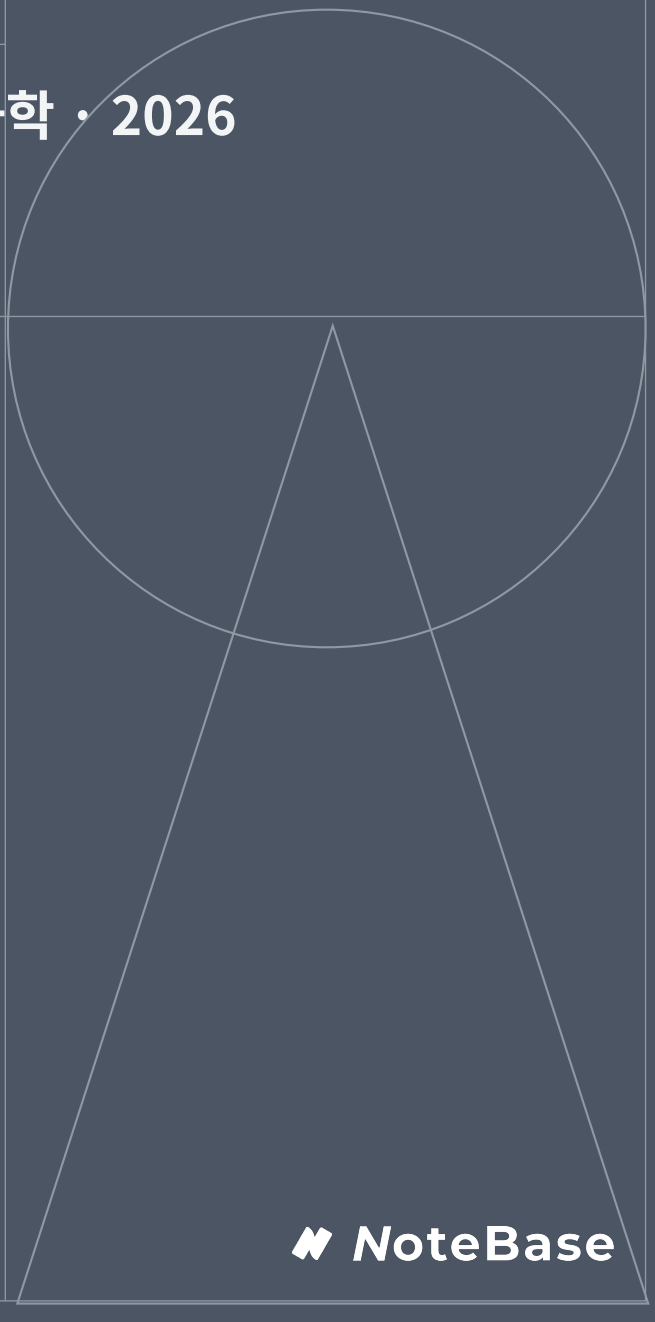
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2026

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2026

문 1. 유지의 아이오딘값(iodine value)이 나타내는 지표는?

① 산도

② 분자량

③ 불포화도

④ 불순물의 양

정답 3번

간단한 해설

아이오딘은 유지의 지방산 사슬에 있는 탄소–탄소 이중결합에 첨가되므로, 아이오딘값은 **불포화도**를 나타낸다. 같은 질량의 유지에서 반응할 이중결합이 많을수록 아이오딘값이 커진다.

개념 구분

아이오딘값은 유지 100 g이 흡수하는 아이오딘의 질량을 g으로 나타낸 값이다. 지방산 사슬의 탄소–탄소 이중결합에 아이오딘이 첨가되므로, 같은 질량의 유지에 이중결합이 많을수록 소비되는 아이오딘의 양이 많아진다. 따라서 아이오딘값은 유지의 **불포화 정도**를 나타내는 지표이다.

산도는 유지에 들어 있는 유리 지방산의 양과 관련된 지표이다. 아이오딘값은 산성의 세기가 아니라 **이중결합과의 첨가 반응**을 이용하며, 분자량이나 불순물의 양을 직접 나타내는 값도 아니다.

NoteBase

문 2. 목재의 주요 구성 성분이 아닌 것은?

① 아마(flax)

② 리그닌(lignin)

③ 셀룰로오스(cellulose)

④ 헤미셀룰로오스(hemicellulose)

정답 1번

간단한 해설

아마(flax)는 **섬유를 얻는 식물**로, 목재를 이루는 화학 성분의 명칭이 아니다. 목재의 주요 구성 성분은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌이다.

선지별 해설

① X: 아마(flax)는 줄기에서 섬유를 얻는 **식물의 이름**이다. 아마 섬유에도 셀룰로오스가 들어 있지만, 아마 자체를 목재의 주요 화학 성분으로 분류하지는 않는다. 목재의 주요 구성 성분은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌이다.

② O: 리그닌은 방향족 구조를 가진 고분자로, 목재 세포벽의 주요 성분이다. 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스 사이를 채우고 세포들을 결합하여 목재에 **단단함과 압축에 견디는 성질**을 부여한다.

③ O: 셀룰로오스는 포도당 단위가 길게 연결된 직선형 다당류이다. 여러 분자 사슬이 모여 미세섬유를 이루며, 목재 세포벽의 **기본 골격**을 형성하고 잡아당기는 힘에 견디게 한다.

④ O: 헤미셀룰로오스는 자일로스, 만노스 등 여러 종류의 당을 구성 단위로 하는 다당류군이다. 목재 세포벽에서 **셀룰로오스 미세섬유와 리그닌을 연결**하는 역할을 하므로 목재의 주요 구성 성분에 해당한다.

NoteBase

문 3. 화학 구조식에 카보닐기를 가지지 않는 고분자는?

① 폴리우레탄(polyurethane)

② 폴리비닐알코올(poly(vinyl alcohol))

③ 폴리아세트산비닐(poly(vinyl acetate))

④ 폴리에틸렌테레프탈레이트(poly(ethylene terephthalate))

정답 2번

간단한 해설

폴리비닐알코올의 기본 반복단위 –CH_2–CH(OH)–에는 하이드록실기 –OH가 있지만 **카보닐기 C=O는 없다**. 나머지 고분자는 우레탄 결합이나 에스터기에 C=O를 포함한다.

선지별 해설

카보닐기는 탄소와 산소가 이중 결합한 C=O 부분이다. 산소의 존재만으로 판단할 수 없으며, 고분자의 기본 반복구조에서 주사슬과 곁사슬에 C=O가 있는지를 확인해야 한다.

① 폴리우레탄: 주사슬의 우레탄 결합 –NH–C(=O)–O–에 카보닐기가 있다. 이 결합에서 탄소는 질소 및 산소와 단일 결합하면서, 다른 산소와 **C=O 이중 결합**을 이룬다.

② 폴리비닐알코올: 기본 반복단위는 –CH_2–CH(OH)–이다. 탄소 주사슬에 하이드록실기 –OH가 붙어 있고, **탄소와 산소 사이에는 단일 결합만** 있으므로 카보닐기가 없다.

③ 폴리아세트산비닐: 탄소 주사슬에 아세트산 에스터기 –O–C(=O)–CH_3가 붙어 있다. 주사슬에 C=O가 없어도 **곁사슬의 에스터기에 카보닐기**가 있으므로 카보닐기를 포함한다.

④ 폴리에틸렌테레프탈레이트: 주사슬에 에스터 결합 –C(=O)–O–가 반복되는 폴리에스터이다. **주사슬의 에스터 결합**에 C=O가 있으므로 카보닐기를 포함한다.

따라서 기본 반복구조에 카보닐기가 없는 고분자는 ② 폴리비닐알코올이다.

NoteBase

문 4. 반응열의 제거가 가장 어려운 라디칼 중합 공정은?

① 괴상중합(bulk polymerization)

② 용액중합(solution polymerization)

③ 현탁중합(suspension polymerization)

④ 유화중합(emulsion polymerization)

정답 1번

간단한 해설

괴상중합은 용매나 물 같은 열전달 매체 없이 진행되어, 중합이 진행될수록 **점도가 높아지고 교반과 열전달이 어려워진다**. 따라서 발생한 반응열이 잘 빠져나가지 못한다.

선지별 해설

라디칼 중합에서는 반응열이 발생하므로, 열을 전달할 매체가 있는지와 점도 상승으로 교반이 얼마나 어려워지는지를 비교한다.

① 괴상중합: 단량체에 개시제를 넣고 용매나 분산매 없이 중합한다. 고분자가 생성될수록 반응계의 **점도가 크게 증가**하여 교반과 대류에 의한 열전달이 어려워진다. 열을 받아 전달할 별도의 매체도 없어 반응열 제거가 가장 어렵다.

② 용액중합: 단량체와 개시제를 용매에 녹여 중합한다. **용매가 반응계를 희석**하여 점도 상승을 완화하고 열전달을 돕기 때문에 괴상중합보다 반응열 제거가 쉽다.

③ 현탁중합: 단량체를 물속의 작은 액적으로 분산시키고 각 액적에서 중합한다. 액적 내부의 점도가 높아져도 **연속상인 물을 통해 열을 전달**할 수 있고 반응계 전체의 교반이 비교적 쉬워 괴상중합보다 냉각이 유리하다.

④ 유화중합: 유화제를 이용한 수계에서 고분자 입자를 분산 상태로 생성한다. **물이 열을 흡수하고 전달**하며 분산계의 점도가 비교적 낮게 유지되어 교반과 반응열 제거가 쉽다.

용매나 물이 열전달을 돕는 다른 공정과 비교하면, 반응계 자체의 점도가 크게 높아지는 ① 괴상중합에서 반응열 제거가 가장 어렵다.

NoteBase

문 5. 에틸렌의 첨가반응(addition reaction)으로 얻을 수 있는 화합물이 아닌 것은?

① 염화에틸(CH_3CH_2Cl)
② 염화비닐($CH_2=CHCl$)
③ 에틸알코올(CH_3CH_2OH)
④ 1,2-다이브로모에테인(CH_2BrCH_2Br)

정답 2번

간단한 해설

에틸렌에 HCl이 첨가되면 이중결합이 단일결합으로 바뀌어 **염화에틸(CH_3CH_2Cl)**이 생성된다. 이중결합을 그대로 가진 **염화비닐($CH_2=CHCl$)**은 에틸렌의 단순 첨가반응 생성물이 아니다.

선지별 해설

에틸렌($CH_2=CH_2$)의 첨가반응은 C=C의 π 결합이 끊어지면서 두 탄소에 원자나 원자단이 새로 결합하는 반응이다. 따라서 이중결합은 단일결합으로 바뀐다.

① O: 에틸렌에 **염화수소(HCl)**가 첨가되면 한 탄소에는 H가, 다른 탄소에는 Cl이 결합하여 염화에틸이 생성된다. 반응식은 $CH_2=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2Cl$이다.

② X: 염화비닐($CH_2=CHCl$)은 **탄소 사이의 이중결합이 남아 있는** 화합물이다. 에틸렌에 HCl을 첨가하여 얻는 물질은 염화비닐이 아니라 염화에틸(CH_3CH_2Cl)이다. 염화비닐은 아세틸렌($CH\equiv CH$)에 HCl을 첨가하여 얻을 수 있다.

③ O: 에틸렌에 **물(H_2O)**을 첨가하는 수화반응으로 에틸알코올이 생성된다. 산 촉매하에서 한 탄소에는 H가, 다른 탄소에는 OH가 결합하며, 반응식은 $CH_2=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2OH$이다.

④ O: 에틸렌에 **브로민(Br_2)**이 첨가되면 두 탄소에 Br이 하나씩 결합하여 1,2-다이브로모에테인이 생성된다. 반응식은 $CH_2=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2BrCH_2Br$이다.

NoteBase

문 6. 포화 지방산을 녹는점이 낮은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) 카프릴산($C_8H_{16}O_2$)
(나) 라우르산($C_{12}H_{24}O_2$)
(다) 팔미트산($C_{16}H_{32}O_2$)
(라) 스테아르산($C_{18}H_{36}O_2$)

① (가) - (나) - (다) - (라)
② (가) - (나) - (라) - (다)
③ (다) - (라) - (나) - (가)
④ (라) - (다) - (나) - (가)

정답 1번

간단한 해설

제시된 지방산은 모두 탄소 수가 짝수인 곧은 사슬의 포화 지방산으로, **탄소 사슬이 길수록 녹는점이 높다**. 사슬이 길어지면 분자 사이의 분산력이 커져 고체의 규칙적인 배열을 흐트러뜨리는 데 더 많은 에너지가 필요하기 때문이다.

올바른 순서

(가) → (나) → (다) → (라)

(가) 카프릴산: 네 물질은 모두 같은 카복실기를 가진 포화 지방산이므로 탄소 사슬의 길이를 비교한다. 사슬이 길수록 분자 사이의 분산력이 커져 녹는점이 높아진다. 카프릴산은 탄소 수가 8개로 **사슬이 가장 짧아** 녹는점이 가장 낮다.

(나) 라우르산: 탄소 수가 12개로 카프릴산보다 사슬이 길다. 분자 사이의 분산력이 더 커서 카프릴산보다 높은 온도에서 녹는다.

(다) 팔미트산: 탄소 수가 16개로 라우르산보다 사슬이 길어 녹는점이 더 높다. 다만 탄소 수가 18개인 스테아르산보다는 사슬이 짧으므로 **라우르산과 스테아르산 사이**에 놓인다.

(라) 스테아르산: 탄소 수가 18개로 네 물질 중 사슬이 가장 길다. 분자 사이의 분산력이 가장 커서 녹는점이 가장 높다.

NoteBase

문 7. 수평균분자량($\overline{M_n}$)이 10,000 g mol^{-1}이고, 중량평균분자량($\overline{M_w}$)이 20,000 g mol^{-1}인 고분자의 분산도(polydispersity index)는?

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 4번

간단한 해설

분산도는 **중량평균분자량을 수평균분자량으로 나눈 비**이다. 주어진 두 분자량의 비는 2.0이며, 같은 단위끼리 나누므로 단위가 없다.

계산 과정

분산도(PDI)는 고분자의 분자량 분포를 나타내는 지표로, 중량평균분자량 $\overline{M_w}$을 수평균분자량 $\overline{M_n}$으로 나눈 값이다. 따라서 **분모에 수평균분자량**을 놓아 PDI $= \frac{\overline{M_w}}{\overline{M_n}}$를 적용한다.

주어진 값은 $\overline{M_n}$ = 10,000 g/mol, $\overline{M_w}$ = 20,000 g/mol이다. 두 값의 단위가 같으므로 별도의 단위 변환 없이 대입하면 PDI $= \frac{20{,}000}{10{,}000} = 2.0$이다. 이 비는 중량평균분자량이 수평균분자량의 2배임을 뜻하며, 단위는 약분되어 사라진다.

따라서 분산도는 단위가 없는 2.0이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 치환기가 있는 벤젠 고리 화합물(C_6H_5Y)이 친전자성 방향족 치환반응을 할 때, 치환기(-Y)가 반응성과 지향성에 미치는 영향을 바르게 연결한 것은?

① 치환기: 메틸기(-CH_3), 반응성: 활성화, 지향성: 오쏘, 파라

② 치환기: 할로젠기(-X), 반응성: 비활성화, 지향성: 메타

③ 치환기: 나이트로기(-NO_2), 반응성: 비활성화, 지향성: 오쏘, 파라

④ 치환기: 하이드록시기(-OH), 반응성: 활성화, 지향성: 메타

정답 1번

간단한 해설

메틸기는 벤젠 고리에 전자를 주어 친전자성 방향족 치환반응을 **활성화**한다. 오쏘·파라 위치로 반응할 때 생기는 양이온 중간체가 더 안정하므로 **오쏘·파라 지향성**을 나타낸다.

선지별 해설

활성화와 비활성화는 같은 조건에서 벤젠보다 친전자성 방향족 치환반응이 각각 빠르거나 느리다는 뜻이다. 지향성은 기존 치환기를 기준으로 새 치환기가 주로 들어가는 위치를 말한다. 기존 치환기가 붙은 탄소를 1번으로 하면 오쏘는 2·6번, 메타는 3·5번, 파라는 4번이다.

① O: 메틸기는 유도 효과와 초공액으로 고리에 전자를 주어, 친전자체가 결합하면서 생기는 양이온 중간체를 안정화한다. 따라서 벤젠보다 반응성이 커지는 활성화기이다. 특히 오쏘·파라 반응의 중간체는 메틸기가 붙은 탄소에 양전하가 놓이는 공명 구조를 가지므로 메틸기의 전자 주개 효과로 더 안정해진다. 이에 따라 **활성화, 오쏘·파라 지향성**의 연결이 성립한다.

② X: 할로젠기는 전기음성도가 커서 유도 효과로 고리의 전자를 끌어당기므로 비활성화기이다. 그러나 비공유 전자쌍을 공명으로 제공하여 오쏘·파라 반응의 양이온 중간체를 상대적으로 안정화하므로 지향성은 **메타가 아니라 오쏘·파라**이다. 전체 반응성에서는 전자를 끌어당기는 유도 효과가 우세하므로, 비활성화와 오쏘·파라 지향성이 함께 나타난다.

③ X: 나이트로기는 유도 효과와 공명 효과로 고리에서 전자를 끌어당겨 반응성을 낮추므로 비활성화기이다. 오쏘·파라 반응에서는 나이트로기가 붙은 탄소에 양전하가 놓이는 불리한 공명 구조가 생겨 중간체가 더욱 불안정해진다. 이를 피하는 메타 반응이 상대적으로 유리하므로 **비활성화, 메타 지향성**으로 고쳐야 한다.

④ X: 하이드록시기는 산소의 비공유 전자쌍을 고리에 제공하는 공명 효과가 전자를 끌어당기는 유도 효과보다 커서 활성화기이다. 이 전자 제공으로 오쏘·파라 반응의 양이온 중간체가 추가로 안정화되므로 지향성은 **메타가 아니라 오쏘·파라**이다.

문 9. 산소(O_2)와의 접촉산화반응에 의해 아세트산(CH_3COOH)을 주생성물로 제조할 수 있는 것은?

① HCHO

② CH_3OH

③ CH_3CHO

④ CH_2=CH-CH_3

정답 3번

간단한 해설

아세트알데하이드(CH_3CHO)는 산소로 산화되면 **알데하이드기(-CHO)가 카복실기(-COOH)로 바뀌어** 아세트산(CH_3COOH)이 된다.

핵심 풀이

아세트알데하이드의 접촉산화: CH_3CHO는 탄소가 2개인 알데하이드이다. 촉매를 이용하여 산소와 반응시키면 **탄소 골격을 유지하면서 -CHO가 -COOH로 산화**되어 아세트산을 주생성물로 얻을 수 있다. 전체 반응식은 $2CH_3CHO + O_2 \rightarrow 2CH_3COOH$이다.

메탄올과의 구분: CH_3OH도 아세트산 제조의 원료로 쓰이지만, 이때의 대표적인 반응은 **일산화탄소(CO)를 반응시키는 카보닐화**이다. 반응식은 $CH_3OH + CO \rightarrow CH_3COOH$이며, 문제에서 제시한 산소와의 접촉산화와는 구별된다.

NoteBase

문 10. 다음 중 4-isopropyloctane의 구조 이성질체(constitutional isomer)로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. isobutylcyclohexane
ㄴ. 4-ethyl-2-methyloctane
ㄷ. 4-ethyl-2,2-dimethylheptane
ㄹ. 3-ethyl-2,4,5-trimethyloctane

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

4-isopropyloctane은 탄소가 8 + 3 = 11개인 사슬형 알케인으로, 분자식은 $C_{11}H_{24}$이다. 구조 이성질체는 **분자식은 같고 원자의 연결 관계는 달라야** 한다.

NoteBase

보기별 해설

구조 이성질체는 분자식이 같지만 원자의 연결 관계가 다른 화합물이다. 4-isopropyloctane은 octane의 탄소 8개에 isopropyl기의 탄소 3개가 더해져 총 11개이다. 고리와 다중결합이 없는 알케인의 일반식은 C_nH_{2n+2}이므로, 이 물질의 분자식은 $C_{11}H_{24}$이다.

ㄱ. X: isobutylcyclohexane은 cyclohexane 고리의 탄소 6개와 isobutyl기의 탄소 4개를 합쳐 탄소가 10개이다. 고리가 하나인 포화 탄화수소이므로 분자식은 $C_{10}H_{20}$이다. 기준 물질과 **분자식이 다르므로** 구조 이성질체가 아니다.

ㄴ. O: 4-ethyl-2-methyloctane은 octane의 탄소 8개, ethyl기의 탄소 2개, methyl기의 탄소 1개를 합쳐 8 + 2 + 1 = 11개이다. 사슬형 알케인이므로 분자식은 $C_{11}H_{24}$로 같다. 기준 물질에서는 다른 탄소 3개와 결합한 두 분지 탄소가 서로 직접 연결되지만, ㄴ에서는 모체 사슬의 2번과 4번 분지 탄소 사이에 3번 탄소가 있다. 따라서 **탄소의 연결 관계가 달라** 구조 이성질체이다.

ㄷ. O: 4-ethyl-2,2-dimethylheptane은 heptane의 탄소 7개, ethyl기의 탄소 2개, 두 methyl기의 탄소 2개를 합쳐 7 + 2 + 2 = 11개이다. 사슬형 알케인이므로 분자식은 $C_{11}H_{24}$로 같다. 2번 탄소는 모체 사슬의 양옆 탄소와 두 methyl기의 탄소에 결합하여 **다른 탄소 4개와 결합한 4차 탄소**이다. 기준 물질에는 4차 탄소가 없으므로 연결 관계가 달라 구조 이성질체이다.

ㄹ. X: 3-ethyl-2,4,5-trimethyloctane은 octane의 탄소 8개, ethyl기의 탄소 2개, 세 methyl기의 탄소 3개를 합쳐 8 + 2 + 3 = 13개이다. 사슬형 알케인이므로 분자식은 $C_{13}H_{28}$이다. 기준 물질보다 **탄소가 2개 많아 분자식이 다르므로** 구조 이성질체가 아니다.

구조 이성질체에 해당하는 보기는 ㄴ과 ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 11. 다음 콜타르(coal tar) 조성 중 상압 끓는점이 가장 낮은 물질은?

① 경유

② 중유

③ 안트라센유

④ 중피치(피치잔류유)

정답 1번

간단한 해설

콜타르의 경유는 벤젠·톨루엔·자일렌 등 끓는점이 낮은 성분을 포함하여 **증류 초기에 분리되는 유분**이다. 중유와 안트라센유는 그보다 높은 온도에서 유출되고, 피치는 증류 후 남는 중질 잔류물이다.

선지별 해설

콜타르는 여러 성분의 혼합물이며, 분별증류에서는 끓는점 차이를 이용해 유분을 나눈다. 각 유분은 순물질처럼 하나의 고정된 끓는점보다 일정한 끓는 범위를 가지므로, 같은 상압 조건에서 먼저 유출되는 유분을 찾는다.

① 경유: 콜타르를 증류할 때 **낮은 온도에서 먼저 유출되는 경질유**이다. 벤젠·톨루엔·자일렌 같은 저비점 방향족 성분을 포함하므로, 제시된 유분 중 상압 끓는 범위가 가장 낮다.

② 중유: 경유보다 높은 온도에서 유출되는 유분이다. 콜타르의 분별증류에서 **경유 이후, 안트라센유 이전**에 분리되므로 최저 끓는점의 유분에 해당하지 않는다.

③ 안트라센유: 안트라센 등의 다환 방향족 성분을 포함하는 **고비점 유분**이다. 경유와 중유를 분리한 뒤 더 높은 온도에서 얻으므로 경유보다 끓는 범위가 높다.

④ 중피치(피치잔류유): 콜타르에서 유출유를 분리한 뒤 **증류기에 남는 중질 잔류물**이다. 휘발성이 낮은 무거운 성분이 모여 있으므로 낮은 온도에서 먼저 유출되는 경유와 구별된다.

제시된 조성은 경유 → 중유 → 안트라센유 순으로 높은 온도에서 유출되고, 피치가 잔류한다. 따라서 상압 끓는점이 가장 낮은 것은 ①의 경유이다.

NoteBase

문 12. 고옥탄가 가솔린을 생산하기 위한 공정은?

① 몬산토 공정(Monsanto process)

② 접촉 개질(catalytic reforming)

③ 스위트닝(sweetening)

④ 피셔-트롭쉬(Fischer-Tropsch)

정답 2번

간단한 해설

접촉 개질은 저옥탄가 나프타의 탄화수소 구조를 바꾸어 **옥탄가가 높은 방향족·가지 사슬 탄화수소**를 만드는 공정이다.

개념 구분

접촉 개질: 옥탄가는 가솔린이 노킹에 견디는 정도를 나타낸다. 접촉 개질은 촉매를 이용하여 저옥탄가 나프타를 고옥탄가 가솔린의 혼합 원료로 전환한다. 나프텐의 탈수소 반응과 파라핀의 탈수소 고리화 반응으로 방향족 탄화수소를 만들고, 직쇄 파라핀의 이성질화로 가지 사슬 탄화수소를 만든다. 이러한 **분자 구조의 변화로 옥탄가를 높인다**는 점이 핵심이다.

몬산토 공정: 메탄올과 일산화탄소를 반응시키는 카보닐화로 **아세트산을 제조**하는 공정이다. 생산 대상이 가솔린이 아니다.

스위트닝: 석유 제품에 들어 있는 메르캅탄을 산화하여 이황화물로 전환하는 등의 처리를 통해 악취와 부식성을 줄이는 정제 공정이다. 목적은 **황화합물의 처리**이며, 탄화수소 구조를 바꾸어 옥탄가를 높이는 접촉 개질과 구별된다.

피셔-트롭쉬 공정: 일산화탄소와 수소로 이루어진 **합성가스에서 탄화수소를 합성**한다. 액체 연료를 만들 수 있지만, 나프타의 구조를 개질하여 고옥탄가 성분을 얻는 공정과는 원료와 반응 목적이 다르다.

NoteBase

문 13. 다음 비료 중 물에 용해되었을 때, pH가 가장 작은 것은?

① 황안

② 염안

③ 석회질소

④ 과린산석회

정답 4번

간단한 해설

과린산석회는 산성 인산염인 **인산이수소칼슘**을 함유하고, 제조 후 남은 유리 인산도 산성을 높인다. 따라서 물에 녹였을 때 암모늄염 비료보다 산성이 강해 pH가 더 작다.

선지별 해설

pH가 작을수록 수용액의 산성이 강하다. 이 문항에서는 비료를 물에 녹였을 때의 산·염기성을 기준으로 비교한다.

① 황안: 황산암모늄인 $(NH_4)_2SO_4$이다. 물에 녹으면 암모늄 이온이 물과 반응하여 하이드로늄 이온을 생성하므로 **약산성**을 나타낸다. 다만 일반적인 비료 수용액의 산성은 과린산석회보다 약하다.

② 염안: 염화암모늄인 NH_4Cl이다. 염화 이온은 물의 산·염기성에 거의 영향을 주지 않고, **암모늄 이온의 가수분해**로 수용액이 약산성을 띤다. 황안과 마찬가지로 과린산석회보다 pH가 높다.

③ 석회질소: 주성분은 칼슘시안아미드인 $CaCN_2$이다. 물과 반응하면 수산화칼슘이 생성되어 **알칼리성**을 나타내므로 pH가 가장 작은 비료에 해당하지 않는다.

④ 과린산석회: 인광석을 황산으로 처리하여 만드는 비료로, 인산이수소칼슘과 황산칼슘을 함유한다. 인산이수소칼슘의 산성에 더해 **남아 있는 유리 인산**도 수용액의 pH를 낮춘다. 따라서 암모늄염인 황안·염안보다 강한 산성을 나타낸다.

네 비료의 수용액을 비교하면 황안·염안은 약산성, 석회질소는 알칼리성이며, 과린산석회가 가장 강한 산성을 나타내므로 pH가 가장 작은 것은 ④ 과린산석회이다.

NoteBase

문 14. 철의 부식에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 산성 조건에서는 철의 부식이 일어나지 않는다.
ㄴ. 아연(Zn)을 철의 표면에 도금하면 부식을 막을 수 있다.
ㄷ. 수분과 산소가 있는 환경에서 철이 부식되면 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$가 생성된다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

아연은 철보다 **먼저 산화**되어 철을 보호한다. 수분과 산소가 있는 환경에서 생기는 철의 녹은 **수화된 산화 철(III)**인 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$로 나타낸다.

보기별 해설

ㄱ. X: 철의 부식은 철이 전자를 잃고 산화되는 현상이다. **산성 조건에서도 부식이 일어날 수 있다.** 예를 들어 묽은 염산에서는 철이 산화되어 철(II) 이온으로 녹아 나오고, 수소 이온은 전자를 받아 수소 기체가 된다. 따라서 '산성 조건에서는 부식이 일어나지 않는다'는 설명은 틀리다.

ㄴ. O: 아연 도금층은 철이 수분과 산소에 직접 닿는 것을 막는다. 또한 아연은 철보다 산화되기 쉬우므로, 도금층에 흠집이 생겨 철이 일부 드러나도 철과 전기적으로 연결된 아연이 **희생 양극으로 먼저 산화**되어 철의 부식을 억제한다.

ㄷ. O: 수분과 산소가 함께 있으면 철이 산화되고 산소가 환원되는 전기화학 반응이 진행된다. 이 과정에서 생긴 철 이온은 수산화물 형성 및 추가 산화 등을 거쳐 녹을 형성한다. 철의 녹은 **수화된 산화 철(III)**으로, 일반적으로 $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$로 나타낸다.

옳은 보기는 ㄴ과 ㄷ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 15. p–n접합 다이오드에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. p쪽에 (+)전압을, n쪽에 (–)전압을 걸어주면 전류가 흐른다.
ㄴ. p쪽에 (–)전압을, n쪽에 (+)전압을 걸어주면 n쪽의 전자는 주로 p쪽으로 이동한다.
ㄷ. p–n접합 다이오드에 교류를 걸어주면 p쪽이 (+)전압, n쪽이 (–)전압이 될 때, 전류가 흐른다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

p쪽이 (+), n쪽이 (–)인 **순방향 바이어스**에서는 접합부의 전위 장벽이 낮아져 전류가 흐른다. 반대로 전압을 걸면 n쪽의 다수 운반자인 전자는 **접합부에서 멀어지므로**, 주로 p쪽으로 이동한다는 설명은 성립하지 않는다.

보기별 해설

ㄱ. O: p쪽에 (+), n쪽에 (–)전압을 거는 것은 순방향 바이어스이다. 외부 전압이 접합부의 내장 전기장을 약화시켜 **전위 장벽이 낮아지고 공핍층이 좁아진다**. 이에 따라 n쪽의 전자는 p쪽으로, p쪽의 정공은 n쪽으로 접합을 넘어 이동한다. 전자의 이동 방향과 반대로 정의되는 관습적인 전류의 방향은 p쪽에서 n쪽이다.

ㄴ. X: p쪽에 (–), n쪽에 (+)전압을 거는 것은 역방향 바이어스이다. n쪽의 전자는 (+)전극 쪽으로 끌려가 **접합부에서 멀어진다**. p쪽의 정공도 접합부에서 멀어지므로 공핍층이 넓어지고 전위 장벽이 높아져 다수 운반자가 접합을 건너기 어려워진다. 따라서 'n쪽의 전자는 주로 p쪽으로 이동한다'는 설명을 'n쪽의 전자는 주로 접합부에서 멀어지는 방향으로 이동한다'로 고쳐야 한다. 역방향 항복이 일어나기 전에는 소수 운반자에 의한 작은 누설전류만 흐른다.

ㄷ. O: 교류 전압은 극성이 번갈아 바뀐다. p쪽이 (+), n쪽이 (–)인 반주기에는 순방향 바이어스가 걸려 전류가 흐른다. 반대 반주기에는 역방향 바이어스가 걸려 항복 전까지 전류가 거의 차단된다. 이처럼 **한쪽 극성의 반주기에 주로 전류를 통과시키는 성질**이 다이오드의 정류 작용이다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ이므로 ③의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 16. 효소의 화학적 고정화 방법으로 옳지 않은 것은?

① 공유결합법

② 이온결합법

③ 가교형성법

④ 격자포괄법

정답 4번

간단한 해설

격자포괄법은 효소를 고분자 겔의 그물 구조 안에 가두는 **물리적 고정화** 방법이다. 효소를 담체에 직접 결합시키는 것이 아니라 **공간적으로 가두어** 이동을 제한한다.

선지별 해설

효소 고정화는 효소의 촉매 기능을 유지하면서 특정 담체나 공간에 붙잡아 두는 것이다. 이 문항에서는 결합을 이용하는 방법과 겔 내부에 효소를 가두는 방법을 구별한다.

① O: 공유결합법은 효소의 작용기와 담체의 작용기 사이에 **공유결합을 형성**하여 효소를 고정한다. 효소가 담체에 화학적으로 연결되므로 화학적 고정화에 해당한다.

② O: 이온결합법은 효소 표면의 전하를 띤 작용기와 반대 전하를 가진 담체 사이의 **정전기적 인력**을 이용해 효소를 고정한다. 이 문항의 분류에서는 이온결합을 이용하는 방법도 화학적 고정화에 포함한다.

③ O: 가교형성법은 가교제를 이용하여 **효소 분자들 사이에 공유결합**을 만들어 서로 연결한다. 효소 분자들이 화학적으로 연결된 구조를 이루어 이동이 제한되므로 화학적 고정화에 해당한다.

④ X: 격자포괄법은 효소를 고분자 겔의 그물 구조 내부에 가두는 **물리적 고정화** 방법이다. 효소와 겔 사이에 직접 화학결합을 형성하는 것이 아니라, 겔의 망상 구조가 효소의 이동을 제한한다. 따라서 화학적 고정화가 아니라 물리적 포괄에 의한 고정화로 분류해야 한다.

NoteBase

문 17. 다음 리튬 전지 중 2차전지가 아닌 것은?

① LFP(리튬인산철) 배터리

② LCO(리튬산화코발트) 배터리

③ NCM(니켈코발트망간) 배터리

④ LTC(리튬염화싸이오닐) 배터리

정답 4번

간단한 해설

LTC(리튬염화싸이오닐)는 방전 후 충전하여 재사용할 수 없는 **1차전지**이다. 리튬과 염화싸이오닐을 소모하는 방전 반응을 일반적인 충전으로 되돌려 반복 사용하도록 설계된 전지가 아니다.

선지별 해설

2차전지는 충전으로 전극 반응을 되돌려 반복 사용할 수 있는 전지이다. 리튬이 들어 있다는 사실만으로 2차전지가 되는 것은 아니며, 각 전지의 충전 가능 여부를 구분해야 한다. 아래 O/X는 각 전지가 2차전지에 해당하는지에 대한 판단이다.

① O: LFP는 **리튬인산철을 양극 활물질로 사용하는** 리튬이온 2차전지이다. 충전할 때 리튬이온이 양극에서 빠져나와 음극으로 이동하고, 방전할 때 다시 양극으로 돌아가는 반응을 반복할 수 있다.

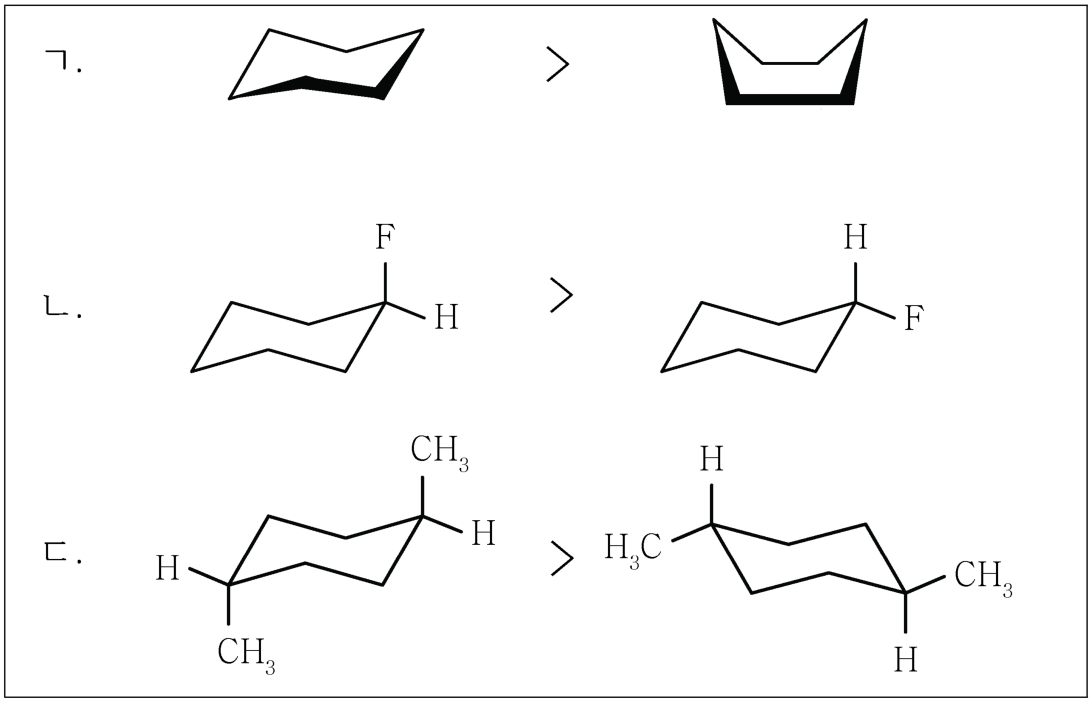
② O: LCO는 **리튬코발트산화물을 양극 활물질로 사용하는** 리튬이온 2차전지이다. 충전과 방전 과정에서 리튬이온이 양극 물질에 드나드는 반응을 가역적으로 이용하므로 충전하여 재사용할 수 있다.

③ O: NCM은 **니켈·코발트·망간을 포함하는 리튬 복합산화물**을 양극 활물질로 사용하는 리튬이온 2차전지이다. 양극에서 리튬이온의 탈리와 삽입이 반복되므로 충전과 방전이 가능하다.

④ X: LTC는 금속 리튬을 음극 활물질로, 염화싸이오닐을 액체 양극 활물질로 사용하는 **1차전지**이다. 방전할 때 리튬과 염화싸이오닐이 소모되며, 이 반응을 충전으로 되돌려 반복 사용하도록 설계되지 않았다. 따라서 LTC를 2차전지로 분류할 수 없다.

NoteBase

문 18. 동일한 분자식을 가지는 사이클로알케인(cycloalkane) 간 안정성 비교로 옳은 것만을 모두 고르면?



① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

사이클로헥세인은 비틀림 변형과 입체 반발이 작은 **의자형**이 배형보다 안정하다. 치환된 의자형에서는 F나 메틸기가 **적도 방향**에 있을 때 1,3-이축 상호작용이 줄어 더 안정하다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 왼쪽은 의자형, 오른쪽은 배형 사이클로헥세인이다. 의자형은 이웃한 탄소의 결합들이 엇갈려 있어 비틀림 변형이 거의 없다. 배형은 일부 결합이 겹쳐 비틀림 변형이 생기고, 양 끝에서 서로 가까워진 수소 사이에 입체 반발도 생긴다. 따라서 **의자형이 배형보다 안정하다**.

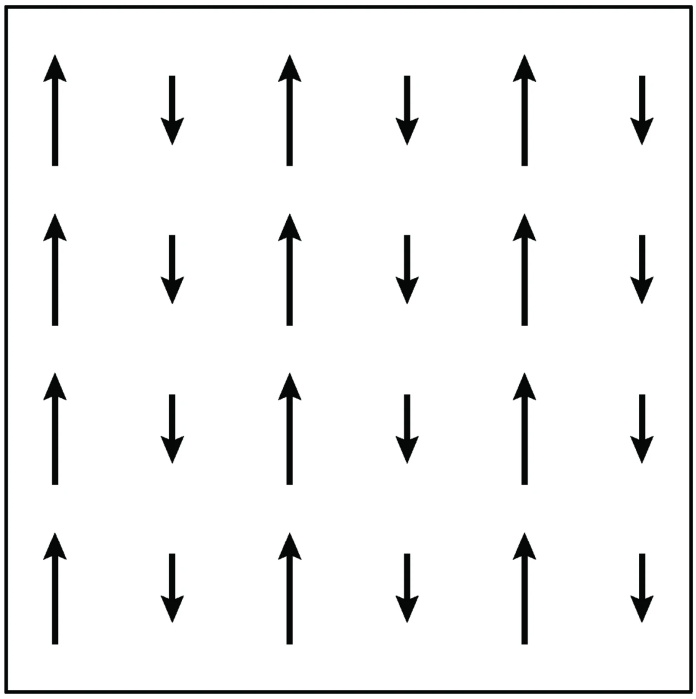
ㄴ. X: 왼쪽의 F는 고리 축과 나란한 축 방향에 있고, 오른쪽의 F는 고리 바깥쪽으로 뻗는 적도 방향에 있다. 축 방향의 F가 붙은 탄소를 1번으로 잡으면, F는 같은 쪽에 있는 3번·5번 탄소의 축 방향 수소와 가까워져 1,3-이축 상호작용을 일으킨다. 이 입체 반발을 줄일 수 있는 **적도 방향 F 구조가 더 안정하다**. 따라서 안정성은 왼쪽 < 오른쪽으로 고쳐야 한다.

ㄷ. X: 두 그림은 트랜스-1,4-다이메틸사이클로헥세인의 의자형 구조이다. 왼쪽은 두 메틸기가 모두 축 방향이고, 오른쪽은 두 메틸기가 모두 적도 방향이다. 축 방향 메틸기는 각각 같은 쪽의 축 방향 수소들과 1,3-이축 상호작용을 하므로 입체 반발이 커진다. **두 메틸기가 모두 적도 방향인 오른쪽 구조가 더 안정하다**. 따라서 안정성은 왼쪽 < 오른쪽으로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㄱ만이므로, 이에 해당하는 선택지는 ①이다.

NoteBase

문 19. 외부 자기장이 없는 상태에서 그림과 같은 스핀 배열을 가지는 자성체의 자기적 특성은?



① 강자성(ferromagnetic)

② 준강자성(ferrimagnetic)

③ 상자기성(paramagnetic)

④ 반강자성(antiferromagnetic)

정답 2번

간단한 해설

위쪽과 아래쪽 화살표가 반평행으로 배열되어 있지만, 위쪽 화살표가 더 길어 자기모멘트가 완전히 상쇄되지 않는다. 이처럼 **반평행 배열에서 순자화가 남는** 그림은 준강자성을 나타낸다.

NoteBase

도식 해설

그림에서 화살표의 방향은 자기모멘트의 방향을, 길이는 그 크기를 나타낸다. 위쪽과 아래쪽 화살표의 수는 같지만 위쪽 화살표가 더 길다. 따라서 두 방향의 자기모멘트를 합하면 완전히 상쇄되지 않고 위쪽 방향의 순자화가 나타난다.

① 강자성: 같은 자구 안에서 자기모멘트들이 **같은 방향으로 평행하게 정렬**된다. 그림처럼 반대 방향의 화살표가 번갈아 나타나는 배열과 다르다.

② 준강자성: 서로 반대 방향으로 정렬된 자기모멘트들의 합이 방향별로 달라 **불완전하게 상쇄**된다. 그림에서는 위쪽 자기모멘트의 합이 더 크므로 외부 자기장이 없어도 제시된 배열에 순자화가 존재한다.

③ 상자기성: 외부 자기장이 없으면 자기모멘트의 방향이 무질서하여 평균적인 순자화가 0이다. 그림처럼 규칙적인 반평행 정렬이 유지되는 상태와 다르다.

④ 반강자성: 자기모멘트가 반평행으로 정렬되고, 서로 반대 방향의 자기모멘트 합이 같아 **완전히 상쇄**된다. 그림은 두 방향의 화살표 길이가 달라 이러한 상쇄가 이루어지지 않는다.

따라서 그림의 반평행 배열과 남는 순자화에 해당하는 것은 ② 준강자성이다.

NoteBase

문 20. 다음에서 설명하는 박막형성 공정은?

◯ 단차 피복성이 매우 우수하다.
◯ 박막 밀도가 높고, 성장 제어가 가능하다.
◯ 전구체가 순차적으로 공급되어 표면 반응을 통해 박막이 성장한다.

① 스퍼터링(sputtering)
② 진공기화(vacuum evaporation)
③ 원자층 증착(atomic layer deposition)
④ 분자빔 결정성장(molecular beam epitaxy)

정답 3번

간단한 해설

전구체를 **순차적으로 공급하여 표면 반응으로 박막을 성장**시키는 것은 원자층 증착의 특징이다. 표면 반응이 포화되면 멈추는 성질을 이용하므로 박막 두께를 정밀하게 제어할 수 있다.

공통 해설

원자층 증착(ALD)은 서로 다른 기체 전구체를 차례로 공급하여 기판 표면에서 자기제한적 반응을 반복시키는 박막 형성 공정이다. **자기제한적 반응**이란 한 전구체와 반응할 수 있는 표면 자리가 포화되면 그 단계의 반응이 멈추는 것을 뜻한다. 남은 전구체와 부산물을 제거한 뒤 다음 전구체를 공급하고, 이러한 주기를 반복하여 박막을 성장시킨다.

한 주기에서 성장하는 양이 제한되므로 반복 횟수로 박막 두께를 정밀하게 제어할 수 있다. 전구체가 단차의 윗면·옆면·바닥까지 충분히 도달하여 표면 반응을 마치면 각 부분에 고르게 막이 형성되므로 단차 피복성이 우수하다. 적절한 전구체와 공정 조건에서는 치밀한 박막도 얻을 수 있어, 제시된 높은 박막 밀도와 성장 제어 특성에도 부합한다.

NoteBase