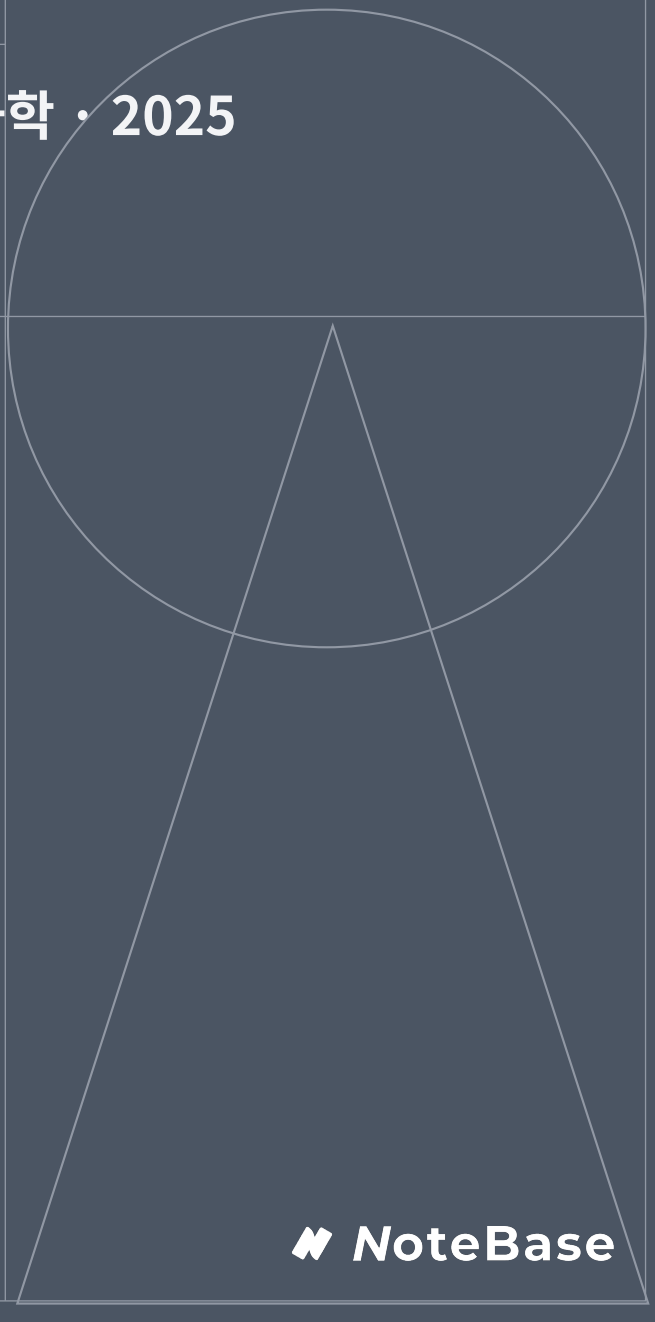
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2025

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2025

문 1. 염기성 비료에 해당하는 것은?

① 황안

② 용성인비

③ 염화칼륨

④ 중과인산석회

정답 2번

간단한 해설

용성인비는 석회·고토 성분을 함유하여 **산성 토양을 중화**하는 염기성 인산질 비료이다. 인산질 비료라도 모두 같은 반응을 나타내는 것은 아니므로, 비료의 성분과 산·염기적 성질을 구분해야 한다.

선지별 해설

① X: 황안은 황산암모늄으로, 질소를 공급하는 비료이다. 토양에서 암모늄이 질산으로 바뀌는 질산화 과정에 수소 이온이 생성되므로, 염기성 비료가 아니라 **생리적 산성비료**에 해당한다.

② O: 용성인비는 인산을 공급하면서 석회·고토 성분도 함께 공급하는 비료이다. 이 성분들이 **토양의 산성을 중화**하므로 염기성 비료로 분류한다.

③ X: 염화칼륨은 칼륨을 공급하는 비료로, 수용액의 반응을 기준으로 하면 **화학적 중성비료**이다. 작물의 양분 흡수 후 토양 반응을 기준으로 하는 전통적인 비료 분류에서는 생리적 산성비료에 해당하며, 염기성 비료로 분류하지 않는다.

④ X: 중과인산석회는 인산이수소칼슘을 주성분으로 하는 인산질 비료로, 수용액이 산성을 나타내는 **화학적 산성비료**이다. 이름에 석회가 들어 있어도 용성인비처럼 염기성을 나타내는 것은 아니며, 생리적 반응으로는 중성비료로 분류한다.

NoteBase

문 2. 단백질이 아닌 것은?

① 콜라겐(collagen)

② 글리코겐(glycogen)

③ 아밀라아제(amylase)

④ 헤모글로빈(hemoglobin)

정답 2번

간단한 해설

글리코겐은 아미노산으로 이루어진 단백질이 아니라 **포도당이 반복 결합한 다당류**이다. 동물의 간과 근육 등에 저장되는 탄수화물이다.

선지별 해설

단백질은 아미노산들이 펩타이드 결합으로 연결된 사슬을 기본으로 한다. 아래의 O/X는 각 물질이 단백질에 해당하는지를 나타낸다.

① O: 콜라겐은 아미노산 사슬로 이루어진 **섬유상 단백질**이다. 피부·힘줄 등 결합조직을 구성하여 조직을 지지한다.

② X: 글리코겐은 단백질이 아니라 **포도당을 구성 단위로 하는 다당류**이다. 포도당들이 글리코시드 결합으로 연결된 가지 구조를 이루며, 동물의 간과 근육 등에 에너지원으로 저장된다.

③ O: 아밀라아제는 녹말의 분해를 촉진하는 **단백질성 효소**이다. 아미노산 사슬이 접혀 만들어진 구조로 녹말의 글리코시드 결합을 가수분해한다.

④ O: 헤모글로빈은 적혈구에 들어 있는 **산소 운반 단백질**이다. 아미노산 사슬로 이루어진 글로빈과 철을 포함하는 헴이 결합한 복합단백질이다.

NoteBase

문 3. 자동차 타이어용 고무의 내마모성과 인장강도 증가를 위해 주로 사용되는 탄소 재료는?

① 흑연

② 활성탄

③ 카본 블랙

④ 다이아몬드

정답 3번

간단한 해설

카본 블랙은 타이어용 고무에 넣는 **보강 충전제**로, 고무의 내마모성과 인장강도를 높인다. 단순히 검은색을 내는 재료가 아니라 고무의 기계적 성질을 개선하는 재료이다.

핵심 풀이

카본 블랙: 미세한 탄소 입자로 이루어진 보강 충전제이다. 고무 속에 잘 분산된 입자가 고무 분자 사슬과 상호작용하여 외부 힘에 대한 저항을 높인다. 이에 따라 **마찰로 닳는 것을 견디는 내마모성**과 잡아당기는 힘을 견디는 인장강도가 향상되므로, 자동차 타이어용 고무의 보강에 주로 사용된다.

활성탄과의 구분: 활성탄은 발달한 미세 기공을 이용해 물질을 **흡착**하는 용도로 주로 사용된다. 탄소 재료의 표면이 발달해 있다는 공통점만으로 같은 용도라고 볼 수 없으며, 이 문제의 단서는 흡착이 아니라 고무의 보강이다.

흑연·다이아몬드와의 구분: 흑연의 윤활성이나 다이아몬드 자체의 높은 경도는 고무의 보강 효과와 구별해야 한다. 재료 자체가 단단한지를 묻는 것이 아니라, 고무에 배합하여 내마모성과 인장강도를 높이는 대표적인 탄소 재료를 묻고 있다.

NoteBase

문 4. 유지의 산가(acid value)와 비누화가(saponification value)의 측정에 공통적으로 사용되는 것은?

① I_2
② HCl
③ KOH
④ H_2SO_4

정답 3번

간단한 해설

산가 측정에서는 유리지방산을 중화하고, 비누화가 측정에서는 유지의 에스터를 비누화하는 데 **수산화칼륨(KOH)**을 공통으로 사용한다.

핵심 풀이

산가: 유지 1 g에 들어 있는 **유리지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 질량(mg)**이다. 시료를 용매에 녹인 뒤 KOH 표준용액으로 적정하여 유리지방산이 소비한 KOH의 양을 구한다.

비누화가: 유지 1 g의 에스터를 비누화하고 유리지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 질량(mg)이다. 시료에 과량의 알코올성 KOH 용액을 넣고 가열하여 반응시킨 다음, **남은 KOH를 HCl 표준용액으로 역적정**한다. 시료 없이 같은 과정을 거친 공시험과 비교하면 유지가 소비한 KOH의 양을 구할 수 있다.

공통 시약의 구분: KOH는 산가 측정의 중화 반응과 비누화가 측정의 비누화·중화 반응에 모두 쓰인다. HCl은 비누화가 측정에서 남은 KOH를 정량하는 시약이므로, 두 측정에 공통으로 쓰이는 시약과 구별해야 한다.

NoteBase

문 5. 산화-환원 반응으로 옳은 것은?

① $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$

② $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$

③ $HNO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + H_2O(l)$

④ $Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$

정답 1번

간단한 해설

나트륨이 전자를 잃고 염소가 그 전자를 받아 **산화와 환원이 동시에** 일어난다. 나트륨의 산화수는 0에서 +1로 증가하고, 염소의 산화수는 0에서 −1로 감소한다.

선지별 해설

산화·환원 반응은 반응 전후에 원소의 산화수가 변하는 반응이다. 산화수가 증가하면 산화, 감소하면 환원이며, 두 과정은 동시에 일어난다. 단체 상태의 원소는 산화수가 0이다.

① O: 단체인 나트륨과 염소의 산화수는 모두 0이다. 염화 나트륨이 생성되면 나트륨은 +1, 염소는 −1이 된다. 나트륨은 전자를 잃어 산화되고 염소는 전자를 얻어 환원되므로 **산화수가 변하는 산화·환원 반응**이다.

② X: 산화 나트륨이 물과 반응하여 수산화 나트륨을 만드는 반응이다. 나트륨은 +1, 산소는 −2, 수소는 +1로 반응 전후 산화수가 변하지 않는다. 따라서 산화·환원 반응이 아니라 **염기성 산화물과 물의 반응**이다.

③ X: 질산과 수산화 나트륨이 반응하여 질산 나트륨과 물을 만드는 **산·염기 중화 반응**이다. 수소 이온과 수산화 이온이 결합하여 물이 되지만, 수소는 +1, 산소는 −2, 질소는 +5, 나트륨은 +1로 산화수가 유지된다. 따라서 산화·환원 반응에 해당하지 않는다.

④ X: 수용액의 납(Ⅱ) 이온과 아이오딘화 이온이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 아이오딘화 납(Ⅱ)을 만드는 **침전 반응**이다. 납의 산화수는 +2, 아이오딘의 산화수는 −1로 유지되며, 칼륨 이온과 질산 이온도 산화수 변화 없이 수용액에 남는다. 따라서 산화·환원 반응에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 6. ClF_3**에서 중심 원자의 비공유 전자쌍 개수는?**

① 0

② 1

③ 2

④ 3

정답 3번

간단한 해설

중심 원자인 Cl은 원자가전자 7개 중 3개로 F 원자 3개와 각각 단일 결합을 형성한다. 남은 전자 4개가 **비공유 전자쌍 2개**를 이룬다.

공통 해설

비공유 전자쌍은 다른 원자와의 결합에 참여하지 않고 한 원자에 남아 있는 전자 두 개의 쌍이다. ClF_3의 루이스 구조에서는 Cl이 중심 원자이며, 세 F 원자와 각각 단일 결합을 형성한다.

Cl은 17족 원소이므로 원자가전자가 7개이다. 세 단일 결합에 Cl의 전자가 하나씩 참여하므로 Cl에 남는 비공유 전자는 $7 - 3 = 4$개이다. 이 전자들이 두 개씩 짝을 이루므로 **중심 Cl의 비공유 전자쌍은 2개**이다. F 원자에 있는 비공유 전자쌍은 중심 원자의 비공유 전자쌍 개수에 포함하지 않는다.

NoteBase

문 7. 반응의 종류를 바르게 연결한 것은?

(가) $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
(나) $CH_3COOC_2H_5 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + C_2H_5OH$

① (가): 탈수소화, (나): 수소화
② (가): 탈수소화, (나): 가수분해
③ (가): 에스테르화, (나): 수소화
④ (가): 에스테르화, (나): 가수분해

정답 4번

간단한 해설

카복실산과 알코올이 에스테르와 물을 만드는 반응은 **에스테르화**이다. 그 역방향으로 에스테르가 물과 반응해 카복실산과 알코올로 분해되는 반응은 **가수분해**이다.

대응 관계 해설

(가) 에스테르화: 아세트산은 카복실산이고 에탄올은 알코올이다. 두 물질이 반응하여 에스테르인 아세트산 에틸과 물을 생성하므로 에스테르화에 해당한다. 이 반응에서는 **수소 분자가 아니라 물이 생성**되므로, 수소를 제거하는 탈수소화와 구별된다.

(나) 가수분해: 에스테르인 아세트산 에틸이 물과 반응하여 아세트산과 에탄올로 분해된다. 이처럼 **물을 사용하여 에스테르 결합을 끊는** 반응이 가수분해이며, (가)의 역반응이다. 수소를 첨가하는 수소화와는 다르다.

따라서 (가)는 에스테르화, (나)는 가수분해로 연결되며, 이는 ④의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 8. 석유정제 제품을 상압 끓는점이 높은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) 경유
(나) 나프타
(다) 액화석유가스

① (가), (나), (다)
② (가), (다), (나)
③ (나), (가), (다)
④ (나), (다), (가)

정답 1번

간단한 해설

석유정제 제품은 대체로 구성 탄화수소의 **탄소 수가 많고 분자량이 클수록** 분자 사이 인력이 커져 상압 끓는점이 높다. 액화석유가스는 가압하여 액체로 저장하지만, 상압 끓는점은 나프타보다 낮다.

올바른 순서

(가) 경유 → (나) 나프타 → (다) 액화석유가스

(가) 경유: 석유정제 제품은 여러 탄화수소가 섞인 혼합물이므로 하나의 끓는점보다 끓는점 범위로 구분한다. 경유는 나프타보다 대체로 **탄소 수가 많고 분자량이 큰 탄화수소**로 이루어진 유분이다. 분자 사이의 분산력이 더 커서 기화에 더 높은 온도가 필요하므로, 세 제품 중 상압 끓는점이 가장 높다.

(나) 나프타: 경유보다 가벼운 탄화수소로 이루어져 상압 끓는점이 더 낮다. 다만 액화석유가스의 주성분인 프로판·부탄보다는 대체로 분자가 크고 분자 사이 인력이 강하므로, **경유와 액화석유가스 사이**에 놓인다.

(다) 액화석유가스: 주로 프로판과 부탄으로 이루어져 세 제품 중 상압 끓는점이 가장 낮다. 이들은 상온·상압에서 기체이며, 저장할 때는 압력을 높여 액화한다. 따라서 **가압 상태에서 액체라는 사실**을 상압 끓는점이 높다는 뜻으로 해석해서는 안 된다.

NoteBase

문 9. 지글러-나타(Ziegler-Natta) 촉매에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 단계 중합에 사용된다.

② 라디칼 중합의 개시제로 작용한다.

③ 나일론의 합성에 사용된다.

④ 고밀도 폴리에틸렌의 합성에 사용된다.

정답 4번

간단한 해설

지글러-나타 촉매는 에틸렌의 **배위 중합**을 촉진하여 가지가 적은 선형 사슬을 만든다. 이 사슬은 규칙적으로 밀집하기 쉬워 **고밀도 폴리에틸렌** 합성에 적합하다.

선지별 해설

① X: 지글러-나타 촉매는 단계 중합이 아니라 **연쇄 중합의 한 방식인 배위 중합**에 사용된다. 에틸렌 같은 올레핀이 금속 활성점에 배위한 뒤 금속과 성장 사슬 사이에 삽입되면서 사슬이 자란다. 단계 중합은 단량체나 이미 형성된 분자들의 작용기가 서로 반응하여 분자 크기가 커지는 방식이다.

② X: 지글러-나타 촉매는 자유 라디칼을 만들어 중합을 시작하는 개시제가 아니라, **금속 활성점에서 배위·삽입 반응을 촉진하는 촉매**이다. 라디칼 중합에는 과산화벤조일처럼 분해되어 라디칼을 생성하는 물질을 개시제로 사용한다.

③ X: 지글러-나타 촉매는 에틸렌·프로필렌 같은 올레핀의 중합에 사용되며, 나일론 합성에 사용하는 촉매가 아니다. 나일론은 주사슬에 **아마이드 결합**을 가진 고분자이다. 예를 들어 나일론 66은 아디프산과 헥사메틸렌다이아민이 물을 내놓으며 결합하는 축합 중합으로 합성한다.

④ O: 지글러-나타 촉매로 에틸렌을 중합하면 **가지가 적은 선형 폴리에틸렌**을 얻을 수 있다. 가지가 적으면 사슬들이 서로 가깝고 규칙적으로 배열되어 결정성이 높아지므로, 고밀도 폴리에틸렌의 합성에 사용된다.

NoteBase

문 10. 석유의 접촉 분해(catalytic cracking)를 위한 상용 공정에서 촉매로 사용되는 것은?

① TiO_2
② $AlCl_3$
③ H_2SO_4
④ 제올라이트

정답 4번

간단한 해설

제올라이트는 **다공성 고체 산 촉매**로, 산점에서 탄화수소의 탄소–탄소 결합 절단을 촉진한다. 이러한 성질을 이용해 석유의 무거운 탄화수소를 더 작은 분자로 분해한다.

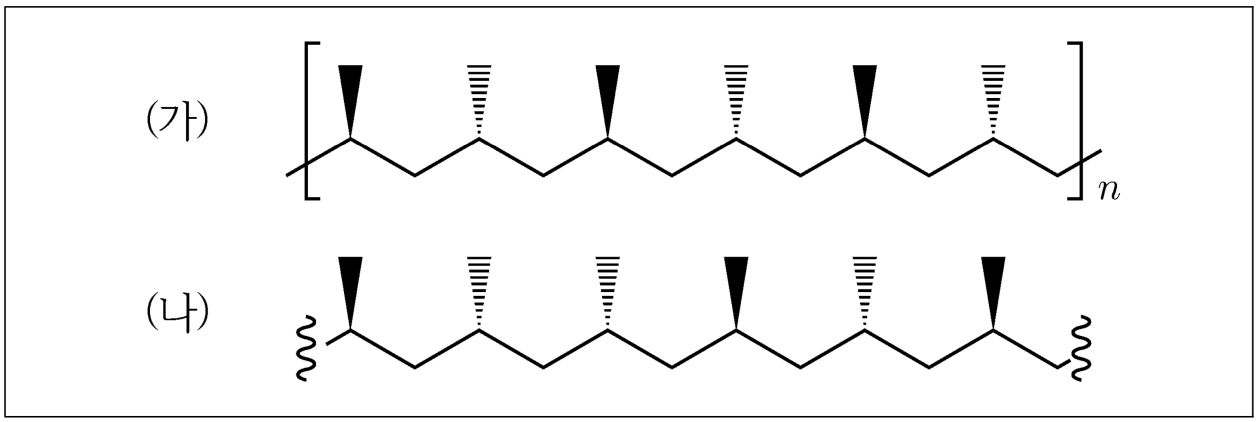
핵심 풀이

접촉 분해는 촉매를 이용해 분자량이 큰 탄화수소를 더 작은 탄화수소로 전환하는 공정이다. 상용 유동 접촉 분해(FCC)에서는 **Y형 제올라이트를 주요 활성 성분으로 하는 고체 촉매**가 사용된다. 제올라이트는 미세한 기공을 가진 결정성 알루미노규산염이며, 산점에서 탄소–탄소 결합 절단을 촉진해 가솔린 등 가벼운 유분을 얻는 데 기여한다.

황산도 산 촉매로 쓰이지만, 정유 공정에서는 이소부탄과 저분자 올레핀을 반응시키는 **알킬화 촉매**로 대표적이다. 작은 탄화수소를 결합시키는 알킬화와 무거운 탄화수소를 쪼개는 접촉 분해는 서로 다른 공정이다.

NoteBase

문 11. 폴리프로필렌 분자의 입체 구조 명칭을 바르게 연결한 것은?



① (가): 신디오택틱(syndiotactic), (나): 어택틱(atactic)

② (가): 신디오택틱(syndiotactic), (나): 아이소택틱(isotactic)

③ (가): 아이소택틱(isotactic), (나): 어택틱(atactic)

④ (가): 아이소택틱(isotactic), (나): 신디오택틱(syndiotactic)

정답 1번

간단한 해설

폴리프로필렌의 입체 규칙성은 곁가지인 메틸기의 상대적인 배치로 구분한다. (가)는 메틸기가 **앞뒤로 번갈아 배열**된 신디오택틱이고, (나)는 **일정한 입체 배열 규칙이 없는** 어택틱이다.

대응 관계 해설

폴리프로필렌의 입체 규칙성은 주사슬에 붙은 메틸기의 상대적인 입체 배치로 구분한다. 그림에서 채워진 쐐기는 종이 면 앞으로, 빗금 쐐기는 종이 면 뒤로 향하는 메틸기 결합을 나타낸다.

(가): 신디오택틱(syndiotactic). 왼쪽부터 채워진 쐐기와 빗금 쐐기가 번갈아 나타나므로, 메틸기가 주사슬을 따라 **앞·뒤·앞·뒤로 교대로 배치**되어 있다. 이처럼 인접한 반복 단위의 입체 배치가 교대로 바뀌는 구조가 신디오택틱이다. 같은 방식으로 그렸을 때 메틸기가 모두 같은 쪽을 향하는 아이소택틱과 구별된다.

(나): 어택틱(atactic). 왼쪽부터 메틸기의 방향이 앞·뒤·뒤·앞·뒤·앞으로 나타난다. 모두 같은 쪽을 향하지도 않고, 앞뒤로 계속 교대하지도 않는 **불규칙한 입체 배치**이므로 어택틱에 해당한다. 일부 메틸기가 연속해서 같은 쪽에 있다고 해서 사슬 전체가 아이소택틱인 것은 아니다.

(가)에 신디오택틱, (나)에 어택틱을 연결한 조합은 ①이다.

NoteBase

문 12. 반도체 소자 제조의 식각 공정에 사용되는 기체가 아닌 것은?

① Cl_2

② HBr

③ PH_3

④ SF_6

정답 3번

간단한 해설

포스핀(PH_3)은 반도체에 인을 공급하는 **도핑용 기체**이다. 막을 제거하는 식각과 달리, 도핑은 불순물을 첨가해 반도체의 전기적 성질을 조절하는 공정이다.

개념 구분

포스핀(PH_3)의 용도: 포스핀은 인을 포함한 기체로, 반도체에 인을 첨가하는 도핑에 사용된다. 도핑은 첨가하는 불순물의 종류와 농도를 조절하여 반도체의 전기적 성질을 바꾸는 공정이다. 따라서 포스핀은 이 문항에서 묻는 식각용 기체가 아니라 **도핑을 위한 인 공급원**으로 구분한다.

식각용 기체와의 구분: 식각은 반도체 표면의 막을 선택적으로 제거하여 패턴을 만드는 공정이다. 염소(Cl_2), 브로민화 수소(HBr), 육플루오린화 황(SF_6)은 기체를 이용하는 건식 식각에 사용된다. 이들은 각각 염소·브로민·플루오린을 포함하는 식각용 기체로, **막을 제거하는 식각**과 **불순물을 첨가하는 도핑**의 목적 차이를 기준으로 포스핀과 구별한다.

NoteBase

문 13. 반도체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 진성 반도체는 온도가 높을수록 전기 전도도가 높다.

② 규소(Si)에 인(P)을 도핑하면 *n*-형 반도체로 된다.

③ *n*-형 반도체의 주된 전하 운반체는 전자다.

④ *p*-*n* 접합 정류기는 직류를 교류로 바꿀 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '직류를 교류로 바꾼다'는 변환 방향이 반대이다. p-n 접합 정류기는 전류가 한쪽 방향으로 잘 흐르는 성질을 이용하여 **교류를 직류로 바꾼다**.

선지별 해설

① O: 진성 반도체는 불순물을 의도적으로 첨가하지 않은 반도체이다. 온도가 올라가면 열에너지를 얻은 전자가 가전자대에서 전도대로 이동하여 전자와 정공의 쌍이 더 많이 생성된다. 이에 따라 **전하 운반체의 수가 증가**하므로 전기 전도도가 높아진다.

② O: 규소는 원자가전자가 4개이고 인은 5개이다. 규소 결정에서 인 원자가 규소 원자를 대신하면, 인의 원자가전자 중 4개는 주위 규소 원자와 공유결합을 하고 나머지 1개는 쉽게 전도 전자가 된다. 따라서 인은 **전자를 제공하는 도너 불순물**로 작용하여 n형 반도체를 만든다.

③ O: n형 반도체에서는 도너 불순물이 제공한 전자 때문에 전자의 농도가 정공의 농도보다 높다. 따라서 **전자가 다수 운반체**이고 정공은 소수 운반체이다.

④ X: p-n 접합은 순방향 전압을 걸면 전류가 잘 흐르고, 역방향 전압을 걸면 항복이 일어나기 전까지 전류가 거의 흐르지 않는다. 정류기는 이러한 방향에 따른 전도성의 차이를 이용해 **교류를 한쪽 방향으로 흐르는 직류로 변환**한다. 정류 직후에는 크기가 시간에 따라 변하는 맥동 직류가 얻어지며, 직류를 교류로 바꾸는 장치는 인버터이다.

NoteBase

문 14. 유지와 지방산에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유지는 비누화 반응을 통해 친수성이 증가한다.

② 지방산 분자의 탄소 수가 같을 때, 이중 결합이 많을수록 녹는점이 높다.

③ 불포화 지방산에서 이중 결합은 모두 트랜스(trans)-형이다.

④ 포화 지방산은 불포화 지방산을 산화시켜 만든다.

정답 1번

간단한 해설

유지를 비누화하면 **친수성인 카복실산염 부분을 가진 지방산염**이 생성된다. 이 지방산염이 비누의 주성분이므로, 비누화 전의 유지보다 물과 잘 상호작용한다.

선지별 해설

① O: 유지는 글리세롤과 지방산이 에스터 결합을 이룬 물질이다. 비누화는 이 에스터 결합을 염기로 가수분해하여 글리세롤과 지방산의 나트륨염 또는 칼륨염을 만드는 반응이다. 생성된 지방산염은 소수성 탄화수소 사슬과 **친수성인 이온성 카복실산염 부분**을 함께 가지므로, 원래의 유지보다 물과의 상호작용이 커진다.

② X: 탄소 수가 같은 일반적인 시스형 지방산에서는 이중 결합이 많을수록 **녹는점이 낮아지는 경향**이 있다. 시스 이중 결합은 탄화수소 사슬을 굽게 하여 분자들이 촘촘히 배열되는 것을 방해한다. 따라서 분자 사이의 인력이 약해져 녹는 데 필요한 에너지가 줄어든다.

③ X: 천연 불포화 지방산의 이중 결합은 대체로 **시스(cis)형**이다. 시스형은 이중 결합 양쪽의 탄화수소 사슬이 같은 쪽에 놓인 구조이고, 트랜스형은 반대쪽에 놓인 구조이다. 트랜스형 불포화 지방산도 존재하지만, 불포화 지방산의 이중 결합이 모두 트랜스형인 것은 아니다.

④ X: 불포화 지방산을 포화 지방산으로 바꾸는 반응은 산화가 아니라 **수소 첨가에 의한 환원**이다. 촉매 존재하에서 탄소 사이의 이중 결합에 수소를 첨가하면 단일 결합으로 바뀌며, 모든 이중 결합에 수소가 첨가되면 포화 지방산이 된다.

NoteBase

문 15. 고분자 중합 공정에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 유화(emulsion) 중합에서는 물이 사용되지 않는다.

② 괴상(bulk) 중합에서는 반응계의 온도 제어가 쉽다.

③ 용액(solution) 중합에서는 반응에서 발생한 열의 분산이 용이하지 않다.

④ 현탁(suspension) 중합은 비수용성 단량체를 물에 분산시켜 중합하는 공정이다.

정답 4번

간단한 해설

현탁 중합은 **물에 녹지 않는 단량체를 작은 액적으로 분산**시킨 뒤, 각 액적 안에서 중합시키는 방법이다. 물은 단량체를 녹이는 용매가 아니라 액적을 분산시키고 반응열을 전달하는 매질로 작용한다.

선지별 해설

① X: 유화 중합에서는 일반적으로 **물을 분산매로 사용**하고, 유화제의 도움으로 물에 잘 녹지 않는 단량체를 분산시킨다. 따라서 '물이 사용되지 않는다'는 설명은 '물이 사용된다'로 고쳐야 한다.

② X: 괴상 중합은 별도의 용매나 분산매 없이 단량체 자체를 중합하는 방법이다. 반응이 진행되면서 점도가 높아져 교반과 열전달이 어려워지므로, 발생한 반응열을 제거하고 **온도를 제어하기 어렵다**.

③ X: 용액 중합에서는 단량체를 용매에 녹여 중합한다. 용매가 반응계의 점도를 낮추고 열전달을 도와주므로, 괴상 중합보다 **반응열의 분산과 제거가 용이하다**. 용매를 증발·환류시키는 방법으로도 열을 제거할 수 있다.

④ O: 현탁 중합은 **비수용성 단량체를 물속에 작은 액적으로 분산**시켜 중합하는 공정이다. 교반과 현탁 안정제로 액적이 서로 합쳐지는 것을 억제하며, 각 액적이 작은 반응기처럼 작용한다. 액적에서 발생한 열은 주변의 물로 전달된다.

NoteBase

문 16. 화합물의 분자식이 C_4H_9Br일 때, 이성질체의 총 개수는?

① 4

② 5

③ 6

④ 7

정답 2번

간단한 해설

탄소 골격과 브로민의 결합 위치에 따른 구조는 4가지이지만, 2-브로모뷰테인은 **거울상 이성질체 2개**로 구분된다. 이를 각각 세면 이성질체는 총 5개이다.

공통 해설

이성질체는 분자식이 같으면서 원자의 결합 순서나 공간 배열이 다른 화합물이다. 이 문항에서는 구조 이성질체뿐 아니라 **거울상 이성질체도 각각 포함**하여 센다. 단순히 분자 전체를 돌려 겹쳐지는 것은 같은 이성질체이다.

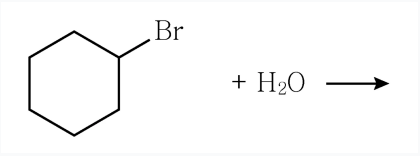
탄소 4개로 이루어진 골격은 곧은 사슬인 뷰테인과 가지가 있는 2-메틸프로페인이다. 뷰테인에서는 양 끝 탄소끼리, 안쪽 탄소끼리 각각 동등하므로 브로민의 위치에 따라 1-브로모뷰테인과 2-브로모뷰테인이 생긴다. 2-메틸프로페인에서는 세 메틸기가 서로 동등하므로 메틸기의 수소를 치환한 1-브로모-2-메틸프로페인과 중심 탄소의 수소를 치환한 2-브로모-2-메틸프로페인이 생긴다. 따라서 결합 순서가 다른 구조는 4가지이다.

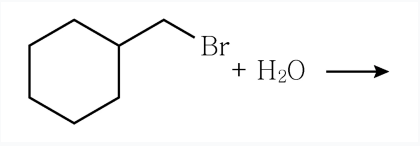
이 중 2-브로모뷰테인의 2번 탄소에는 브로민, 수소, 메틸기, 에틸기라는 서로 다른 네 치환기가 결합한다. 이 탄소가 비대칭 탄소이므로 서로 거울상 관계이면서 겹쳐지지 않는 두 입체배치인 R형과 S형이 존재한다. 나머지 세 구조에는 비대칭 탄소가 없어 이러한 거울상 쌍이 생기지 않는다.

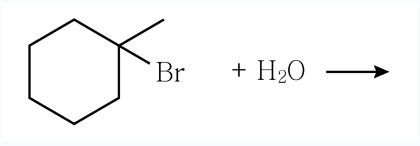
따라서 2-브로모뷰테인을 두 개로, 나머지 세 구조를 각각 한 개로 세면 총수는 2 + 1 + 1 + 1 = 5개이다.

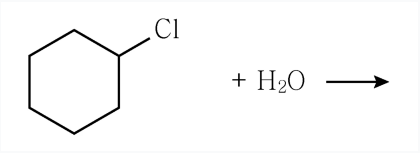
NoteBase

문 17. 다음 S_N1 반응 중 반응 속도가 가장 빠른 것은? (단, 반응물 종류 외의 조건은 모두 같다)

① 

② 

③ 

④ 

정답 3번

간단한 해설

③은 Br이 결합한 탄소에 탄소 세 개가 연결되어 있어, Br^-가 이탈하면 **3차 탄소 양이온**이 형성된다. 이 중간체가 1차·2차 탄소 양이온보다 안정하므로, 탄소 양이온을 형성하는 단계가 빠르게 진행된다.

NoteBase

선지별 해설

S_N1 반응은 먼저 탄소와 이탈기 사이의 결합이 끊어져 탄소 양이온이 생기고, 이어서 물이 공격하는 반응이다. 속도를 결정하는 단계는 **탄소 양이온을 형성하는 단계**이므로, 다른 조건이 같으면 생성될 탄소 양이온이 안정하고 이탈기가 잘 떨어질수록 빠르다. 알킬기는 전자 밀도를 제공하고 초공액으로 양전하를 분산시키므로, 일반적인 알킬 탄소 양이온의 안정성은 3차 > 2차 > 1차 순이다.

① 브로모사이클로헥세인: Br이 붙은 고리 탄소는 이웃한 탄소 두 개와 결합해 있다. Br^-가 이탈하면 **2차 탄소 양이온**이 형성되므로, 같은 이탈기를 가지면서 3차 탄소 양이온을 형성하는 ③보다 느리다.

② 브로모메틸사이클로헥세인: Br은 고리 탄소에 직접 붙어 있지 않고 고리 밖의 메틸렌 탄소에 붙어 있다. 이 탄소는 고리 탄소 하나와만 연결되어 있으므로, Br^- 이탈로 형성될 탄소 양이온은 **1차 탄소 양이온**이다. 따라서 탄소 양이온 형성이 불리하여 ③보다 느리다.

③ 1-브로모-1-메틸사이클로헥세인: Br이 붙은 탄소에는 고리의 이웃 탄소 두 개와 메틸기의 탄소 하나가 연결되어 있다. 따라서 Br^-가 이탈하면 **3차 탄소 양이온**이 형성된다. ①·②와 이탈기는 같지만 생성되는 탄소 양이온이 더 안정하므로 가장 빠르게 반응한다.

④ 클로로사이클로헥세인: Cl^-가 이탈하면 ①과 같은 2차 탄소 양이온이 형성된다. 그러나 **Cl^-는 Br^-보다 이탈성이 낮으므로** ①보다 느리다. 탄소 양이온의 안정성과 이탈성 모두에서 ③보다 불리하다.

따라서 같은 조건에서 탄소 양이온의 안정성과 이탈성을 비교하면, 3차 탄소 양이온을 형성하고 Br^-가 이탈하는 ③의 반응 속도가 가장 빠르다.

NoteBase

문 18. 다음에서 설명하는 것은?

◯ 석탄으로부터 얻어지는 흑색의 점성 액체다.
◯ 공기가 차단된 조건에서 석탄을 열분해하여 만든다.
◯ 주성분은 방향족계 화합물이다.

① 무연탄(anthracite)
② 코크스(coke)
③ 콜타르(coal tar)
④ 아스팔트(asphalt)

정답 3번

간단한 해설

석탄을 공기가 차단된 상태에서 열분해할 때 얻는 **방향족계의 흑색 점성 액체**가 콜타르이다.

핵심 풀이

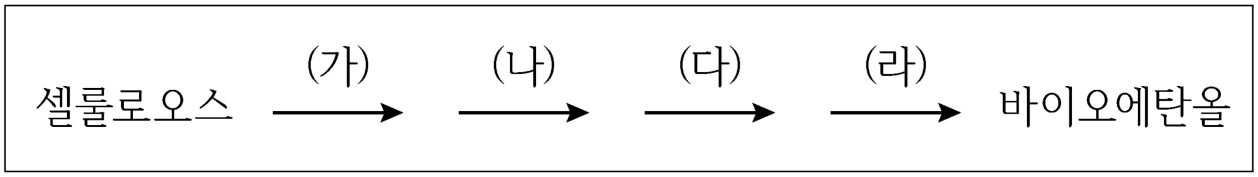
콜타르: 석탄을 공기가 차단된 조건에서 가열하여 분해하는 과정을 건류라고 한다. 이때 나온 휘발성 성분을 냉각하면 응축성 성분이 모여 **흑색의 점성 액체**인 콜타르가 얻어진다. 콜타르는 방향족계 화합물을 주성분으로 하는 혼합물이므로 제시된 세 가지 특징에 모두 부합한다.

무연탄·코크스와의 구분: 무연탄은 석탄의 한 종류인 고체이다. 코크스는 석탄을 건류할 때 휘발성 성분이 빠져나간 뒤 남는 **탄소가 풍부한 고체**이다. 특히 코크스는 콜타르와 같은 건류 과정에서 얻어지지만, 남은 고체인지 냉각하여 모은 액체인지가 다르다.

아스팔트와의 구분: 아스팔트는 주로 석유 정제 과정에서 얻는 무거운 잔류물이다. 검고 점성이 있다는 외관뿐 아니라 **석탄의 열분해로 얻는다**는 생성 조건을 함께 적용하면 콜타르와 구별할 수 있다.

NoteBase

문 19. 셀룰로오스로부터 바이오에탄올을 만드는 공정 단계를 순서대로 바르게 연결한 것은?



① (가): 발효, (나): 당화, (다): 공비증류, (라): 증류

② (가): 발효, (나): 당화, (다): 증류, (라): 공비증류

③ (가): 당화, (나): 발효, (다): 공비증류, (라): 증류

④ (가): 당화, (나): 발효, (다): 증류, (라): 공비증류

정답 4번

간단한 해설

셀룰로오스는 먼저 **당화로 발효 가능한 당**으로 분해해야 에탄올로 전환할 수 있다. 발효액을 증류하여 에탄올을 농축한 뒤에는 에탄올과 물의 공비 때문에 남는 수분을 **공비증류로 제거**한다.

올바른 순서

(가) 당화 → (나) 발효 → (다) 증류 → (라) 공비증류

(가) 당화: 셀룰로오스는 포도당 단위가 길게 연결된 다당류이다. 이를 산이나 효소로 가수분해하여 **발효에 이용할 수 있는 포도당**을 얻는다. 발효의 원료인 당을 마련하는 단계이므로 발효보다 먼저 수행한다.

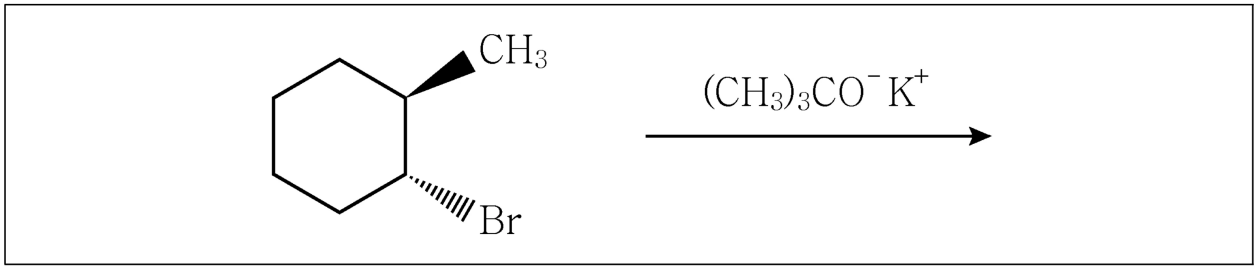
(나) 발효: 미생물이 당화로 얻은 포도당을 에탄올과 이산화탄소로 전환한다. 이때 에탄올은 물과 섞인 발효액에 들어 있으므로, 이후 분리·농축 과정이 필요하다.

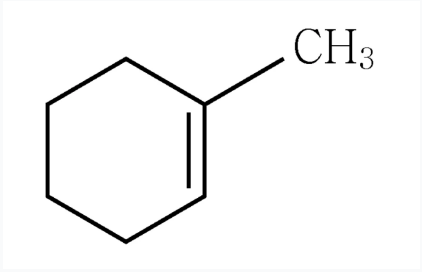
(다) 증류: 발효액에서 에탄올과 물의 휘발성 차이를 이용하여 에탄올을 분리·농축한다. 그러나 에탄올과 물은 공비혼합물을 이루므로 **일반적인 증류만으로는 무수 에탄올을 얻을 수 없다**. 공비 조성에서는 증기와 액체의 조성이 같아 더 이상 농축되지 않기 때문이다.

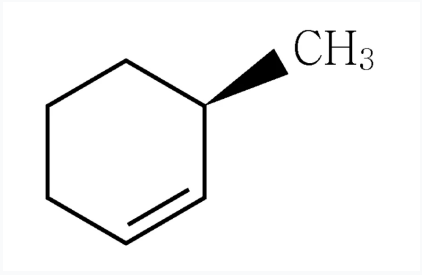
(라) 공비증류: 증류로 농축한 에탄올에 제3성분인 공비제를 넣어 새로운 공비혼합물을 형성시키고, 이를 통해 **남아 있는 물을 제거**한다. 이 문항에서는 앞 단계에서 농축한 에탄올을 더 탈수하는 마지막 공정에 해당한다.

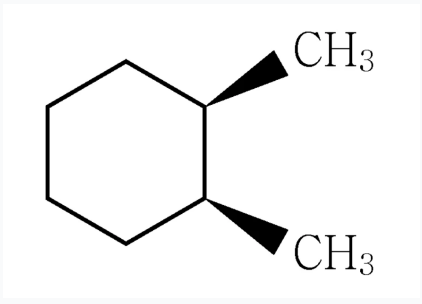
NoteBase

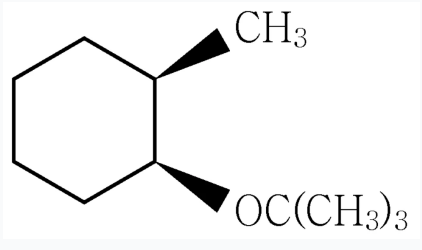
문 20. 다음 E2 반응의 주 생성물은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

NoteBase

간단한 해설

사이클로헥세인의 E2 반응에서는 Br과 제거되는 β-수소가 **트랜스 다이액시얼** 배열이어야 한다. Br을 축 방향으로 놓으면 메틸기도 축 방향을 차지하므로, 메틸기가 없는 쪽의 이웃 탄소에서 수소가 제거되어 이중결합이 형성된다.

공통 해설

E2 반응은 염기가 이탈기 옆 탄소의 β-수소를 떼어 내는 동시에 이탈기가 떨어지고, 두 탄소 사이에 이중결합이 생기는 제거 반응이다. 그림의 칼륨 tert-뷰톡사이드는 염기로 작용한다. 이때 끊어지는 C–H 결합과 C–Br 결합은 같은 평면에서 반대 방향을 향해야 하며, 사이클로헥세인의 의자형에서는 **서로 반대 방향의 축 결합인 트랜스 다이액시얼 배열**로 이 조건을 만족한다.

Br이 붙은 탄소를 C1, 메틸기가 붙은 이웃 탄소를 C2, 반대쪽 이웃 탄소를 C6이라 하자. 출발물질의 메틸기는 실선 쐐기, Br은 점선 쐐기로 표시되어 서로 트랜스이다. Br이 축 방향인 의자형에서는 C2의 메틸기도 축 방향이므로, C2의 수소는 적도 방향에 놓인다. 따라서 C2에는 Br과 트랜스 다이액시얼인 수소가 없어 C1과 C2 사이에는 이중결합이 형성되지 않는다. 반면 C6에는 Br과 반대 방향의 축 수소가 있으므로, 이 수소와 Br이 제거되어 **C1과 C6 사이에 이중결합**이 생긴다.

생성물은 원래의 메틸기를 그대로 가진 3-메틸사이클로헥센이다. 그림에서는 Br이 있던 오른쪽 아래 탄소와 고리의 맨 아래 탄소 사이가 이중결합이 된다. E2는 수소와 Br을 제거하여 알켄을 만드는 반응이므로, Br 자리에 메틸기나 tert-뷰톡시기가 새로 붙은 포화 고리는 이 반응의 생성물에 해당하지 않는다.

NoteBase