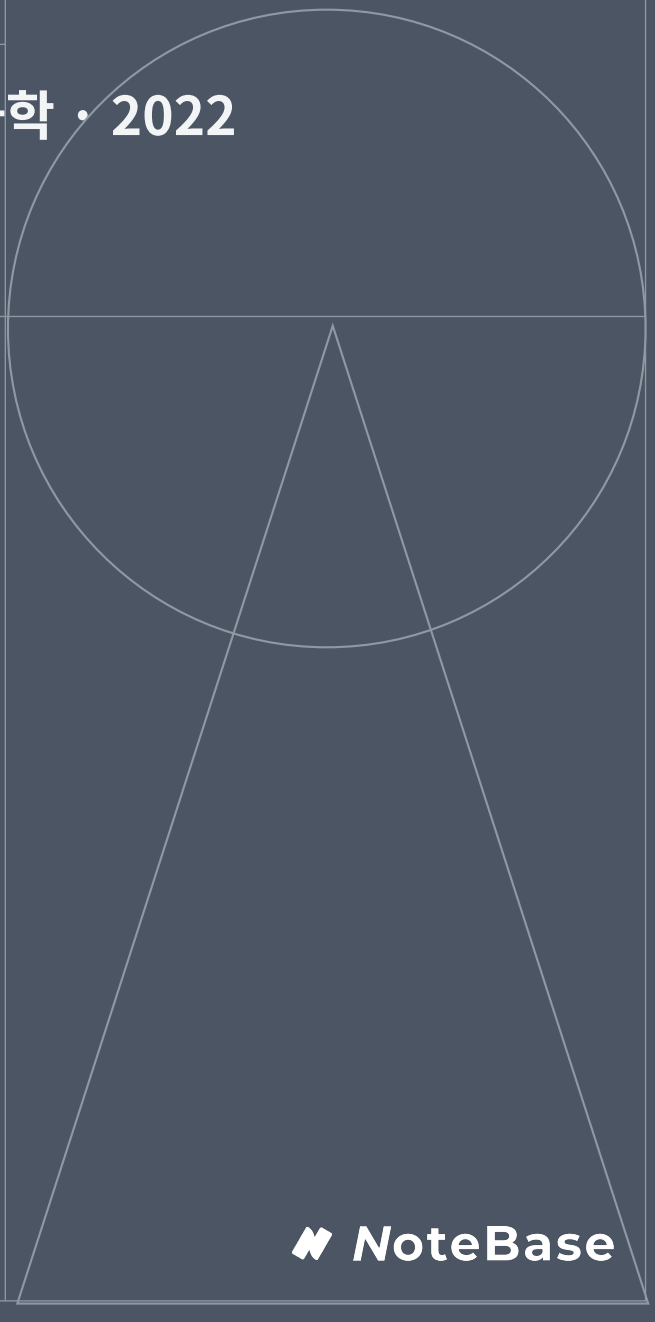
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2022

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2022

문 1. 용액 중의 금속 이온을 환원제로 환원시켜 물체 표면에 도금하는 방법은?

① 전착(electrodeposition)

② 전기도금(electroplating)

③ 무전해 도금(electroless plating)

④ 전기이동 코팅(electrophoretic coating)

정답 3번

간단한 해설

금속 이온의 환원에 필요한 전자를 외부 전류가 아니라 **환원제의 화학 반응**으로 공급하는 방식이 무전해 도금이다.

공통 해설

무전해 도금은 외부 전류를 흘리지 않고 용액 속 환원제를 이용하여 물체 표면에 금속을 석출시키는 방법이다. 환원제가 산화되면서 내놓은 전자를 금속 이온이 받아 금속으로 환원되고, 이 금속이 표면에 쌓여 도금층을 형성한다. 따라서 문제의 **환원제로 금속 이온을 환원**한다는 조건은 무전해 도금에 해당한다.

전착·전기도금은 외부 전류를 이용하여 금속 이온을 환원·석출시키는 방식이다. 전기이동 코팅은 전기장에 의해 하전된 입자가 이동하여 표면에 부착되는 방식이므로, 환원제로 금속 이온을 환원하여 도금하는 원리와 구별된다.

NoteBase

문 2. 계면활성제의 용도로 적절하지 않은 것은?

① 가교제

② 분산제

③ 습윤제

④ 유화제

정답 1번

간단한 해설

가교제는 **고분자 사슬 사이에 화학 결합을 형성하는 물질**이다. 이는 계면의 장력을 낮추는 계면활성제의 일반적인 용도에 해당하지 않는다.

선지별 해설

계면활성제는 물과 친한 친수성 부분과 기름과 친한 친유성 부분을 가지며, 서로 다른 물질의 경계면에 흡착하여 표면장력이나 계면장력을 낮춘다. 이 성질을 이용하여 물질을 분산시키거나 표면을 젖게 하고 유화 상태를 유지한다.

① X: 가교제는 고분자 사슬 사이에 **화학 결합을 형성하여 망상 구조를 만드는 물질**이다. 고분자를 화학적으로 연결하는 가교 작용은 계면에 흡착하여 장력을 낮추는 작용과 다르므로, 가교제는 계면활성제의 일반적인 용도로 적절하지 않다.

② O: 분산제는 미세한 입자를 액체 속에 고르게 퍼뜨리고 그 상태를 유지하도록 돕는다. 계면활성제가 입자 표면에 흡착하면 **입자들이 다시 뭉치는 것을 억제**할 수 있으므로 분산제로 사용된다.

③ O: 습윤제는 액체가 고체 표면을 잘 적시도록 돕는다. 계면활성제는 표면장력과 계면의 성질을 변화시켜 물이 표면에서 방울로 뭉치기보다 **넓게 퍼져 표면을 적시도록** 하므로 습윤제로 사용된다.

④ O: 유화제는 물과 기름처럼 서로 잘 섞이지 않는 액체 중 하나를 다른 액체 속에 미세한 방울로 분산시키고 안정화한다. 계면활성제는 두 액체 사이의 계면장력을 낮추고 방울 표면에 흡착하여 **방울들이 다시 합쳐지는 것을 억제**하므로 유화제로 사용된다.

NoteBase

문 3. 알루미나(Al_2O_3)의 제조에 이용되는 공정은?

① Bayer 공정

② Reppe 공정

③ Solvay 공정

④ Wacker 공정

정답 1번

간단한 해설

보크사이트에서 **알루미나를 분리·정제**하는 방법이 Bayer 공정이다. 알루미늄 성분을 수산화나트륨 수용액에 녹인 뒤 수산화알루미늄으로 석출시키고, 이를 가열하여 알루미나를 얻는다.

개념 구분

Bayer 공정: 보크사이트를 고온·고압에서 수산화나트륨 수용액으로 처리하여 알루미늄 성분을 녹이고, 녹지 않은 불순물을 분리한다. 용액에서 수산화알루미늄을 석출시킨 뒤 가열하여 물을 제거하면 **알루미나인 산화알루미늄**을 얻는다. 따라서 문제의 알루미나 제조에 해당하는 공정이다.

Reppe 공정: **아세틸렌을 출발 물질로 하는 유기합성**에 이용된다. 알루미나를 광석에서 분리·정제하는 공정과는 원료와 목적이 다르다.

Solvay 공정: 암모니아를 이용하여 **탄산나트륨**을 제조하는 암모니아 소다법이다. 같은 무기화학 공정이지만 제조 대상이 알루미나가 아니다.

Wacker 공정: 에틸렌을 산화하여 **아세트알데히드**를 제조하는 공정이다. 알루미나 제조가 아니라 유기화합물의 산화 공정에 해당한다.

NoteBase

문 4. 4-에틸-3-메틸헵테인(4-ethyl-3-methylheptane) 분자 1개당 수소 원자 개수는?

① 20

② 22

③ 24

④ 26

정답 2번

간단한 해설

주사슬과 가지의 탄소를 모두 합하면 **탄소 원자는 10개**이다. 고리나 다중결합이 없는 알케인의 일반식 C_nH_{2n+2}에 따라 분자 1개당 수소 원자는 22개이다.

계산 과정

탄소 수 계산: '헵테인'의 주사슬에는 탄소가 7개, '에틸'에는 2개, '메틸'에는 1개 있으므로 전체 탄소 원자 수는 7 + 2 + 1 = 10개이다. 이름의 4와 3은 **가지가 붙은 주사슬 탄소의 위치**를 나타내며, 탄소 수에 더하는 값이 아니다.

일반식 적용: 4-에틸-3-메틸헵테인은 **고리나 다중결합이 없는 포화 탄화수소**이므로 알케인의 일반식 C_nH_{2n+2}을 적용한다. 여기서 n은 가지를 포함한 전체 탄소 원자 수이며, 사슬에 가지가 있어도 이 일반식은 성립한다.

수소 수 계산: 탄소 원자가 10개이므로 수소 원자 수는 $2 \times 10 + 2 = 22$개이다. 분자식은 $C_{10}H_{22}$이며, 분자 1개당 수소 원자 22개는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 고분자의 분자량을 측정하는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 광산란법

② 점도측정법

③ 적외선 분광법

④ 겔 투과 크로마토그래피

정답 3번

간단한 해설

적외선 분광법은 분자 내 결합의 진동에 따른 흡수를 이용하여 **작용기와 화학 구조**를 확인하는 방법이다.
고분자의 분자량을 측정하는 일반적인 방법에는 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 광산란법은 고분자 용액에 빛을 비추었을 때 산란되는 빛의 세기를 분석하는 방법이다. 정적 광산란에서는 산란광의 세기와 고분자 농도 등의 관계를 이용하여 **중량평균 분자량**을 구할 수 있다.

② O: 점도측정법은 묽은 고분자 용액의 점도를 여러 농도에서 측정하여 고유점도를 구하고, 이를 분자량과 연결하는 방법이다. 고유점도와 분자량 사이의 **Mark–Houwink 관계**인 $[\eta] = KM_v^a$를 이용하여 점도평균 분자량을 구한다. 여기서 $[\eta]$는 고유점도, M_v는 점도평균 분자량이며, K와 a는 고분자·용매·온도 조건에 따라 정해지는 상수이다.

③ X: 적외선 분광법은 결합의 진동에 따른 적외선 흡수 스펙트럼으로 **작용기와 화학 구조를 확인**하는 데 주로 사용한다. 흡수띠는 어떤 결합이 존재하는지를 알려 주므로, 이를 고분자 사슬 전체의 분자량을 측정하는 일반적인 방법으로 보는 것은 적절하지 않다.

④ O: 겔 투과 크로마토그래피는 다공성 충전재를 이용하여 고분자를 **용액 속 분자 크기에 따라 분리**하는 방법이다. 큰 분자는 기공에 덜 들어가 먼저 용출되고, 작은 분자는 기공에 더 많이 들어가 늦게 용출된다.
분자량을 아는 적절한 표준물질로 검량하면 용출 위치로부터 시료의 분자량과 분자량 분포를 구할 수 있다.

NoteBase

문 6. 석유 유분에 함유된 메르캅탄(mercaptan)을 산화시켜 제거하는 정제법은?

① 알킬화

② 스위트닝

③ 수소화 분해

④ 수소화 정제

정답 2번

간단한 해설

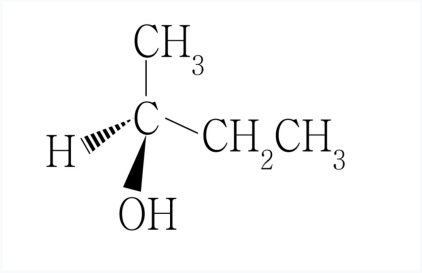
스위트닝은 석유 유분 속 메르캅탄을 **산화하여 이황화물로 전환**하는 정제법이다. 이 과정에서 메르캅탄에 의한 악취가 줄어든다.

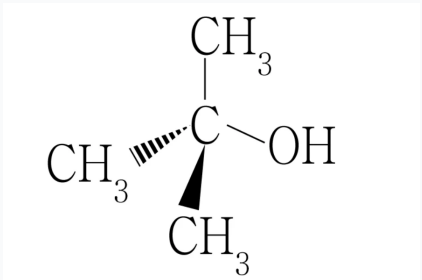
공통 해설

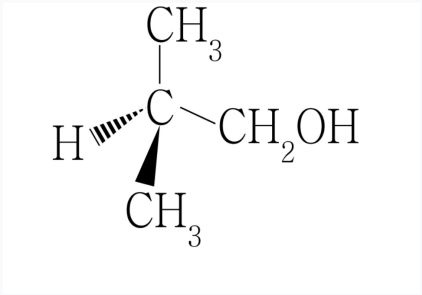
석유 유분 속 메르캅탄은 악취를 유발하는 황 화합물이다. 스위트닝은 메르캅탄을 **산화하여 악취가 적은 이황화물로 전환**하는 정제법이다. 따라서 문제의 '메르캅탄을 산화시켜 제거'하는 방법은 스위트닝에 대응한다. 이때 생성된 이황화물이 유분에 남는 산화 전환만으로는 총 황 함량이 줄어들지 않는다.

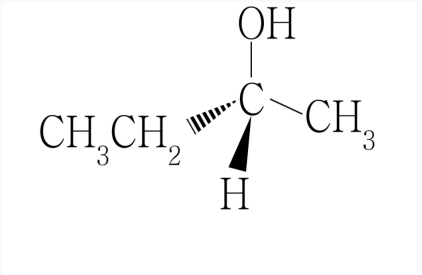
NoteBase

문 7. (S)-2-Butanol의 입체 구조로 옳은 것은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

간단한 해설

①에서는 수소가 점선 쐐기로 뒤를 향하고, 수산기 → 에틸기 → 메틸기가 **반시계 방향**으로 이어지므로 S 배치이다.

NoteBase

도식 해설

2-Butanol의 2번 탄소에는 수산기, 에틸기, 메틸기, 수소가 결합한다. CIP 규칙에 따른 우선순위는 **수산기 > 에틸기 > 메틸기 > 수소**이다. 직접 결합한 원자의 원자번호가 산소 > 탄소 > 수소이므로 수산기가 1순위, 수소가 4순위이다. 에틸기와 메틸기는 모두 탄소로 결합하지만, 그 탄소에 연결된 나머지 원자가 각각 탄소·수소·수소와 수소·수소·수소이므로 에틸기가 메틸기보다 우선한다.

입체 구조에서 실선 쐐기는 종이 면 앞으로, 점선 쐐기는 종이 면 뒤로 향하는 결합을 나타낸다. **4순위가 뒤를 향하도록 보았을 때** 1 → 2 → 3이 반시계 방향이면 S, 시계 방향이면 R이다.

①의 배치: 4순위인 수소가 점선 쐐기로 뒤를 향한다. 그림에서 1순위 수산기는 아래쪽, 2순위 에틸기는 오른쪽, 3순위 메틸기는 위쪽에 있으므로 1 → 2 → 3은 반시계 방향이다. 따라서 이 구조는 (S)-2-Butanol이다.

④와의 구분: 수산기 → 에틸기 → 메틸기는 그림에서 위쪽 → 왼쪽 → 오른쪽으로 이어져 반시계 방향으로 보인다. 그러나 4순위 수소가 실선 쐐기로 **앞을 향하므로 판정을 뒤집어** R 배치로 판단한다.

②·③과의 구분: ②의 중심 탄소에는 같은 메틸기가 세 개, ③의 중심 탄소에는 같은 메틸기가 두 개 결합한다. 두 구조 모두 중심 탄소에 **서로 다른 네 치환기가 결합하지 않으므로** 그 탄소에 R/S를 지정할 수 없고, (S)-2-Butanol에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 8. 염산의 공업적 제조에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 합성염산은 H_2O와 Cl_2를 반응시켜 제조한다.
ㄴ. 합성염산의 제조 과정은 발열 과정이다.
ㄷ. 부생염산은 유기합성 공정에서 생성된 HCl을 회수하여 제조한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

합성염산은 물이 아니라 **수소와 염소를 직접 반응**시켜 만들며, 이 반응은 열을 방출한다. 부생염산은 유기합성 공정에서 **부산물로 생긴 염화수소를 회수**해 만든다.

보기별 해설

ㄱ. X: 합성염산은 물 H_2O가 아니라 **수소** H_2와 염소 Cl_2를 직접 반응시켜 제조한다. 반응식은 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$이다. 생성된 염화수소 기체를 물에 흡수시키면 염산이 된다. 물은 이 흡수 단계에 사용되며, 염소와 직접 반응시키는 수소를 대신하지 않는다.

ㄴ. O: 수소와 염소가 결합하여 염화수소를 생성하는 반응은 **열을 방출하는 발열 반응**이다. 반응물의 결합을 끊는 데 필요한 에너지보다 생성물의 결합이 형성될 때 방출되는 에너지가 더 크므로, 전체적으로 열이 발생한다.

ㄷ. O: 유기합성 공정에서는 목적한 유기물 외에 염화수소가 부산물로 발생할 수 있다. 이 염화수소를 **회수하여 물에 흡수**시켜 얻는 염산이 부생염산이다. 수소와 염소를 직접 반응시키는 합성염산과 달리, 다른 제품을 제조하는 과정에서 생긴 염화수소를 이용한다.

옳은 보기는 ㄴ과 ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 9. 질산(HNO_3)을 제조하는 오스트발트 공정(Ostwald process)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 암모니아(NH_3)를 출발 물질로 사용한다.

② 공정의 첫 단계에서 이산화질소(NO_2)가 생성된다.

③ 공정을 구성하는 세 단계 모두 발열 반응이다.

④ 공정 전체를 통해 N의 산화수는 증가한다.

정답 2번

간단한 해설

첫 단계에서는 암모니아를 산화하여 **일산화질소(NO)**를 만든다. 이산화질소(NO_2)는 이 NO가 다시 산화되는 **두 번째 단계**에서 생성된다.

선지별 해설

① O: 오스트발트 공정은 **암모니아를 원료로 하는 산화 공정**이다. 암모니아(NH_3)를 공기 중 산소와 반응시켜 질소 산화물을 만든 뒤, 이를 물에 흡수시켜 질산을 제조한다.

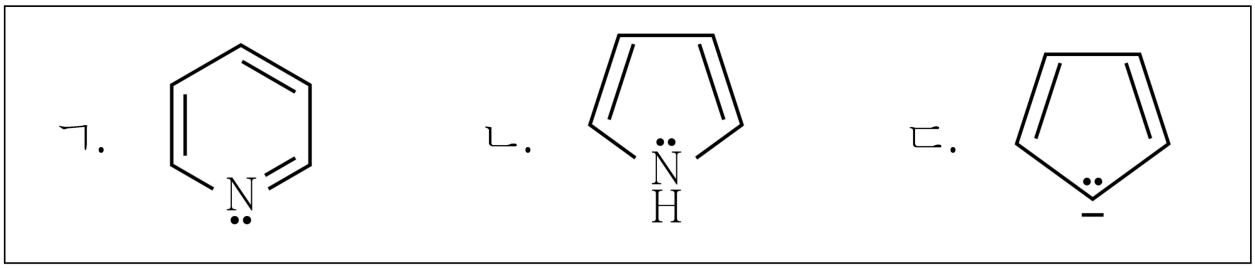
② X: 첫 단계에서는 백금·로듐 촉매를 사용하여 암모니아를 **일산화질소(NO)로 산화**한다. 반응식은 $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$이다. 이산화질소는 두 번째 단계의 $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ 반응에서 생성된다.

③ O: 암모니아의 산화, NO의 산화, 이산화질소의 물 흡수에 의한 질산 생성은 **모두 열을 방출하는 발열 반응**이다. 첫 단계가 고온에서 진행된다는 사실은 흡열 반응이라는 뜻이 아니다. 반응을 빠르게 진행시키는 데 필요한 온도와 반응 전후의 에너지 차이는 구별해야 한다.

④ O: 수소의 산화수를 +1, 산소의 산화수를 −2로 두면, NH_3에서 질소의 산화수는 −3이고 HNO_3에서는 +5이다. 따라서 원료인 암모니아가 최종 생성물인 질산으로 바뀌는 전체 공정에서 질소의 산화수는 **−3에서 +5로 증가**하며, 질소는 산화된다.

NoteBase

문 10. 방향족 화합물로 옳은 것만을 모두 고르면?



① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

ㄴ과 ㄷ은 이중 결합의 π 전자 4개에 **비공유 전자쌍의 전자 2개**가 더해져 6개의 π 전자를 이룬다. 평면 고리 전체가 공액되어 있어 방향족성을 나타낸다.

NoteBase

보기별 해설

방향족성을 가지려면 평면 고리의 모든 원자에 p 오비탈이 있어 연속적으로 겹치는 공액계를 이루고, π 전자 수가 휘켈 규칙 $4n + 2$를 만족해야 한다. 여기서 n은 0 이상의 정수이며, π 전자가 6개이면 n = 1에 해당한다.

ㄱ O: 여섯 원자 고리에 질소 하나가 포함된 피리딘이다. 고리의 이중 결합 3개가 π 전자 6개를 제공하고, 모든 고리 원자의 p 오비탈이 연속적으로 겹치므로 방향족이다. 질소의 비공유 전자쌍은 고리 평면 안의 sp^2 오비탈에 있어 **π 전자 수에 포함하지 않는다**. 따라서 π 전자는 8개가 아니라 6개이다.

ㄴ O: 다섯 원자 고리에 N–H가 포함된 피롤이다. 이중 결합 2개가 π 전자 4개를 제공하고, **질소의 비공유 전자쌍이 p 오비탈에서 공액계에 참여**하여 전자 2개를 더 제공한다. 질소를 포함한 고리 전체가 평면 공액계를 이루며 π 전자는 4 + 2 = 6개이므로 방향족이다.

ㄷ O: 다섯 탄소 고리의 아래쪽 탄소에 음전하와 비공유 전자쌍이 표시된 사이클로펜타다이엔일 음이온이다. 이중 결합 2개의 π 전자 4개에 **음전하 탄소의 p 오비탈에 있는 비공유 전자쌍의 전자 2개**가 더해진다. 다섯 탄소 모두 p 오비탈로 연결된 평면 공액계를 이루고 π 전자가 6개이므로 방향족이다.

따라서 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 방향족 화합물이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 11. 희토류(rare earth) 원소로 옳은 것은?

① 리튬(Li)

② 백금(Pt)

③ 바나듐(V)

④ 네오디뮴(Nd)

정답 4번

간단한 해설

네오디뮴(Nd)은 **란타넘족 원소**이므로 희토류에 속한다. 희토류는 란타넘족 15개 원소에 스칸듐(Sc)과 이트륨(Y)을 더한 17개 원소를 말한다.

선지별 해설

① X: 리튬(Li)은 주기율표 1족의 **알칼리 금속**이다. 란타넘족이나 스칸듐·이트륨에 해당하지 않으므로 희토류가 아니다.

② X: 백금(Pt)은 주기율표 10족의 전이 금속이며 **백금족 금속**에 속한다. 백금족과 희토류는 서로 다른 원소 집단이므로 백금은 희토류에 포함되지 않는다.

③ X: 바나듐(V)은 주기율표 **5족의 전이 금속**이다. 란타넘족이나 스칸듐·이트륨에 해당하지 않으므로 희토류가 아니다.

④ O: 네오디뮴(Nd)은 원자번호 60인 **란타넘족 원소**이다. 희토류는 원자번호 57인 란타넘(La)부터 71인 루테튬(Lu)까지의 란타넘족 15개 원소와 스칸듐(Sc), 이트륨(Y)을 포함하므로 네오디뮴도 희토류에 속한다.

NoteBase

문 12. 화합물명과 화학식을 옳게 짝 지은 것은?

① 폼산: HCOOH, 아세트산: CH_3COOH, 벤조산: C_6H_5COOH

② 폼산: HCOOH, 아세트산: CH_3COOH, 벤조산: $C_6H_5CH_2COOH$

③ 폼산: CH_3COOH, 아세트산: HCOOH, 벤조산: C_6H_5COOH

④ 폼산: CH_3COOH, 아세트산: HCOOH, 벤조산: $C_6H_5CH_2COOH$

정답 1번

간단한 해설

폼산과 아세트산은 카복실기에 각각 **수소와 메틸기**가 결합한 화합물이다. 벤조산은 **벤젠 고리에 카복실기가 직접 결합**하므로 화학식은 C_6H_5COOH이다.

대응 관계 해설

폼산: HCOOH이다. 카복실기(−COOH)에 **수소가 결합**한 가장 간단한 카복실산으로, 탄소 원자는 카복실기 안의 것 하나뿐이다.

아세트산: CH_3COOH이다. 카복실기에 **메틸기**가 결합한 구조이므로 탄소 원자가 두 개이다. HCOOH를 아세트산으로 제시한 대응은 폼산과 아세트산을 바꾼 것이다.

벤조산: C_6H_5COOH이다. 벤젠 고리에서 수소 하나를 뺀 페닐기 C_6H_5에 **카복실기가 직접 결합**한다. $C_6H_5CH_2COOH$는 고리와 카복실기 사이에 메틸렌기 CH_2가 하나 더 있는 페닐아세트산으로, 벤조산과 다르다.

세 화합물의 화학식을 모두 올바르게 대응시킨 조합은 ①이다.

NoteBase

문 13. 상업적 생산을 위해 라디칼 중합을 이용하는 고분자로 적절하지 않은 것은?

① 폴리에틸렌(polyethylene)

② 폴리스타이렌(polystyrene)

③ 폴리프로필렌(polypropylene)

④ 폴리염화비닐[poly(vinyl chloride)]

정답 3번

간단한 해설

폴리프로필렌은 프로필렌의 **알릴 수소에 의한 사슬이동** 때문에 라디칼 중합으로 높은 분자량을 얻기 어렵다. 상업적 생산에는 지글러·나타 촉매 등을 이용하는 **배위중합**을 사용한다.

선지별 해설

① O: 폴리에틸렌 중 **저밀도 폴리에틸렌(LDPE)**은 에틸렌을 고온·고압에서 라디칼 중합하여 상업적으로 생산한다. 라디칼이 에틸렌의 이중결합에 첨가되고, 성장 말단에 에틸렌이 계속 결합하면서 사슬이 길어진다.

② O: 폴리스타이렌은 스타이렌의 라디칼 중합으로 상업적으로 생산한다. 성장 말단의 라디칼은 **페닐기와의 공명으로 안정화**되면서도 다른 스타이렌 분자에 첨가할 수 있어 사슬 성장이 이어진다.

③ X: 프로필렌은 이중결합에 인접한 메틸기에 알릴 수소를 가진다. 성장 라디칼이 이 수소를 빼앗으면 기존 사슬의 성장이 멈추고, 공명으로 안정화되어 성장 반응성이 낮은 알릴 라디칼이 생긴다. 이러한 **사슬이동으로 높은 분자량을 얻기 어려워** 라디칼 중합은 상업적 폴리프로필렌 생산에 적절하지 않다. 지글러·나타 촉매 등을 이용하는 배위중합으로 생산한다.

④ O: 폴리염화비닐은 염화비닐의 라디칼 중합으로 상업적으로 생산한다. 라디칼이 염화비닐의 이중결합에 첨가되면서 사슬이 성장하며, **현탁중합**이 대표적인 공업적 생산 방식이다.

NoteBase

문 14. 다음 중 수소/탄소 원자수 비가 가장 큰 것은?

① 석탄

② 석유

③ 가솔린

④ 천연가스

정답 4번

간단한 해설

천연가스의 주성분은 **메테인(CH_4)**으로, 탄소 원자 1개에 수소 원자 4개가 결합한다. 이처럼 탄소 원자당 수소 원자가 많아 수소/탄소 원자수 비가 가장 크다.

선지별 해설

수소/탄소 원자수 비는 탄소 원자 1개당 수소 원자가 얼마나 있는지를 나타낸다. 각 연료는 혼합물이므로 정확한 비는 조성에 따라 달라지며, 대표적인 구성 성분과 구조를 기준으로 비교한다.

① 석탄: 탄소가 풍부하고 여러 방향족 고리가 연결된 구조를 포함한다. 탄소끼리 결합한 비중이 커서 **탄소 원자당 결합한 수소가 적으므로** 수소/탄소 원자수 비가 낮다.

② 석유: 여러 탄화수소가 섞여 있으며, 탄소 원자가 여러 개 연결된 사슬이나 고리 구조를 가진 성분이 많다. 이들 성분은 메테인보다 **탄소 원자당 수소 원자 수가 적다**.

③ 가솔린: 석유에서 얻는 여러 탄화수소의 혼합물이다. 구성 성분의 예인 옥테인(C_8H_{18})은 수소/탄소 원자수 비가 $\frac{18}{8} = 2.25$이다. 이는 가솔린 전체의 고정된 값은 아니지만, 탄소가 여러 개 연결된 가솔린 성분의 비가 메테인보다 작은 이유를 보여 준다.

④ 천연가스: **주성분인 메테인(CH_4)**은 탄소 원자 1개에 수소 원자 4개가 결합하므로 수소/탄소 원자수 비가 $\frac{4}{1} = 4$이다. 에테인 등 다른 성분이 섞이면 전체 비는 달라지지만, 메테인이 주성분이므로 다른 연료보다 탄소 원자당 수소 원자가 많다.

따라서 네 연료 중 수소/탄소 원자수 비가 가장 큰 것은 ④ 천연가스이다.

NoteBase

문 15. 탄소수 5~9 범위의 탄화수소를 성분으로 가지며, 올레핀 제조에 사용되는 것은?

① 나프타
② 천연가스
③ 합성가스
④ 액화 석유가스

정답 1번

간단한 해설

나프타는 탄소수 5~9 범위의 탄화수소를 포함하며, 이를 **고온에서 열분해**하면 에틸렌·프로필렌 같은 올레핀을 얻는다.

공통 해설

나프타는 원유를 증류하여 얻는 **액체 탄화수소 혼합물**이다. 한 종류의 순수한 화합물이 아니라 여러 탄화수소가 섞인 석유 유분이며, 문제에서 제시한 탄소수 5~9 범위의 성분을 포함한다.

나프타를 고온에서 열분해하면 탄화수소의 탄소 골격이 쪼개지면서 에틸렌·프로필렌 같은 올레핀이 생성된다. 따라서 '탄소수 5~9 범위의 탄화수소를 성분으로 가진다'는 조성 조건과 '올레핀 제조에 사용된다'는 용도를 함께 만족하는 물질은 나프타이다.

NoteBase

문 16. 효소에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 라이페이즈(lipase)는 지질을 가수분해한다.
ㄴ. 아밀레이즈(amylase)는 전분을 가수분해한다.
ㄷ. 락테이즈(lactase)는 포도당을 과당으로 전환한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

락테이즈는 **젖당을 포도당과 갈락토스로 가수분해**한다. 포도당을 과당으로 전환하는 효소는 **포도당 이성질화효소**이다.

보기별 해설

ㄱ. O: 라이페이즈는 지질의 일종인 중성지방에 있는 **에스터 결합을 가수분해**한다. 중성지방이 완전히 가수분해되면 글리세롤과 지방산이 생성된다.

ㄴ. O: 아밀레이즈는 전분의 **α-1,4 글리코사이드 결합을 가수분해**한다. 이에 따라 긴 전분 사슬이 잘려 말토스나 덱스트린 등으로 분해된다.

ㄷ. X: 락테이즈는 **젖당을 포도당과 갈락토스로 가수분해**하는 효소이다. '포도당을 과당으로 전환한다'는 설명은 포도당 이성질화효소의 작용으로 고쳐야 한다. 이 전환은 당을 가수분해하는 반응이 아니라 분자 구조를 바꾸는 이성질화 반응이다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄴ이므로 ①의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 17. 비타민 C 생산의 대표적 원료로 옳은 것은?

① 락트산(lactic acid)

② 리보오스(ribose)

③ 자일로오스(xylose)

④ 글루코오스(glucose)

정답 4번

간단한 해설

비타민 C의 대표적 공업 원료는 **글루코오스(포도당)**이다. 글루코오스를 소르비톨로 환원한 뒤, 미생물에 의한 산화 등을 거쳐 비타민 C로 전환한다.

핵심 풀이

글루코오스와 비타민 C 생산: 대표적인 공업적 생산 경로에서는 D-글루코오스를 수소화하여 D-소르비톨로 만든다. 이어 미생물을 이용해 L-소르보오스로 산화하고, 비타민 C의 전구체인 2-케토-L-굴론산을 얻는다. 이를 고리형 에스터를 형성하는 락톤화 등의 화학적 전환을 거쳐 L-아스코르브산, 즉 비타민 C로 만든다. 따라서 이 생산 경로의 **출발 원료는 글루코오스**이며, 소르비톨과 소르보오스는 그 뒤에 생성되는 중간체이다.

다른 후보와의 구분: 리보오스와 자일로오스도 당이지만 탄소가 5개인 오탄당으로, 탄소가 6개인 글루코오스와 구별된다. 락트산은 탄소가 3개인 유기산이다. 이들은 위의 대표적 비타민 C 생산 경로에서 사용하는 출발 원료가 아니다. 원료를 판단하는 기준은 단순히 당인지 여부가 아니라 **소르비톨을 거쳐 비타민 C로 전환되는 생산 경로**이다.

NoteBase

문 18. 유지에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 비누화가는 KOH를 사용하여 측정한다.
ㄴ. 식물성 기름의 주성분은 트리글리세라이드와 지방산이다.
ㄷ. 아라키돈산은 포화 지방산이다.
ㄹ. 천연 불포화 지방산은 cis 구조가 trans 구조보다 우세하다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄹ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

아라키돈산은 탄소 사슬에 이중 결합이 네 개 있는 **다중 불포화 지방산**이므로 포화 지방산이라는 설명은 틀리다. 천연 불포화 지방산은 일반적으로 **cis 구조가 우세**하다.

보기별 해설

ㄱ. O: 비누화가는 유지 1 g에 들어 있는 에스터를 비누화하고 유리 지방산을 중화하는 데 필요한 **KOH의 질량을 mg으로 나타낸 값**이다. 따라서 수산화칼륨(KOH)을 사용하여 측정한다.

ㄴ. O: 식물성 기름의 주성분은 트리글리세라이드이며, 지방산은 이를 이루는 주요 구성 성분이다.
트리글리세라이드는 글리세롤 한 분자에 지방산 세 분자가 에스터 결합한 물질이다. 보기의 지방산은 주로 **트리글리세라이드에 결합한 형태**로 이해해야 하며, 유리 지방산이 기름의 주성분이라는 뜻으로 이해해서는 안 된다.

ㄷ. X: 포화 지방산은 탄소 사슬에 탄소 간 이중 결합이 없는 지방산이다. 아라키돈산은 탄소 수가 20개이고 탄소 간 이중 결합이 네 개이므로, '포화 지방산'을 **'다중 불포화 지방산'**으로 고쳐야 한다.

ㄹ. O: 천연 불포화 지방산에서는 이중 결합을 이루는 두 탄소에 붙은 수소가 같은 쪽에 있는 **cis 구조가 일반적으로 우세**하다. trans 구조는 이 수소들이 서로 반대쪽에 있는 구조이다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ, ㄹ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 19. 중합반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 음이온 중합에서는 HCl이나 H_2SO_4와 같은 산을 개시제로 사용한다.

② 자유라디칼 중합에서는 과산화물을 라디칼 개시제로 사용할 수 있다.

③ 축합중합에서는 작은 분자가 제거되면서 단량체들이 결합하여 고분자를 만든다.

④ 서로 다른 종류의 단량체들을 혼합 중합하여 만든 고분자를 공중합체라 한다.

정답 1번

간단한 해설

음이온 중합에는 산이 아니라 **음이온 활성종을 만드는 개시제**를 사용한다. 황산 같은 산을 이용하는 것은 **양이온 중합**의 개시 방식이다.

선지별 해설

① X: 음이온 중합은 성장 사슬 말단의 음이온 활성종에 단량체가 차례로 결합하는 반응이다. 부틸리튬 같은 **유기금속 화합물**을 개시제로 사용할 수 있다. 염화수소나 황산 같은 산은 음이온 활성종에 양성자를 주어 그 활성을 없애므로 음이온 중합의 개시제로 쓰지 않는다. 황산 같은 양성자산은 양이온 중합을 개시하는 데 쓰일 수 있다.

② O: 과산화물의 산소–산소 결합이 균일하게 끊어지면 **라디칼이 생성**된다. 이 라디칼이 단량체의 이중결합에 첨가하여 새 라디칼을 만들고, 여기에 단량체가 계속 결합하면서 사슬이 성장한다.

③ O: 축합중합은 단량체의 작용기들이 반응하면서 **물이나 염화수소 같은 작은 분자가 빠져나가고** 고분자가 형성되는 반응이다. 예를 들어 카복실기와 하이드록시기가 반응하여 폴리에스터의 에스터 결합을 만들 때 물이 생성된다.

④ O: 공중합체는 **서로 다른 두 종류 이상의 단량체**를 중합하여 만든 고분자이다. 서로 다른 단량체에서 유래한 구조가 같은 고분자 사슬 안에 포함된다는 점에서, 이미 만들어진 고분자들을 단순히 섞은 혼합물과 구별된다.

NoteBase

문 20. 연료전지에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 고체산화물 연료전지는 천연가스를 연료공급원으로 사용할 수 있다.

② 알칼리 연료전지가 작동할 때, 전해질에서 주된 전하 운반체는 알칼리 양이온이다.

③ 작동 온도는 고체산화물 연료전지가 알칼리 연료전지보다 높다.

④ 고출력(high power) 응용에는 고체산화물 연료전지가 알칼리 연료전지보다 적합하다.

정답 2번

간단한 해설

알칼리 연료전지에서 주된 전하 운반체는 알칼리 양이온이 아니라 **수산화 이온(OH^-)**이다. 수산화 이온은 전해질을 통해 산소극에서 연료극으로 이동한다.

선지별 해설

① O: 고체산화물 연료전지(SOFC)는 **천연가스를 개질하여 연료로 이용**할 수 있다. 개질은 천연가스의 주성분인 메테인 등을 수소와 일산화탄소가 포함된 기체로 전환하는 과정이다. 고온에서 작동하므로 전지 내부에서 개질이 이루어지도록 구성할 수도 있다.

② X: 알칼리 연료전지(AFC)는 수산화 칼륨 수용액과 같은 알칼리성 전해질을 사용하며, 주된 전하 운반체는 **수산화 이온(OH^-)**이다. 산소극에서 생성된 수산화 이온이 전해질을 통해 연료극으로 이동하여 수소와 반응한다. 따라서 '알칼리 양이온'을 '수산화 이온'으로 고쳐야 한다.

③ O: 고체산화물 연료전지는 세라믹 고체 전해질에서 이온이 충분히 이동할 수 있도록 **높은 작동 온도**가 필요하다. 일반적인 작동 온도는 약 500~1,000 °C로, 보통 100 °C 미만에서 작동하는 알칼리 연료전지보다 높다.

④ O: 고체산화물 연료전지는 천연가스 등 다양한 연료를 이용할 수 있고, 높은 발전 효율과 고온의 폐열을 활용하여 **대규모 고정식 발전**에 적용하기에 적합하다. 알칼리 연료전지는 연료와 공기에 포함된 이산화탄소에 민감하여 정제가 필요하다. 이러한 연료 이용과 발전 규모의 특성을 비교하면, 큰 출력을 지속적으로 공급하는 응용에는 고체산화물 연료전지가 더 적합하다.

NoteBase