이다.

선지별 해설

① O: 코킹은 중질유나 잔사유를 고온에서 **열분해**하여 더 가벼운 탄화수소와 고체인 코크스를 얻는 공정이다. 분해 생성물에서 가솔린과 경유 유분 등을 회수한다.

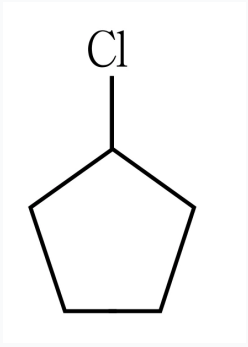
② O: 분해는 큰 탄화수소 분자의 **탄소 골격을 끊어 작은 분자로 전환**하는 공정이다. 수증기를 함께 공급하는 고온 열분해인 수증기 분해, 촉매를 이용하는 접촉 분해, 수소와 촉매를 이용하는 수소첨가 분해 등이 있다.

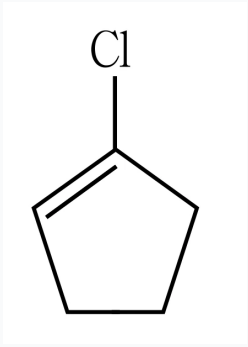
③ X: 개질은 나프타에 포함된 탄화수소의 구조를 바꾸어 가솔린의 옥탄가를 높이는 공정이다. 대표적으로 사슬형 파라핀은 고리화·탈수소를 거쳐 방향족 탄화수소로 전환되고, 나프텐도 탈수소되어 방향족 탄화수소가 된다. 따라서 선지의 '방향족 화합물로부터 사슬형 지방족 화합물을 만든다'는 대표적인 전환 방향이 반대이며, **사슬형 탄화수소 등으로부터 방향족 탄화수소를 만든다**로 고쳐야 한다.

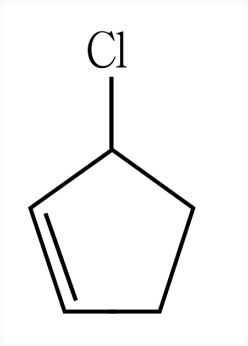
④ O: 소중합은 저분자량 올레핀 몇 분자를 결합하여 **분자량이 더 큰 탄화수소**로 만드는 공정이다. 예를 들어 프로필렌이나 부텐 등의 경질 올레핀을 결합하여 가솔린 범위의 탄화수소로 전환한다. 큰 분자를 쪼개는 분해와 달리 작은 분자들을 결합한다.

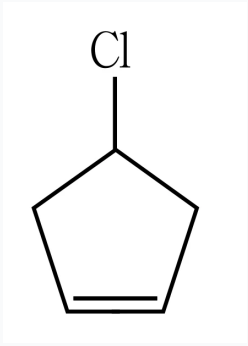
NoteBase

문 8. 광학 활성(optical activity)을 갖는 분자는?

① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

간단한 해설

③은 Cl이 붙은 탄소에서 고리를 따라가는 **두 방향의 원자 연결이 서로 다르다**. 이 탄소에는 Cl, H, 서로 다른 두 고리 경로가 결합하므로 **비대칭 탄소**가 존재하고, 거울상과 포개지지 않는 카이랄 분자가 된다.

NoteBase

공통 해설

광학 활성은 물질이 평면 편광의 진동면을 회전시키는 성질이다. 자신의 거울상과 포개지지 않는 분자를 카이랄 분자라고 하며, 한쪽 거울상 이성질체는 광학 활성을 나타낼 수 있다. 제시된 구조에서는 **서로 다른 네 치환기가 결합한 사면체 탄소**, 즉 비대칭 탄소가 있는지를 확인하면 된다. 고리에서는 같은 탄소에서 출발하더라도 양쪽으로 이어지는 원자와 결합이 다르면 서로 다른 치환기로 본다.

Cl이 붙은 탄소의 왼쪽 이웃이 이중결합에 참여하고 오른쪽 이웃은 단일결합만 하는 구조에서는 두 고리 경로가 서로 다르다. 이 탄소에 생략된 H까지 포함하면 Cl, H, 서로 다른 두 고리 경로의 네 치환기가 결합한다. 따라서 비대칭 탄소가 하나 존재하여 광학 활성을 나타낼 수 있다.

이중결합이 없는 ①과, 이중결합이 Cl의 맞은편 아래쪽에 있는 ④는 Cl이 붙은 탄소에서 **고리의 양쪽 경로가 동등하다**. 이 탄소에는 서로 같은 치환기 두 개가 결합한 셈이므로 비대칭 탄소가 되지 않는다. 나머지 탄소에도 비대칭 탄소가 없어 두 구조는 비카이랄이다.

②는 Cl이 붙은 탄소 자체가 이중결합에 참여하는 평면 삼각형 탄소이므로, 서로 다른 네 치환기를 갖는 사면체 탄소가 아니다. 나머지 포화 탄소에는 각각 H가 두 개씩 붙어 있어 비대칭 탄소가 없고, 이 구조 역시 비카이랄이다.

NoteBase

문 9. 메탈로센(metallocene) 촉매에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 배위결합을 갖는다.

② 불균일계 촉매이다.

③ 다중 활성점을 갖는다.

④ 활성점은 음이온의 속성을 갖는다.

정답 1번

간단한 해설

메탈로센 촉매는 전이금속 중심에 사이클로펜타다이에닐(Cp) 계열 리간드가 **배위결합**한 착물이다. 올레핀 단량체도 금속 중심에 배위한 뒤 금속과 성장 사슬 사이에 삽입되면서 중합이 진행된다.

선지별 해설

① O: 메탈로센 촉매에서는 Cp 계열 리간드의 π 전자가 전이금속 중심과 상호작용하여 **배위결합**을 이룬다. 또한 중합 과정에서는 올레핀이 금속 중심에 배위한 다음 금속–탄소 결합에 삽입되어 사슬이 성장한다.

② X: 통상적인 메탈로센 촉매는 반응 매질에 분자 상태로 녹아 작용하는 **균일계 촉매**로 분류한다. 고체 표면의 활성점에서 반응하는 전통적인 불균일계 지글러–나타 촉매와 구별된다. 다만 메탈로센을 고체 담체에 고정하여 불균일계로 사용하는 경우도 있으므로, 불균일성이 메탈로센 촉매 자체의 일반적 특징은 아니다.

③ X: 메탈로센 촉매의 대표적인 특징은 다중 활성점이 아니라 **단일 활성점**이다. 이는 반응계에 활성점이 단 하나만 존재한다는 뜻이 아니라, 활성점들이 같은 구조와 배위 환경을 갖는 한 종류라는 뜻이다. 따라서 여러 종류의 활성점이 공존하는 촉매보다 생성 고분자의 성질을 균일하게 제어하기 쉽다.

④ X: 전형적인 올레핀 중합용 메탈로센 촉매는 조촉매에 의해 활성화되면 **양이온성 금속 착물**을 활성종으로 형성한다. 전자가 부족한 금속 중심에 올레핀이 배위한 뒤 삽입되므로, 활성점을 음이온성으로 설명한 부분을 양이온성으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 10. 다음 반응의 주생성물은?

$$CH_3CH_2CH=CH_2 \xrightarrow[H_2O]{Br_2} \text{주생성물}$$

① $CH_3CH_2CH(OH)-CH_2Br$

② $CH_3CH_2CH(Br)-CH_2OH$

③ $CH_3CH_2CH(Br)-CH_2Br$

④ $CH_3CH_2CH(OH)-CH_2OH$

정답 1번

간단한 해설

브로민 수용액에서는 이중 결합에 **Br과 OH가 하나씩 첨가**되어 브로모하이드린이 생성된다. 이때 OH는 **더 치환된 탄소**에 결합하므로 $CH_3CH_2CH(OH)CH_2Br$이 주생성물이다.

NoteBase

공통 해설

알켄에 브로민을 물 존재하에서 반응시키면, 이중 결합의 두 탄소를 Br이 연결한 고리형 브로모늄 이온이 먼저 만들어진다. 이어서 **물이 친핵체로 작용**하여 고리를 열고, 산소에 붙은 수소 이온이 떨어져 나가면서 인접한 두 탄소에 Br과 OH가 하나씩 붙은 브로모하이드린이 생성된다. 따라서 주어진 조건에서는 Br 두 개가 첨가된 구조나 OH 두 개가 첨가된 구조를 고르지 않는다.

비대칭 브로모늄 이온에서는 더 치환된 탄소가 양전하 성격을 더 잘 안정화하므로 물이 주로 그 탄소를 공격한다. 주어진 1-뷰텐에서 에틸기가 연결된 CH 쪽은 말단 CH_2 쪽보다 더 치환되어 있으므로, **OH는 CH 쪽에, Br은 말단 CH_2 쪽에** 결합한다. 이에 따라 생성되는 구조는 $CH_3CH_2CH(OH)CH_2Br$이며, OH가 말단에 붙은 위치 이성질체와 구별된다.

NoteBase

문 11. 라디칼중합 반응 중 수용액 중의 단량체 미셀(micelle) 내에서 중합이 진행되도록 하는 것은?

① 괴상중합(bulk polymerization)

② 용액중합(solution polymerization)

③ 현탁중합(suspension polymerization)

④ 유화중합(emulsion polymerization)

정답 4번

간단한 해설

물속에서 유화제가 만든 **미셀에 단량체가 들어가 중합이 시작**되는 것은 유화중합의 특징이다. 이 미셀은 중합이 진행되면서 고분자 입자로 성장한다.

공통 해설

유화중합은 물을 분산매로 사용하고, 유화제(계면활성제)가 형성한 **미셀에 단량체를 포함시켜 라디칼중합을 시작**하는 방식이다. 미셀은 유화제 분자의 친수성 부분이 물 쪽을, 소수성 부분이 안쪽을 향해 모인 집합체이므로 물에 잘 녹지 않는 단량체를 내부에 받아들일 수 있다.

전형적인 유화중합에서는 수용성 개시제로부터 생긴 라디칼이 단량체를 포함한 미셀로 들어가 중합을 개시하며, 이후에는 그곳에서 형성된 고분자 입자 안에서 사슬이 성장한다. 따라서 발문의 식별 기준은 단순히 물을 사용하는지가 아니라 **단량체를 포함한 미셀이 중합의 출발 장소가 되는지**이며, 이 조건에 해당하는 명칭이 유화중합이다.

NoteBase

문 12. 다음 화합물을 산성도가 큰 순서대로 옳게 나열한 것은?

ㄱ. $CH_3CH_2CH_2OH$
ㄴ. $CH_3CH_2CH_2SH$
ㄷ. $ClCH_2CH_2CH_2SH$

① ㄱ > ㄴ > ㄷ
② ㄱ > ㄷ > ㄴ
③ ㄷ > ㄱ > ㄴ
④ ㄷ > ㄴ > ㄱ

정답 4번

간단한 해설

싸이올은 알코올보다 **수소 이온을 내놓은 뒤의 짝염기가 더 안정**하여 산성도가 크다. ㄷ은 여기에 염소의 **전자 끌기 유도 효과**까지 작용하므로 ㄴ보다 산성도가 크다.

선지별 해설

산성도는 수소 이온을 내놓기 쉬운 정도이며, 수소 이온이 떨어져 나간 뒤 남는 짝염기가 안정할수록 산성도가 크다. 이 문제에서는 O–H와 S–H의 차이, 그리고 염소 치환기의 영향을 비교한다.

ㄱ. $CH_3CH_2CH_2OH$: 알코올로서 O–H의 수소 이온이 떨어지면 산소에 음전하를 가진 알콕사이드 이온이 된다. 산소는 황보다 크기가 작아 음전하가 좁은 영역에 집중되므로, 대응하는 싸이올의 짝염기보다 안정성이 낮다. 따라서 세 화합물 중 **산성도가 가장 작다**.

ㄴ. $CH_3CH_2CH_2SH$: 싸이올로서 S–H의 수소 이온이 떨어지면 황에 음전하를 가진 싸이올레이트 이온이 된다. 황은 산소보다 크고 전자구름이 넓어 **음전하를 넓은 영역에 분산**시킬 수 있다. 이 짝염기 안정화 때문에 ㄱ보다 산성도가 크다.

ㄷ. $ClCH_2CH_2CH_2SH$: ㄴ과 같은 싸이올이지만 탄소 사슬 끝에 염소가 있다. 전기음성도가 큰 염소는 σ 결합을 통해 전자밀도를 끌어당기는 **전자 끌기 유도 효과**로 싸이올레이트 이온의 음전하를 안정화한다. 따라서 염소가 없는 ㄴ보다 산성도가 크다.

산성도가 큰 순서는 ㄷ > ㄴ > ㄱ이며, 이 배열에 해당하는 것은 ④이다.

NoteBase

문 13. 수용액 상태에서 염기성을 나타내는 비료가 아닌 것은?

① 염화칼륨

② 석회질소

③ 용성인비

④ 목초의 재

정답 1번

간단한 해설

염화칼륨은 강산과 강염기에서 생긴 염으로, 물에 녹은 이온이 거의 가수분해되지 않아 수용액이 **중성**을 나타낸다. 따라서 염기성 비료에 해당하지 않는다.

선지별 해설

이 문항은 비료가 물과 접했을 때 나타내는 화학적 산·염기성을 묻는다. 작물이 양분을 흡수한 뒤 토양에 미치는 영향을 기준으로 하는 생리적 반응과 구별한다.

① 염화칼륨: 강산인 염산과 강염기인 수산화칼륨에서 생긴 염이다. 물에 녹으면 칼륨 이온과 염화 이온으로 해리되며, 두 이온은 거의 가수분해되지 않으므로 수용액은 **중성**을 나타낸다.

② 석회질소: 주성분인 칼슘시아나미드가 물과 반응하면 **수산화칼슘이 생성**되어 염기성을 나타낸다. 제품에 포함된 석회 성분도 염기성을 나타내는 데 기여한다.

③ 용성인비: 석회와 고토 성분을 포함하는 인산질 비료로, 산을 중화하는 **알칼리분**을 함유하여 화학적으로 염기성 비료에 속한다. 물에 잘 녹지 않는 성질과 염기성 비료라는 분류는 구별해야 한다.

④ 목초의 재: 식물체를 태운 재에는 **탄산칼륨 등 염기성 성분**이 들어 있다. 탄산 이온은 물과 반응하여 수산화 이온을 생성하므로, 재를 물에 우려낸 액은 염기성을 나타낸다.

물에 대한 화학적 반응을 비교하면 석회질소·용성인비·목초의 재는 염기성 비료에 속하고, ① 염화칼륨은 중성으로 염기성 비료에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 14. 다음 중 원유에 가장 적게 함유되어 있는 것은?

① 나프텐계 탄화수소

② 파라핀계 탄화수소

③ 방향족계 탄화수소

④ 아세틸렌계 탄화수소

정답 4번

간단한 해설

아세틸렌계 탄화수소는 탄소 간 삼중결합을 가진 반응성이 큰 물질로, **원유에는 거의 존재하지 않는다**.
파라핀계·나프텐계·방향족계는 원유를 구성하는 주요 탄화수소이다.

선지별 해설

① 나프텐계 탄화수소: 탄소 원자들이 고리를 이루고 탄소 간 결합은 단일결합인 **포화 고리 탄화수소**이다. 사이클로펜테인·사이클로헥세인 계열 등이 원유의 주요 성분으로 존재한다.

② 파라핀계 탄화수소: 탄소 사슬이 곧거나 가지를 이루는 **포화 사슬 탄화수소**로, 알케인에 해당한다. 직쇄형과 분지형 모두 원유의 주요 성분에 포함된다.

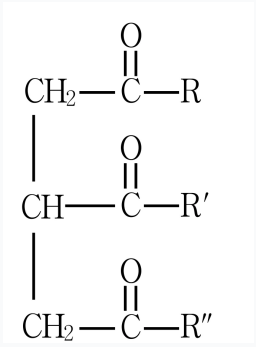
③ 방향족계 탄화수소: 벤젠 고리와 같은 방향족 구조를 가지며, 고리의 π 전자가 비편재화되어 안정화된 물질이다. **방향족계도 원유의 주요 성분**이므로, 불포화 구조가 있다는 이유만으로 원유에 거의 없다고 판단하면 안 된다.

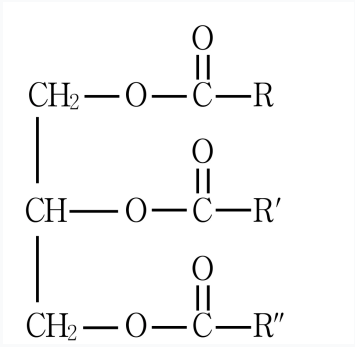
④ 아세틸렌계 탄화수소: **탄소 간 삼중결합**을 가진 알카인 계열이다. 반응성이 커 원유에는 거의 존재하지 않으며, 앞의 세 계열처럼 원유의 주요 구성 성분을 이루지 않는다.

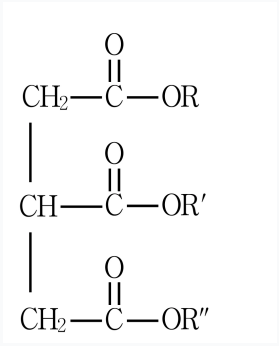
원유의 종류에 따라 파라핀계·나프텐계·방향족계의 비율은 달라지지만, 네 후보 중 함유량이 가장 적은 것은 ④의 아세틸렌계 탄화수소이다.

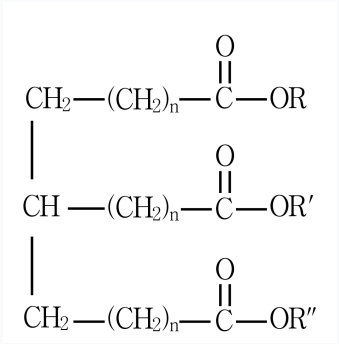
NoteBase

문 15. 지방(fat)의 구조를 옳게 나타낸 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

간단한 해설

지방은 글리세롤의 세 하이드록시기가 지방산과 반응하여 만들어진 **트라이아실글리세롤**이다. 글리세롤 골격과 각 지방산의 카보닐기 사이에 **산소 원자가 하나씩** 놓이는 에스터 결합 구조를 갖는다.

NoteBase

공통 해설

지방의 기본 구조는 글리세롤 1분자에 지방산 3분자가 에스터 결합한 트라이아실글리세롤이다. 글리세롤은 세 탄소에 하이드록시기(–OH)가 하나씩 붙은 알코올이며, 각 하이드록시기가 지방산의 카복실기와 반응하여 물이 빠지면서 에스터 결합을 형성한다.

따라서 글리세롤의 각 탄소에서 지방산 쪽으로 결합을 따라가면 **글리세롤 탄소–O–C(=O)–R**의 순서가 된다. 양 끝 탄소에서는 CH_2–O–C(=O)–R, 가운데 탄소에서는 CH–O–C(=O)–R′ 형태로 연결된다. R, R′, R″는 지방산의 탄화수소 부분이며 서로 같을 수도, 다를 수도 있다.

그림에서 세 탄소 골격의 오른쪽에 산소가 하나씩 있고, 그 다음에 카보닐기와 탄화수소 부분이 이어지는 구조가 이 조건을 만족한다. ①은 골격과 카보닐기 사이의 산소가 빠져 있다. ③·④에는 에스터 결합이 있지만, 골격에서 지방산 쪽으로 이어져야 할 산소 대신 카보닐 탄소 또는 탄화수소 사슬이 연결되어 있다. **에스터 결합의 존재뿐 아니라 글리세롤 골격에 연결되는 방향**까지 확인해야 한다.

NoteBase

문 16. 고정화 효소(immobilized enzyme)의 특성으로 옳지 않은 것은?

① 재사용이 가능하다.

② 연속반응기에서 사용이 가능하다.

③ 반응 후 생성물과의 분리가 어렵다.

④ 기질의 확산저항이 자유 효소에 비해 더 크다.

정답 3번

간단한 해설

고정화 효소는 지지체 등에 붙이거나 가두어 두므로 반응액에 녹아 있는 자유 효소보다 **생성물과 분리하기 쉽다**. 따라서 '반응 후 생성물과의 분리가 어렵다'는 설명은 고정화 효소의 장점과 반대이다.

선지별 해설

고정화 효소는 효소를 불용성 지지체에 결합시키거나 겔 등에 가두어 이동을 제한한 것이다. 자유 효소가 반응액에 녹아 있는 것과 달리, 효소를 반응액과 구분하여 유지할 수 있다.

① O: 고정화 효소는 지지체 등에 고정되어 있어 반응이 끝난 뒤 회수하거나 반응기 안에 남겨 둘 수 있다. 따라서 **효소 활성이 유지되는 동안 반복 사용**할 수 있다.

② O: 고정화 효소를 충전한 반응기에 기질 용액을 계속 공급하면, 효소는 반응기 안에 남아 반응을 촉진하고 생성물이 포함된 반응액은 밖으로 나온다. 이처럼 **효소를 유지하면서 기질과 생성물을 흘려보낼 수 있어** 연속반응기에 사용할 수 있다.

③ X: 고정화 효소는 반응액에 자유롭게 녹아 있는 효소와 달리 지지체 등에 고정되어 있다. 따라서 효소를 반응기 안에 남겨 두거나 여과 등으로 회수할 수 있으므로, '생성물과의 분리가 어렵다'는 **'생성물과의 분리가 쉽다'**로 고쳐야 한다.

④ O: 기질은 효소가 작용하는 반응물이다. 고정화 효소에서는 기질이 효소에 도달하려면 고정화 입자 표면의 액막을 통과하거나 지지체 내부로 확산해야 하므로 **추가적인 물질전달 저항**이 생긴다. 따라서 자유 효소에 비해 기질의 확산저항이 더 크다.

NoteBase

문 17. 비료에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 비료의 3요소는 질소, 인, 칼슘이다.

② 과린산석회와 탄산칼슘을 혼합하면 화성비료가 얻어진다.

③ 질산암모늄에 요소를 배합하면 흡습성이 감소된다.

④ 황산암모늄에 석회를 배합하면 비료의 효능이 감소된다.

정답 4번

간단한 해설

황산암모늄을 염기성인 석회와 섞으면 질소 성분이 **암모니아 기체로 빠져나가** 손실되므로 비료의 효능이 감소한다.

선지별 해설

① X: 비료의 3요소는 **질소, 인, 칼륨**이다. 칼슘도 식물의 생장에 필요한 원소이지만, 비료의 3요소에 포함되지는 않는다. 선지의 '칼슘'을 '칼륨'으로 고쳐야 한다.

② X: 화성비료는 화학적 제조 공정을 거쳐 질소·인·칼륨 중 2종 이상을 함유하도록 만든 비료이다. 과린산석회와 탄산칼슘을 혼합해도 질소나 칼륨이 추가되지 않으므로 화성비료가 되지 않는다. 오히려 과린산석회의 수용성 인산 성분이 **물에 잘 녹지 않는 인산칼슘**으로 바뀌어 식물이 이용하기 어려워지므로, 이 배합은 피해야 한다.

③ X: 질산암모늄에 요소를 배합하면 흡습성이 **증가한다**. 두 물질을 혼합하면 수분을 흡수하기 시작하는 상대습도인 '임계상대습도'가 낮아져, 각각을 따로 둘 때보다 낮은 습도에서도 공기 중 수분을 흡수하기 쉽다. 따라서 '흡습성이 감소된다'는 '흡습성이 증가한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 황산암모늄은 암모늄 형태의 질소를 공급하는 비료이다. 석회와 배합하면 수분이 있는 염기성 조건에서 암모늄 이온이 암모니아로 바뀌어 기체로 빠져나갈 수 있다. 이처럼 **암모니아 휘산으로 질소가 손실**되기 때문에 비료의 효능이 감소한다.

NoteBase

문 18. 수소의 공업적 제조법인 수증기개질법에 대해 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

① 원료로는 나프타, 천연가스 등이 사용된다.

② 탄화수소의 수증기개질 반응은 발열 반응이다.

③ 탄화수소의 탄소 수가 많을수록 코크(coke)가 석출되기 쉽다.

④ 황화합물이 많이 포함된 원료는 촉매의 피독(poisoning)을 막기 위한 탈황 과정을 거쳐야 한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '발열 반응'은 **흡열 반응**으로 고쳐야 한다. 탄화수소를 수증기와 반응시켜 수소를 만드는 개질 반응에는 외부에서 열을 공급해야 한다.

선지별 해설

① O: 수증기개질법은 탄화수소를 수증기와 반응시켜 수소를 제조하는 방법이다. 메테인이 주성분인 천연가스뿐 아니라 여러 탄화수소가 섞인 **나프타도 원료**로 사용할 수 있다.

② X: 탄화수소의 수증기개질은 발열 반응이 아니라 **흡열 반응**이다. 대표적인 메테인 개질 반응은 $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$이며, 이 반응을 진행시키려면 외부에서 열을 공급해야 한다.

③ O: 일반적으로 **탄소 수가 많은 고급 탄화수소**는 메테인보다 열분해 등에 의해 탄소질 고체인 코크를 형성하기 쉽다. 생성된 코크가 촉매 표면에 쌓이면 반응을 방해하므로, 무거운 원료일수록 탄소 석출 관리가 중요하다. 실제 석출 정도는 온도, 수증기 공급량, 원료 조성에도 영향을 받는다.

④ O: 수증기개질에 흔히 쓰이는 니켈계 촉매는 황에 민감하다. 원료의 황화합물에서 유래한 황 성분이 촉매 표면에 강하게 결합하면 **반응이 일어나는 활성점을 막아** 촉매 활성을 떨어뜨린다. 이러한 피독을 방지하려면 개질 전에 원료를 탈황해야 한다.

NoteBase

문 19. 생물공학적 유전자 조작기술에 대해 설명한 것으로 옳지 않은 것은?

① 핵산은 염기, 인산, 당으로 이루어진다.

② 특정 유전자를 절단하기 위해 제한효소(restriction enzyme)를 사용한다.

③ 특정 유전자의 양을 증폭시키기 위해 이성화효소(isomerase)를 사용한다.

④ 플라스미드(plasmid)는 유전자 운반체로 사용되며, 벡터(vector)라고도 불리운다.

정답 3번

간단한 해설

특정 DNA 구간을 증폭하는 PCR에는 **DNA 중합효소**를 사용한다. 이성화효소는 분자 내부의 구조를 바꾸는 효소로, 유전자 사본 수를 늘리는 효소가 아니다.

선지별 해설

① O: 핵산은 뉴클레오타이드가 연결된 고분자이며, 각 뉴클레오타이드는 **염기·인산·당**으로 이루어진다. 당은 오탄당으로, DNA에는 디옥시리보스가, RNA에는 리보스가 들어 있다.

② O: 제한효소는 DNA의 **특정 염기서열을 인식하여 절단**하는 효소이다. 유전자 조작에서는 적절한 인식서열을 가진 DNA를 제한효소로 잘라 목적 유전자를 포함한 조각을 얻거나 벡터를 절단한다.

③ X: 특정 유전자의 양을 증폭하려면 **DNA 중합효소를 이용하는 PCR**을 사용할 수 있다. PCR은 DNA 두 가닥을 분리하고, 표적 구간의 양 끝에 결합하는 프라이머를 붙인 뒤, DNA 중합효소로 새 가닥을 합성하는 과정을 반복하여 해당 구간의 사본 수를 늘린다. 이성화효소는 한 분자 안에서 원자나 작용기의 배열을 바꾸는 반응을 촉매하므로, 선지의 '이성화효소'를 'DNA 중합효소'로 고쳐야 한다.

④ O: 플라스미드는 세균의 염색체와 별개로 존재하며 독립적으로 복제될 수 있는 DNA이다. 목적 유전자를 삽입한 플라스미드를 숙주 세포에 도입하면 그 유전자를 운반할 수 있으므로 **유전자 운반체인 벡터로 이용**한다. 벡터는 유전자를 운반하는 수단을 뜻하며, 플라스미드는 그 한 종류이다.

NoteBase

문 20. 티탄산바륨($BaTiO_3$)은 큐리(Curie) 온도가 120°C인 강유전체이다. 200°C에서 티탄산바륨의 결정계와 유전특성이 옳게 짝지어진 것은?

① 결정계: 입방(cubic), 유전특성: 강유전성(ferroelectric)

② 결정계: 입방(cubic), 유전특성: 상유전성(paraelectric)

③ 결정계: 정방(tetragonal), 유전특성: 강유전성(ferroelectric)

④ 결정계: 정방(tetragonal), 유전특성: 상유전성(paraelectric)

정답 2번

간단한 해설

200°C는 큐리 온도인 120°C보다 높으므로 티탄산바륨은 **입방 결정계의 상유전성**을 나타낸다. 이 온도에서는 외부 전기장이 없어도 유지되는 자발분극이 사라진다.

구성 요소별 해설

결정계: 티탄산바륨은 상온에서 정방 결정계를 이루지만, 가열하여 큐리 온도를 넘으면 **입방 결정계**로 전이한다. 고온의 평균 결정구조는 중심대칭을 가지며, 200°C는 이 입방상에 해당한다.

유전특성: 강유전성은 외부 전기장이 없어도 자발분극이 존재하고, 전기장으로 그 방향을 바꿀 수 있는 성질이다. 큐리 온도를 넘으면 **자발분극이 사라져 상유전성**을 나타낸다. 상유전성 상태에서도 외부 전기장을 가하면 분극이 유도될 수 있으므로, 분극이 전혀 불가능하다는 뜻은 아니다.

따라서 200°C에서의 결정계와 유전특성은 입방·상유전성의 조합이며, ②의 짝과 일치한다.

NoteBase