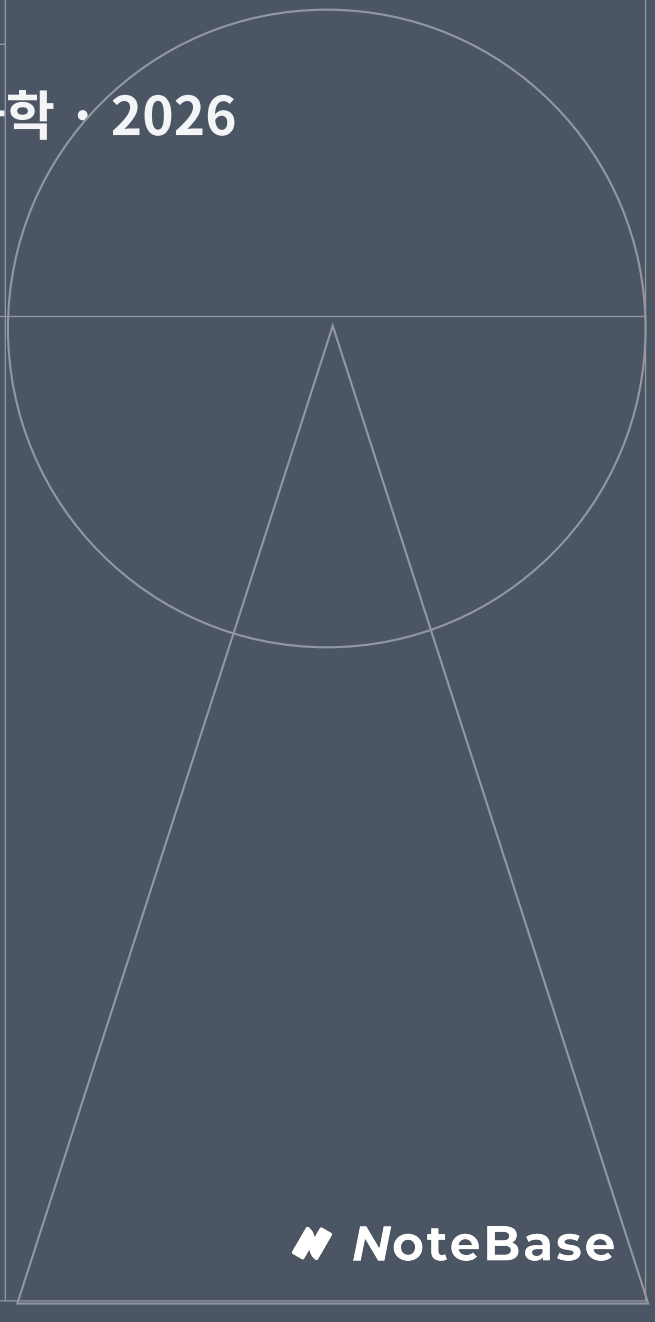
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2026

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2026

문 1. 교대 공중합체의 구조로 옳은 것은? (단, A와 B는 서로 다른 반복 단위이다)

① –A–B–B–A–B–A–A–A–B–A–B–A–B–B–A–B–

② –A–B–A–B–A–B–A–B–A–B–A–B–A–B–A–B–

③ –A–A–A–A–A–A–A–A–B–B–B–B–B–B–B–B–

④

```
–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–A–
  |               |
  B–B–B–B–B       B–B–B–B–B–B
```

정답 2번

간단한 해설

교대 공중합체는 서로 다른 반복 단위 A와 B가 **하나씩 번갈아 연결**된 구조이다. ②에서는 사슬 전체에 걸쳐 A–B–A–B 배열이 반복된다.

도식 해설

교대 공중합체는 서로 다른 반복 단위 A와 B가 **한 단위씩 번갈아 연결**된 고분자이다. ②의 사슬을 왼쪽부터 읽으면 A–B–A–B 배열이 계속되며, A–A나 B–B처럼 같은 단위가 연속하는 구간이 없다.

①은 A–A와 B–B 구간이 섞여 있어 A와 B가 규칙적으로 교대하지 않는다. 이는 무작위 공중합체를 나타내는 배열이다.

③은 A가 여러 개 이어진 구간과 B가 여러 개 이어진 구간이 연결된 **블록 공중합체**이다. 서로 다른 단위가 하나씩 교대하는 것이 아니라 같은 단위끼리 모인 구간이 연결된다.

④는 A로 이루어진 주사슬에 B로 이루어진 **가지 사슬이 붙은** 그래프트 공중합체이다. 주사슬을 따라 A와 B가 번갈아 배열된 구조와 구별된다.

NoteBase

문 2. 같은 조건에서 S_N2 반응속도가 가장 빠른 것은?

① CH_3Br

② CH_3CH_2Br

③ $(CH_3)_2CHBr$

④ $(CH_3)_3CBr$

정답 1번

간단한 해설

S_N2 반응은 친핵체가 이탈기의 반대쪽에서 탄소에 접근해야 하므로 **입체장애가 작을수록 빠르다**. CH_3Br은 반응 탄소에 알킬기가 붙어 있지 않아 친핵체의 접근이 가장 쉽다.

선지별 해설

S_N2는 친핵체가 이탈기의 반대쪽에서 탄소를 공격하면서 새 결합의 형성과 이탈기의 이탈이 한 단계에서 일어나는 친핵성 치환반응이다. 반응 탄소 주변의 알킬기가 많을수록 친핵체의 접근을 방해하는 입체장애가 커진다. 네 물질은 모두 이탈기가 브로민이므로, 같은 조건에서는 반응 탄소 주변의 혼잡한 정도를 비교한다.

① CH_3Br: 브로민이 결합한 탄소에 수소 세 개가 붙어 있는 메틸 브로마이드이다. 이 탄소에 **알킬기가 하나도 붙어 있지 않아** 입체장애가 가장 작고, 친핵체가 가장 쉽게 접근한다.

② CH_3CH_2Br: 반응 탄소에 알킬기 하나가 붙어 있는 1차 알킬 브로마이드이다. 메틸 브로마이드보다 입체장애가 커서 느리지만, 2차·3차 알킬 브로마이드보다는 친핵체의 접근이 쉽다.

③ $(CH_3)_2CHBr$: 반응 탄소에 알킬기 두 개가 붙어 있는 2차 알킬 브로마이드이다. 1차보다 반응 탄소 주변이 혼잡하여 **친핵체의 후면 접근이 더 어려우므로** S_N2 반응속도가 더 느리다.

④ $(CH_3)_3CBr$: 반응 탄소에 알킬기 세 개가 붙어 있는 3차 알킬 브로마이드이다. 입체장애가 매우 커서 S_N2 **반응은 사실상 일어나지 않는다**.

같은 조건에서 S_N2 반응속도는 메틸 > 1차 > 2차 ≫ 3차 순이다. 따라서 네 후보 중 입체장애가 가장 작은 ①의 CH_3Br이 가장 빠르다.

NoteBase

문 3. 다음 중 원유 상압증류탑의 가장 높은 위치에서 분리되어 나오는 것은?

① 잔사유

② 경유

③ 등유

④ 나프타

정답 4번

간단한 해설

상압증류탑은 위로 갈수록 온도가 낮아지므로 **끓는점 범위가 낮은 유분일수록 높은 위치**에서 분리된다. 나프타는 제시된 유분 중 끓는점 범위가 가장 낮다.

선지별 해설

원유의 상압증류는 각 유분의 끓는점 차이를 이용한 분리이다. 탑의 아래쪽은 온도가 높고 위쪽은 낮아, 끓는점이 높은 유분은 아래쪽에서 액화되고 끓는점이 낮은 유분은 더 위까지 증기로 올라간 뒤 액화된다.

① 잔사유: 상압증류에서 쉽게 기화되지 않고 남는 **고비점의 무거운 유분**으로, 탑 바닥에서 배출된다.

② 경유: 나프타·등유보다 끓는점 범위가 높아 더 높은 온도에서 액화된다. 따라서 등유보다 낮은 위치에서 분리된다.

③ 등유: 끓는점 범위가 나프타보다 높고 경유보다 낮다. 따라서 **경유보다 위, 나프타보다 아래**에서 분리된다.

④ 나프타: 제시된 유분 중 **끓는점 범위가 가장 낮아** 비교적 낮은 온도에서도 증기 상태로 더 위까지 올라간 뒤 액화된다. 따라서 등유보다 높은 위치에서 분리된다.

제시된 유분의 분리 위치를 위에서 아래로 비교하면 나프타 → 등유 → 경유 → 잔사유이므로, 가장 높은 위치에서 분리되는 것은 ④ 나프타이다.

NoteBase

문 4. 탄소 함량이 높은 석탄부터 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) 무연탄(anthracite)
(나) 역청탄(bituminous coal)
(다) 갈탄(brown coal)
(라) 이탄(peat)

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

정답 1번

간단한 해설

식물 유체가 열과 압력을 받아 석탄으로 변하는 **석탄화가 진행될수록 탄소 함량이 높아진다**. 따라서 석탄화 정도가 가장 높은 무연탄을 앞에, 초기 단계인 이탄을 뒤에 놓는다.

올바른 순서

(가) 무연탄 → (나) 역청탄 → (다) 갈탄 → (라) 이탄

(가) 무연탄: 석탄화가 가장 많이 진행된 석탄이다. 석탄화 과정에서 수분과 휘발성 성분이 줄고 탄소가 농축되므로, 제시된 것 중 **탄소 함량이 가장 높다**.

(나) 역청탄: 갈탄보다 석탄화가 더 진행되었지만 무연탄보다는 덜 진행된 석탄이다. 따라서 탄소 함량은 무연탄보다 낮고 갈탄보다 높다.

(다) 갈탄: 이탄이 매몰되어 열과 압력을 받으며 석탄화가 진행된 비교적 낮은 등급의 석탄이다. 이탄보다 탄소 함량이 높지만, 역청탄에 비해서는 **석탄화 정도가 낮아** 탄소 함량도 낮다.

(라) 이탄: 식물 유체가 충분히 분해되지 않은 채 쌓여 형성된 석탄화의 초기 단계 물질이다. 수분이 많고 탄소 농축이 덜 이루어져 제시된 것 중 탄소 함량이 가장 낮다.

NoteBase

문 5. 나프타의 선형 탄화수소를 가지형 탄화수소 및 방향족 탄화수소로 변환하는 공정은?

① 중합

② 수소화탈황

③ 접촉개질

④ 열분해

정답 3번

간단한 해설

접촉개질에서는 나프타의 선형 탄화수소가 **이성질화**로 가지형 탄화수소가 되고, **탈수소고리화**로 방향족 탄화수소가 된다. 탄화수소의 구조를 바꾸어 옥탄가를 높이는 공정이다.

핵심 풀이

접촉개질은 촉매를 이용해 나프타의 탄화수소 구조를 바꾸고 옥탄가를 높이는 공정이다. 선형 파라핀의 탄소 골격을 재배열하는 **이성질화**로 가지형 파라핀을 만들며, 고리를 형성하면서 수소를 제거하는 **탈수소고리화**로 방향족 탄화수소를 만든다. 따라서 문제의 '가지형 탄화수소 및 방향족 탄화수소로 변환'이라는 두 단서가 접촉개질에 해당한다.

중합은 작은 분자들을 결합하여 더 큰 분자를 만드는 반응이고, 수소화탈황은 수소를 이용하여 원료의 황 성분을 제거하는 공정이다. 열분해는 열로 탄화수소의 결합을 끊어 더 작은 분자를 만드는 공정이다. 이들은 각각 분자 결합, 황 제거, 분자 분해가 중심이므로, 문제에서 묻는 **가지형·방향족 구조로의 전환**과 구별된다.

NoteBase

문 6. 열을 가해도 흐름성이 생기지 않아 재활용이 어려운 고분자는?

① 폴리에틸렌

② 폴리프로필렌

③ 멜라민 수지

④ 폴리메틸메타크릴레이트

정답 3번

간단한 해설

멜라민 수지는 분자 사슬들이 가교되어 굳는 **열경화성 수지**이다. 경화 후에는 다시 가열해도 녹아 흐르지 않아, 녹여서 다시 성형하는 방식의 재활용이 어렵다.

핵심 풀이

'열을 가해도 흐름성이 생기지 않는다'는 단서는 열경화성 수지를 가리킨다. 멜라민 수지는 경화 과정에서 분자 사슬들이 공유결합으로 연결되는 가교 반응을 거쳐 **3차원 망상 구조**를 형성한다. 이 구조는 다시 가열해도 사슬들이 자유롭게 이동하는 것을 막으므로, 녹여서 재성형하기 어렵다. 온도를 지나치게 높이면 용융하여 흐르기보다 열분해된다.

폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리메틸메타크릴레이트는 **열가소성 수지**이다. 일반적인 비가교 상태에서는 가열하면 사슬들이 서로 상대적으로 이동할 수 있어 연화·유동하고, 냉각하면 다시 굳는다. 따라서 이들은 멜라민 수지와 달리 열을 이용한 재성형이 가능하다.

NoteBase

문 7. 스타이렌(styrene) 모노머 10,000개를 라디칼 중합하여 미반응 모노머 100개와 고분자 9개를 결과물로 얻었을 때 고분자들의 수평균중합도는?

① 900

② 1,000

③ 1,100

④ 1,200

정답 3번

간단한 해설

고분자에 편입된 모노머는 10,000 − 100 = 9,900개이다. 수평균중합도는 이를 **고분자 분자 수 9개로 나눈 값**이므로, 한 분자당 평균 반복단위 수는 1,100이다.

계산 과정

수평균중합도 $\overline{X}_n$은 고분자 한 분자에 들어 있는 반복단위 수를 분자 수 기준으로 평균한 값이다. 따라서 고분자 전체의 반복단위 수를 **고분자 분자 수**로 나누어 구하며, 중합도 자체에는 단위가 없다.

스타이렌의 라디칼 중합에서는 중합에 참여한 모노머 하나가 반복단위 하나에 대응한다. 처음 모노머 10,000개 중 **미반응 모노머 100개는 제외**하므로, 생성된 고분자에 포함된 반복단위는 총 10,000 − 100 = 9,900개이다.

이 반복단위들이 고분자 9개에 들어 있으므로 $\overline{X}_n = \frac{9,900}{9} = 1,100$이다. 이는 고분자 한 분자에 반복단위가 평균 1,100개 들어 있다는 뜻이며, ③의 1,100에 해당한다.

NoteBase

문 8. 염기성 아미노산이 아닌 것은?

① 라이신(lysine)

② 아르지닌(arginine)

③ 알라닌(alanine)

④ 히스티딘(histidine)

정답 3번

간단한 해설

알라닌은 곁사슬이 **메틸기인 중성·비극성 아미노산**이다. 곁사슬에 양성자를 받아들이는 염기성 작용기가 없으므로 염기성 아미노산으로 분류하지 않는다.

선지별 해설

아미노산을 산성·중성·염기성으로 분류할 때는 공통 골격에 있는 α-아미노기와 α-카복실기 외에 곁사슬의 산·염기 성질을 살핀다. 염기성 아미노산은 곁사슬에 양성자를 받아들일 수 있는 작용기를 갖는다.

① O: 라이신은 곁사슬 끝에 **추가 아미노기**를 갖는다. 이 아미노기가 양성자를 받아들여 양전하를 띨 수 있으므로 염기성 아미노산이다.

② O: 아르지닌은 곁사슬에 **구아니디노기**를 갖는다. 이 작용기는 양성자를 받아들이는 염기성이 강하고, 양성자를 받은 형태의 양전하가 공명으로 안정화된다.

③ X: 알라닌의 곁사슬은 **메틸기**이다. 곁사슬에 염기성 질소 작용기가 없으므로 염기성 아미노산이 아니라 중성·비극성 아미노산으로 분류한다. 모든 아미노산에 공통인 α-아미노기가 있다는 사실만으로 염기성 아미노산이 되는 것은 아니다.

④ O: 히스티딘은 곁사슬에 **이미다졸 고리**를 갖는다. 이 고리의 질소가 양성자를 받아들일 수 있으므로 염기성 아미노산으로 분류한다. 라이신이나 아르지닌보다 염기성이 약하더라도 이 분류에 포함된다.

NoteBase

문 9. 배위화합물 $[Rh(NH_3)_4Cl_2]Cl$의 중심 금속 Rh의 산화수는?

① 0

② +1

③ +2

④ +3

정답 4번

간단한 해설

대괄호 밖 염화 이온의 전하가 −1이므로 **착이온의 전하는 +1**이다. NH_3는 중성이고 배위된 염화 이온 2개의 전하 합은 −2이므로 Rh의 산화수는 +3이다.

계산 과정

착이온의 전하: $[Rh(NH_3)_4Cl_2]Cl$ 전체는 전기적으로 중성이다. 대괄호 밖의 Cl은 전하가 −1인 염화 이온이므로, 이를 상쇄하는 **대괄호 안 착이온의 전하는 +1**이다.

리간드의 전하: 중심 금속에 결합한 리간드는 NH_3 4개와 염화 이온 2개이다. **NH_3는 중성 리간드**이므로 전하 기여가 0이고, 염화 이온은 각각 −1이므로 두 리간드의 전하 합은 −2이다.

Rh의 산화수 계산: 중심 금속의 산화수를 x라 하면, 중심 금속의 산화수와 리간드 전하의 합이 착이온의 전하와 같아야 한다. 따라서 $x + 4 \cdot 0 + 2 \cdot (-1) = +1$이고, $x = +1 + 2 = +3$이다. Rh의 산화수 +3은 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 다음에서 설명하는 표면처리 기술은?

◯ 비전도성 표면에도 적용할 수 있다.
◯ 환원제의 산화반응과 금속의 환원 석출 반응을 동시에 일으켜 기판 표면에 금속을 석출시킨다.
◯ 복잡한 형상 또는 분말 형태의 재료 표면에도 치밀한 층을 형성할 수 있다.

① 무전해 도금
② 산화처리
③ 전기도금
④ 진공증착

정답 1번

간단한 해설

환원제의 산화로 공급된 전자를 금속 이온이 받아 금속으로 석출되는 방식이 무전해 도금이다. 외부 전류가 필요하지 않아 적절한 표면 활성화 처리를 거치면 비전도성 재료에도 적용할 수 있다.

핵심 풀이

무전해 도금은 외부 전원으로 전류를 흘리는 대신 **환원제의 산화반응**을 이용해 금속 이온을 환원시키는 표면처리 기술이다. 환원제가 전자를 내놓고 금속 이온이 그 전자를 받아 금속으로 석출되므로, 지문의 두 번째 설명이 무전해 도금을 가리키는 결정적 단서이다.

비전도성 표면은 촉매를 부여하는 등의 **표면 활성화 처리**를 거치면 도금할 수 있다. 기판 자체에 전류를 흘릴 필요가 없으며, 도금액이 접촉하고 반응 조건이 갖추어진 복잡한 형상이나 분말 표면에도 치밀한 금속층을 형성할 수 있다. 따라서 첫 번째와 세 번째 설명도 무전해 도금의 특성과 연결된다.

전기도금은 **외부 전원에서 공급하는 전자**로 금속 이온을 환원시킨다는 점에서 구별된다. 산화처리는 표면에 산화물층을 형성하는 방식이고, 진공증착은 진공에서 증발시킨 물질을 기판에 부착시키는 방식이므로, 환원제의 산화와 금속의 환원 석출을 결합한다는 설명에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 11. 미생물의 회분식 배양에서 지연기(lag phase) 길이에 미치는 영향이 가장 적은 것은?

① 영양소의 농도

② 접종균의 나이

③ 접종균의 양

④ 부산물의 농도

정답 4번

간단한 해설

지연기는 접종균이 새 배지에 적응하여 증식을 준비하는 시기이다. 부산물은 **배양이 진행되면서 축적**되어 주로 증식 억제와 정지기 진입에 관여하므로, 일반적인 회분식 배양의 초기 지연기 길이에는 상대적으로 영향이 작다.

NoteBase

선지별 해설

지연기(lag phase)는 미생물을 새 배지에 접종한 뒤 본격적인 증식에 들어가기 전의 적응 기간이다. 이때 세포 수의 증가는 뚜렷하지 않지만, 세포는 영양소 이용과 증식에 필요한 효소·세포 성분을 합성하고 손상을 회복한다. 각 요인은 이러한 적응과 증식 준비에 얼마나 직접적으로 관여하는지를 기준으로 비교한다.

① 영양소의 농도: 영양소는 효소와 세포 성분을 만드는 재료이자 에너지원이다. 필요한 영양소가 부족하면 증식 준비가 지연될 수 있으므로 **생육에 적합한 영양 조건**인지가 지연기 길이에 영향을 준다. 농도가 높을수록 무조건 지연기가 짧아지는 것은 아니다.

② 접종균의 나이: 여기서 나이는 접종에 사용할 균을 배양해 둔 기간과 관련된다. 오래된 배양의 세포는 생리적 활성이 낮거나 손상이 누적되어 증식 재개에 시간이 더 필요할 수 있다. 일반적으로 **젊고 활발하게 증식 중인 균**을 접종하면 오래 정지기에 머문 균보다 지연기가 짧다.

③ 접종균의 양: 접종량은 새 배지에 들어가는 초기 생균 수를 좌우한다. 접종량이 매우 적으면 집단의 증식 개시가 늦어질 수 있으며, 적정 범위에서 충분한 양의 활성 균을 접종하면 **집단의 지연기를 줄일 수 있다**. 따라서 접종량 역시 지연기 조절 요인이다.

④ 부산물의 농도: 일반적인 새 배지에 접종하는 회분식 배양에서는 초기의 부산물 축적이 적다. 부산물은 배양이 진행되면서 쌓이며, 저해성 부산물의 축적은 주로 **배양 후반의 증식 억제**와 정지기 진입에 관여한다. 따라서 초기 적응을 직접 좌우하는 영양 조건과 접종균의 상태·양에 비해 지연기 길이에 미치는 영향이 상대적으로 작다.

이 비교에서 지연기 길이에 미치는 영향이 가장 적은 요인은 ④ 부산물의 농도이다. 이는 부산물이 언제나 영향을 주지 않는다는 뜻이 아니라, 일반적인 회분식 배양의 초기 적응 단계에서 다른 세 요인보다 관련성이 작다는 뜻이다.

NoteBase

문 12. 고분자 시편의 인장시험에서 응력(stress)을 σ, 변형(strain)을 ε이라고 할 때 탄성률(modulus)은?

① $\sigma \times \varepsilon$

② $\frac{\sigma}{\varepsilon}$

③ $\frac{\varepsilon}{\sigma}$

④ $\frac{\sigma \times \varepsilon}{\sigma + \varepsilon}$

정답 2번

간단한 해설

탄성률은 선형 탄성 구간에서 **변형률에 대한 응력의 비**로, $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$이다.

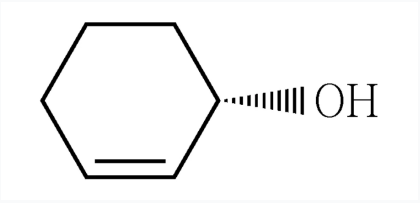
공통 해설

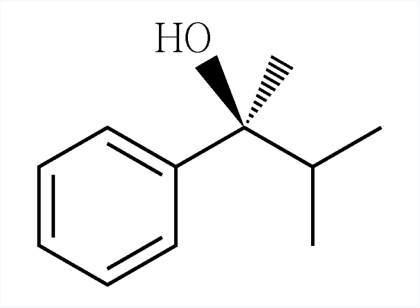
인장시험에서 응력 σ는 시편의 단위 단면적에 작용하는 인장력이고, 변형률 ε은 처음 길이에 대한 늘어난 길이의 비이다. **응력과 변형률이 비례하는 선형 탄성 구간**에서는 훅의 법칙 $\sigma = E\varepsilon$이 성립한다. 이때 비례상수 E가 인장 탄성률이며, 응력–변형률 곡선의 기울기에 해당한다.

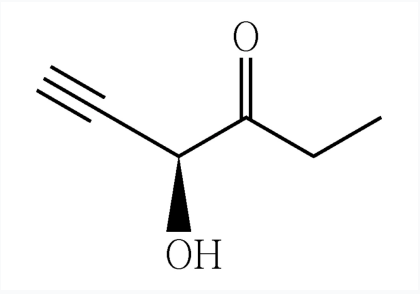
따라서 탄성률은 $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$으로 나타낸다. 변형률은 무차원이므로 탄성률의 단위는 응력과 같은 Pa이다. 탄성률이 클수록 같은 변형률을 만드는 데 더 큰 응력이 필요하므로 시편이 늘어나기 어렵다.

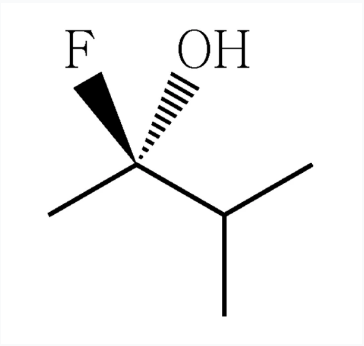
NoteBase

문 13. 카이랄 중심(chiral center)의 배열(configuration)이 R인 분자는?

① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

간단한 해설

④는 치환기의 우선순위가 F > OH > 아이소프로필기 > 메틸기이다. **최하위 메틸기를 뒤로 향하게** 놓고 보면 1 → 2 → 3이 시계 방향이므로 R 배열이다.

NoteBase

선지별 해설

CIP 규칙에 따라 카이랄 중심에 직접 결합한 원자의 원자번호가 클수록 높은 우선순위를 준다. 직접 결합한 원자가 같으면 그다음에 결합한 원자들을 원자번호가 큰 순서로 비교하며, 다중 결합은 상대 원자를 중복하여 센다. 4순위 치환기를 뒤로 놓았을 때 1 → 2 → 3이 시계 방향이면 R, 반시계 방향이면 S이다. 채운 쐐기는 앞쪽, 빗금 쐐기는 뒤쪽을 뜻한다.

① X: OH가 1순위이고 H가 4순위이다. 고리의 아래쪽 경로는 바로 다음 탄소가 이중 결합에 참여하므로 비교 원자 목록이 (C, C, H)이고, 위쪽 경로는 (C, H, H)이다. 따라서 아래쪽 경로가 2순위, 위쪽 경로가 3순위이다. 그림에서 OH → 아래쪽 경로 → 위쪽 경로는 시계 방향이지만, **최하위 H가 앞쪽**을 향하므로 방향을 뒤집어 판정한다. R이 아니라 S 배열이다.

② X: 우선순위는 OH > 페닐기 > 아이소프로필기 > 메틸기이다. 세 탄소 치환기의 비교 원자 목록은 각각 (C, C, C), (C, C, H), (H, H, H)이므로 이 순서가 된다. 빗금 쐐기의 표기 없는 끝은 **H가 아니라 메틸기의 탄소**이며, 이 4순위 치환기는 뒤쪽을 향한다. OH → 왼쪽 아래 페닐기 → 오른쪽 아래 아이소프로필기는 반시계 방향이므로 S 배열이다.

③ X: OH가 1순위, 생략된 H가 4순위이다. 오른쪽 카보닐 탄소의 비교 원자 목록은 (O, O, C), 왼쪽 삼중 결합 탄소의 목록은 (C, C, C)이므로 **카보닐기 쪽이 삼중 결합 쪽보다 우선**한다. 따라서 오른쪽이 2순위, 왼쪽이 3순위이다. OH가 채운 쐐기로 앞쪽을 향하므로 H는 뒤쪽을 향한다. 아래쪽 OH → 오른쪽 위 → 왼쪽 위는 반시계 방향이므로 S 배열이다.

④ O: 직접 결합한 원자의 원자번호는 F > O > C이므로 F가 1순위, OH가 2순위이다. 아이소프로필기와 메틸기는 각각 (C, C, H), (H, H, H)을 비교하므로 3순위와 4순위이다. 4순위 메틸기는 종이 면에 있으므로, 뒤쪽의 OH와 메틸기 위치를 한 번 바꾼 가상 구조로 판정할 수 있다. 이 가상 구조는 4순위가 뒤쪽에 있고, F → 왼쪽 아래로 옮긴 OH → 오른쪽 아래 아이소프로필기가 반시계 방향이어서 S이다. **두 치환기를 한 번 맞바꾸면 배열이 반전**되므로 원래 구조는 R 배열이다.

NoteBase

문 14. 물의 전기분해에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전체 반응식은 $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$이다.

② 산화 전극에서 수소가, 환원 전극에서 산소가 발생한다.

③ 알칼라인(alkaline) 전해셀은 전해질로 KOH나 NaOH가 사용된다.

④ 음극(cathode)에서는 환원 반응이 일어난다.

정답 2번

간단한 해설

②는 두 전극에서 발생하는 기체를 서로 바꾸어 설명했다. 물의 전기분해에서는 **산화 전극에서 산소**가, **환원 전극에서 수소**가 발생한다.

선지별 해설

① O: 물에 전기 에너지를 공급하면 수소와 산소로 분해된다. 전체 반응식은 $2H_2O(l) \rightarrow O_2(g) + 2H_2(g)$이며, 양변의 수소 원자 수와 산소 원자 수가 각각 일치한다. 반응식의 계수에 따라 생성되는 **수소와 산소의 몰수비는 2 : 1**이다.

② X: 물의 전기분해에서는 **산화 전극에서 산소, 환원 전극에서 수소**가 발생한다. 예를 들어 알칼라인 전해셀의 산화 전극에서는 $4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^-$와 같이 수산화 이온이 전자를 잃고 산소가 생성된다. 선지는 두 전극에서 발생하는 기체를 반대로 제시했다.

③ O: 알칼라인 전해셀은 KOH나 NaOH의 수용액을 전해질로 사용한다. 이들은 물에서 이온으로 해리되어 **전해질 용액의 전기 전도도를 높인다**. 용액 속 이온의 이동으로 전하가 전달되어 전극 반응이 지속될 수 있다.

④ O: 음극(cathode)은 **전자를 받아 환원이 일어나는 전극**이다. 알칼라인 전해셀에서는 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$와 같이 물이 전자를 받아 수소가 발생한다.

NoteBase

문 15. 반도체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 밴드갭보다 큰 에너지를 받으면 전기 전도도가 증가한다.

② 순수한 실리콘에 비소(As)를 도핑하면 p－형 반도체가 된다.

③ 실리콘 고유반도체에 갈륨(Ga)을 도핑하면 전기 전도도가 증가한다.

④ p－n접합은 교류 전류를 직류 전류로 바꾸는 정류기로 활용 가능하다.

정답 2번

간단한 해설

비소(As)는 실리콘보다 원자가전자가 하나 많아 전도에 참여할 전자를 제공한다. 따라서 비소를 도핑한 실리콘은 전자가 다수 운반자인 **n형 반도체**가 된다.

선지별 해설

① O: 밴드갭은 전자가 채워진 가전자대와 전자가 이동하며 전도에 참여할 수 있는 전도대 사이의 에너지 간격이다. 밴드갭보다 큰 에너지를 흡수하면 전자가 전도대로 들뜨고 가전자대에는 정공이 생긴다. 이처럼 **전하 운반자인 전자와 정공이 증가**하므로 전기 전도도가 증가한다.

② X: 실리콘(Si)의 원자가전자는 4개이고 비소(As)는 5개이다. 비소가 실리콘 자리를 대체하면 전자 4개는 주변 실리콘과의 공유결합에 참여하고, 나머지 전자 1개는 적은 에너지로 결합에서 벗어나 전도에 참여할 수 있다. 따라서 비소는 전자를 제공하는 도너이며, 비소를 도핑한 실리콘은 p형이 아니라 **전자가 다수 운반자인 n형 반도체**이다.

③ O: 갈륨(Ga)의 원자가전자는 3개로 실리콘보다 하나 적다. 갈륨이 실리콘 자리를 대체하면 공유결합에 필요한 전자가 하나 부족해지고, 주변의 전자를 받아들이면 그 전자가 있던 자리에 정공이 남는다. 따라서 갈륨은 전자를 받아들이는 억셉터로 작용하며, **정공이 다수 운반자인 p형 반도체**를 형성하여 고유반도체보다 전기 전도도를 높인다.

④ O: p–n 접합은 **순방향에서는 전류가 잘 흐르고 역방향에서는 거의 흐르지 않는** 특성을 갖는다. 이를 이용하면 교류의 한쪽 방향 전류를 주로 통과시켜 한 방향으로 흐르는 전류를 얻을 수 있으므로 정류기로 활용할 수 있다. 정류 직후의 전류는 크기가 주기적으로 변하는 맥류이지만 흐르는 방향은 일정하다.

NoteBase

문 16. 반도체 포토리소그래피(photolithography) 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 마스크에 설계된 패턴을 웨이퍼로 옮기는 공정이다.

② 감광제는 자외선을 조사하면 결합 구조가 변한다.

③ 양성감광제는 자외선이 조사되지 않은 부분이 현상액에 의해 제거된다.

④ 패턴의 구조가 작아질수록 양성감광제가 음성감광제보다 유리하다.

정답 3번

간단한 해설

양성감광제는 자외선이 **조사된 부분**의 현상액에 대한 용해도가 커져 그 부분이 제거된다. 조사되지 않은 부분이 제거되는 것은 음성감광제이다.

선지별 해설

① O: 포토리소그래피는 빛을 이용해 **마스크의 패턴을 웨이퍼 위 감광막에 전사**하는 공정이다. 현상 후 남은 감광막 패턴은 후속 식각 등에서 필요한 영역을 보호하는 역할을 한다.

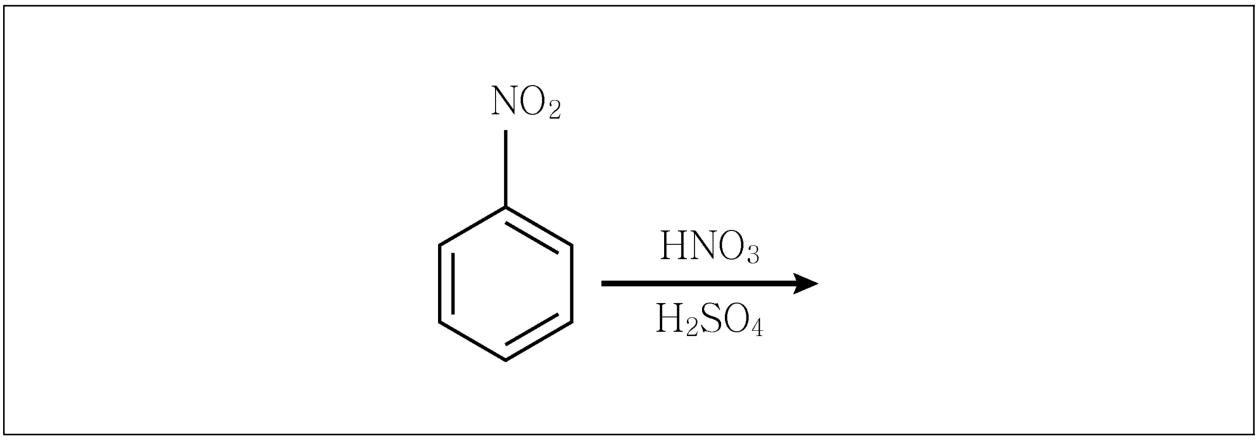
② O: 감광제는 자외선을 흡수하면 광화학 반응으로 결합 구조가 변하고, 이에 따라 **현상액에 대한 용해도**가 달라진다. 양성감광제는 노광된 부분의 용해도가 커지고, 음성감광제는 노광에 따른 가교 반응 등으로 용해도가 작아진다.

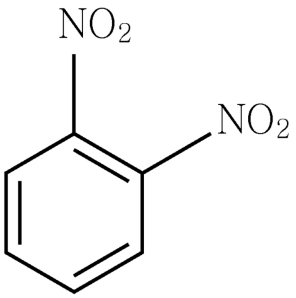
③ X: 양성감광제에서 현상액에 의해 제거되는 곳은 **자외선이 조사된 부분**이다. 노광된 부분의 용해도가 커지므로 현상 후에는 조사되지 않은 부분이 남는다. 선지의 '조사되지 않은 부분이 제거된다'는 음성감광제의 특성을 설명한 것이다.

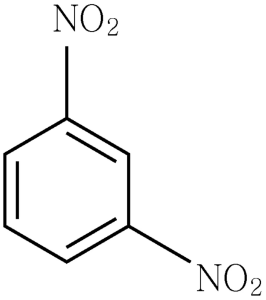
④ O: 일반적으로 양성감광제는 현상 중 팽윤이 작아 **미세한 패턴을 정밀하게 형성**하는 데 유리하다. 전통적인 가교형 음성감광제는 현상액을 흡수해 부푸는 팽윤으로 선폭이 넓어질 수 있어, 작은 구조를 구현할 때 해상도가 제한된다.

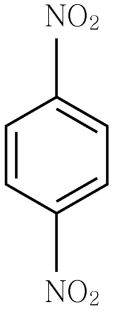
NoteBase

문 17. 다음 반응의 주 생성물은?

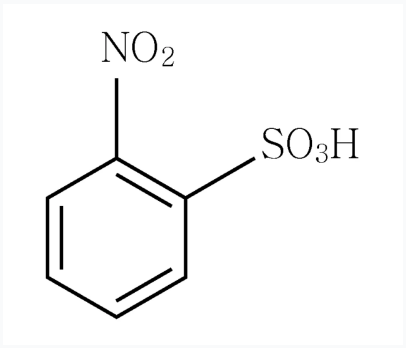


① 

② 

③ 

NoteBase

④ 

정답 2번

간단한 해설

니트로벤젠을 질산·황산 혼합물로 니트로화하면, 기존 니트로기의 **메타 지향성**에 따라 새 니트로기가 메타 위치에 도입된다. 주 생성물은 1,3-디니트로벤젠이다.

공통 해설

그림의 출발물질은 니트로벤젠이며, 질산·황산 혼합물은 방향족 고리에 니트로기를 도입하는 니트로화 시약이다. 황산은 질산으로부터 친전자체인 니트로늄 이온 NO_2^+이 생성되도록 돕는다. 이 이온이 고리를 공격한 뒤 수소 이온이 떨어져 나가면, 고리의 수소 하나가 니트로기로 치환된다. 따라서 이 반응에서 새로 도입되는 것은 설폰산기가 아니라 니트로기이다.

기존 니트로기는 전자를 끌어당기는 비활성화기로서 **메타 지향성**을 나타낸다. 오쏘·파라 위치로 공격하면 생기는 중간체에는 니트로기가 붙은 탄소에 양전하가 놓이는 불안정한 공명 구조가 포함된다. 메타 공격의 중간체는 이러한 추가 불안정화를 피하므로, 메타 치환 생성물이 주로 형성된다.

기존 니트로기가 붙은 탄소를 1번으로 잡으면 새 니트로기는 메타인 3번 위치에 도입되므로, 주 생성물은 1,3-디니트로벤젠이다. 두 니트로기가 이웃한 1,2-배치나 서로 마주 보는 1,4-배치는 이 메타 배치와 다르다.

NoteBase

문 18. 다공성 촉매를 사용하는 반응의 속도에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 반응 온도가 높을수록 촉매 표면 반응이 전체 반응 속도를 결정한다.
ㄴ. 반응 온도가 높을수록 물질 전달이 전체 반응 속도를 결정한다.
ㄷ. 촉매 표면 반응에 비해 물질 전달이 빠르면 물질 전달이 전체 반응 속도를 결정한다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

온도가 오르면 보통 촉매 표면의 화학반응이 물질 전달보다 더 민감하게 빨라져, 고온에서는 **물질 전달이 속도를 제한**하기 쉽다. 전체 반응 속도를 좌우하는 것은 두 과정 중 **상대적으로 느린 과정**이다.

보기별 해설

다공성 촉매에서는 반응물이 촉매 표면과 기공 내부로 이동하는 물질 전달과 촉매 표면에서의 화학반응이 함께 일어난다. 이때 물질 전달과 표면 반응 중 저항이 큰, 즉 상대적으로 느린 과정이 전체 반응 속도를 제한한다.

ㄱ. X: 일반적으로 온도가 높아질 때 표면 반응은 물질 전달보다 더 크게 빨라진다. 따라서 고온으로 갈수록 표면 반응보다 물질 전달이 상대적으로 느려져 속도를 제한하기 쉽다. 표면 반응이 전체 속도를 결정하는 것은 보통 **표면 반응 자체가 느린 저온 영역**이다.

ㄴ. O: 고온에서는 표면 반응이 빨라져 촉매 표면에서 반응물이 빠르게 소비된다. 이때 물질 전달이 반응물을 충분히 공급하지 못하면, **반응물의 공급 속도**가 전체 반응 속도를 결정한다. 다른 조건이 같을 때 온도가 높아질수록 이러한 물질 전달 지배가 나타나기 쉽다.

ㄷ. X: 물질 전달이 표면 반응보다 빠르면 반응물은 충분히 공급되지만 표면에서 천천히 반응한다. 따라서 이 경우에는 물질 전달이 아니라 **촉매 표면 반응**이 전체 반응 속도를 결정한다. 물질 전달이 속도를 결정하려면 반대로 물질 전달이 표면 반응에 비해 느려야 한다.

옳은 보기는 ㄴ뿐이므로 ②에 해당한다.

NoteBase

문 19. 다음 설명에 해당하는 계면활성제의 종류로 옳은 것은?

◯ $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3^+Cl^-$가 포함된다.
◯ 섬유유연제, 분산제, 살균소독제의 용도로 사용된다.
◯ 수용액 내에서 음이온성 계면활성제와 반응 시 염을 형성한다.

① 양이온성
② 양쪽성
③ 비이온성
④ 음이온성

정답 1번

간단한 해설

제시된 물질은 물속에서 계면활성 작용을 하는 유기 이온이 **양전하**를 띠는 4차 암모늄염이므로 양이온성 계면활성제이다. 음이온성 계면활성제와 염을 형성한다는 설명도 서로 반대인 전하의 결합으로 이해할 수 있다.

핵심 풀이

구조의 단서: $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3^+Cl^-$는 긴 탄화수소 사슬과 4차 암모늄기를 갖는 염이다. 물속에서는 $C_{12}H_{25}N(CH_3)_3^+$와 Cl^-로 해리되며, 긴 탄화수소 사슬은 소수성 부분이고 양전하를 띠는 암모늄기는 친수성 부분이다. 계면활성제의 분류는 **계면활성 작용을 하는 유기 이온의 전하**를 기준으로 하므로 양이온성에 해당한다. 염화 이온은 반대 전하를 맞추는 상대 이온이다.

용도의 단서: 양이온성 계면활성제는 섬유 표면에 흡착하여 유연성과 정전기 방지 효과를 나타내므로 섬유유연제에 쓰인다. 또한 4차 암모늄염 계열에는 미생물의 세포막에 작용하는 물질이 있어 살균소독제로도 사용된다. 제시된 분산제 용도만으로 종류를 확정하기보다는 구조와 나머지 성질을 함께 판단한다.

음이온성 계면활성제와의 반응: 양전하를 띠는 계면활성 이온과 음전하를 띠는 계면활성 이온은 서로 끌어당겨 염을 형성한다. 이때 물에 잘 녹지 않는 결합체가 생겨 **계면활성이나 살균 효과가 저하될 수 있다**. 따라서 음이온성 계면활성제와의 염 형성은 양이온성이라는 판단을 뒷받침한다.

다른 유형과의 구분: 음이온성은 계면활성 작용을 하는 이온이 음전하를 띠고, 비이온성은 친수성 부분이 물속에서 이온으로 해리되지 않는 유형이다. 양쪽성은 **한 분자 안에 양이온성·음이온성 작용기를 함께 갖는** 유형이다. 제시된 물질에 양이온과 염화 이온이 함께 있다는 사실은 양쪽성을 뜻하지 않는다.

NoteBase

문 20. 지방산에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유지의 가수분해로 제조된다.

② 계면활성제, 화장품에 이용된다.

③ 탄화수소 사슬을 가진 카복실산이다.

④ 포화지방산의 탄소－탄소 결합은 이중 결합이다.

정답 4번

간단한 해설

포화지방산의 탄소–탄소 결합은 모두 **단일 결합**이다. 탄화수소 사슬에 탄소–탄소 이중 결합이 하나 이상 있는 것은 불포화지방산이다.

선지별 해설

① O: 유지는 글리세롤과 지방산이 에스터 결합으로 연결된 물질이다. 유지의 **에스터 결합을 가수분해**하면 지방산과 글리세롤이 생성되므로, 이를 이용하여 지방산을 제조한다.

② O: 지방산은 물과 친화력이 작은 탄화수소 사슬과 친수성 카복실기를 가진다. 지방산의 나트륨염·칼륨염은 **비누형 계면활성제**로 쓰이며, 지방산과 그 유도체는 화장품의 원료로도 이용된다.

③ O: 지방산은 **탄화수소 사슬에 카복실기(-COOH)가 결합**한 카복실산이다. 탄화수소 사슬의 탄소–탄소 이중 결합 유무에 따라 포화지방산과 불포화지방산으로 구분한다.

④ X: 포화지방산의 탄화수소 사슬에는 탄소–탄소 이중 결합이 없으며, 탄소–탄소 결합은 모두 **단일 결합**이다. 따라서 선지의 '이중 결합'은 '단일 결합'으로 고쳐야 한다. 탄소–탄소 이중 결합을 하나 이상 가진 지방산은 불포화지방산이다.

NoteBase