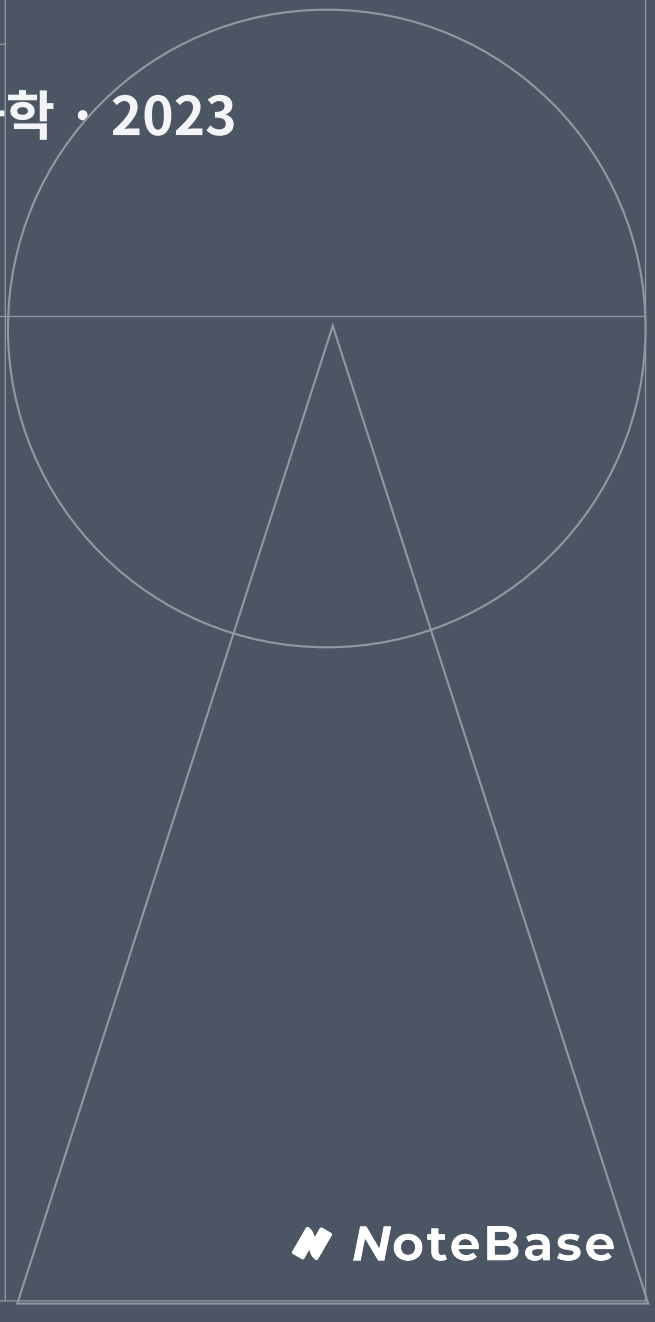
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2023

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2023

문 1. 수소 결합을 이루지 않는 것은?

① 에탄올(ethanol)

② 불화수소(hydrogen fluoride)

③ 아세트산(acetic acid)

④ 다이에틸에터(diethyl ether)

정답 4번

간단한 해설

다이에틸에터에는 산소 원자는 있지만 **산소에 직접 결합한 수소가 없어** 자기 분자들끼리는 수소 결합을 형성하지 못한다. 다만 산소의 비공유 전자쌍을 통해 물과는 수소 결합을 형성할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

이 문항은 순수한 물질에서 같은 종류의 분자 사이에 수소 결합이 형성되는지를 묻는다. 수소 결합은 보통 N·O·F에 직접 결합한 수소와 다른 분자의 N·O·F에 있는 비공유 전자쌍 사이에 형성되는 인력이다. 아래 O/X는 각 물질이 자기 분자들 사이에서 수소 결합을 형성하는지에 대한 판단이다.

① O: 에탄올에는 **하이드록실기(–OH)**가 있다. 한 분자의 O–H 결합에 있는 수소가 다른 분자 산소의 비공유 전자쌍과 상호 작용하므로 분자 사이에 수소 결합을 형성한다.

② O: 불화수소는 **수소가 플루오린에 직접 결합**한 물질이다. 플루오린의 전기음성도가 커서 수소가 부분적인 양전하를 띠며, 이 수소와 이웃한 분자 플루오린의 비공유 전자쌍 사이에 수소 결합이 형성된다.

③ O: 아세트산의 **카복실기(–COOH)**에는 O–H 결합과 카보닐 산소가 있다. 한 분자의 O–H 수소와 다른 분자의 카보닐 산소 사이에 수소 결합을 형성할 수 있다.

④ X: 다이에틸에터의 산소는 두 에틸기에 결합해 있어 **O–H 결합이 없다**. 따라서 산소에 비공유 전자쌍이 있어도 수소 결합에 필요한 수소를 제공하지 못하므로 자기 분자들끼리는 수소 결합을 형성하지 않는다. 다만 물과 섞이면 산소가 물의 O–H 수소와 수소 결합을 형성할 수 있으므로, 다른 물질과도 수소 결합을 전혀 하지 못한다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 2. 화학적으로는 중성이지만 영양성분이 식물에 흡수된 이후 산성을 나타내는 비료로 옳은 것은?

① 석회

② 요소

③ 염화칼륨

④ 용성인비

정답 3번

간단한 해설

염화칼륨은 수용액에서는 중성이지만 **생리적 산성비료**로 분류된다. 식물이 칼륨 이온을 염화 이온보다 많이 흡수할 때, 전하 균형을 유지하는 과정에서 뿌리가 수소 이온을 방출하여 주변 토양을 산성화할 수 있기 때문이다.

개념 구분

화학적 반응은 비료 자체를 물에 녹였을 때의 산성·중성·염기성을 뜻한다. 생리적 반응은 식물의 양분 흡수에 따라 토양에 나타나는 반응이다. 문제의 조건은 **화학적 중성과 생리적 산성**을 함께 충족하는 것이다.

① 석회: 토양의 산성을 중화하는 염기성 비료이다. 생리적 반응에서도 염기성으로 분류되므로, 양분 흡수 후 산성을 나타내는 비료에 해당하지 않는다.

② 요소: 화학적으로 중성이며, 이 문항이 따르는 비료 반응 분류에서는 **생리적 중성비료**에 속한다. 다만 이 분류가 실제 토양에서 산성화를 전혀 일으키지 않는다는 뜻은 아니다. 요소에서 생성된 암모늄이 질산화되고 질산염이 용탈되는 조건에서는 토양이 산성화될 수 있다.

③ 염화칼륨: 강산인 염산과 강염기인 수산화칼륨에 대응하는 염으로, 수용액은 중성이다. 그러나 식물이 칼륨 이온을 염화 이온보다 많이 흡수하면 양전하의 흡수가 우세해진다. 이때 전하 균형을 유지하는 과정에서 **뿌리가 수소 이온을 방출**하여 뿌리 주변의 pH를 낮출 수 있다. 이러한 선택적 양분 흡수에 따른 반응을 기준으로 생리적 산성비료로 분류한다.

④ 용성인비: 인산을 공급하는 비료로, 화학적 반응과 생리적 반응에서 모두 염기성으로 분류된다. 따라서 화학적으로 중성이면서 양분 흡수 후 산성을 나타낸다는 조건에 맞지 않는다.

화학적 중성과 생리적 산성을 모두 충족하는 것은 염화칼륨이므로 ③이 해당한다.

NoteBase

문 3. 탄산나트륨의 용도로 적절하지 않은 것은?

① 비누 제조

② 유리 제조

③ 암모니아 제조

④ 글루탐산소다 제조

정답 3번

간단한 해설

암모니아는 하버·보슈법으로 **질소와 수소를 반응시켜 제조**하며, 탄산나트륨은 이 합성 반응의 원료가 아니다. 암모니아 소다법은 반대로 암모니아를 이용하여 탄산나트륨을 만드는 공정이다.

선지별 해설

① O: 비누의 주성분은 지방산의 나트륨염이다. 탄산나트륨은 알칼리제로서 **지방산을 중화하여 비누 성분을 만드는 데** 이용할 수 있으므로 비누 제조는 그 용도에 해당한다.

② O: 탄산나트륨은 유리 제조에서 규사가 더 낮은 온도에서 녹도록 돕는 **융제**로 쓰인다. 따라서 유리 원료의 용융에 필요한 온도와 에너지 소비를 낮추는 역할을 한다.

③ X: 암모니아의 대표적인 공업적 제조법인 하버·보슈법은 촉매 존재하에 높은 온도와 압력에서 질소와 수소를 반응시키는 방법이다. **탄산나트륨은 이 암모니아 합성 반응의 원료가 아니다.** 암모니아 소다법, 즉 솔베이법은 암모니아를 이용하여 탄산나트륨을 제조하는 공정으로, 제조 대상이 암모니아인 것은 아니다.

④ O: 글루탐산소다는 글루탐산의 나트륨염이다. 탄산나트륨은 **글루탐산을 중화하고 나트륨을 공급**하여 글루탐산소다를 만드는 데 이용할 수 있다.

따라서 탄산나트륨의 용도로 적절하지 않은 것은 ③ 암모니아 제조이다.

NoteBase

문 4. $[Cr(NH_3)_5Cl]Cl_2$**에서 크로뮴(Cr)의 산화수는?**

① +1

② +2

③ +3

④ +4

정답 3번

간단한 해설

착이온의 전하는 +2이고, 암모니아 리간드는 중성, 내부 염화 리간드는 −1이므로 Cr의 산화수는 **+3**이다.

계산 과정

착이온의 전하: 화합물 전체는 전기적으로 중성이다. 대괄호 밖의 염화 이온은 각각 전하가 −1이고 2개 있으므로 전하 합은 −2이다. 이를 상쇄하려면 **대괄호 안 착이온의 전하는 +2**여야 한다.

리간드의 기여: NH_3는 **전하가 0인 중성 리간드**이므로 5개가 있어도 전하 합은 0이다. 대괄호 안의 염화 리간드는 1개이며 전하가 −1이다.

Cr의 산화수 계산: Cr의 산화수를 x라 하면, 중심 금속의 산화수와 리간드 전하의 합은 착이온의 전하와 같으므로 $x + 5 \cdot 0 + (-1) = +2$이다. 이를 풀면 $x = +3$이다. 따라서 Cr의 산화수는 +3이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 5. 아세톤의 공업적 제조법으로 적절하지 않은 것은?

① Hock 공정

② 프로필렌(propylene)의 직접 산화

③ 아이소프로필알코올(isopropyl alcohol)의 공기 산화

④ 에피클로로하이드린(epichlorohydrin)의 가수분해

정답 4번

간단한 해설

에피클로로하이드린의 가수분해로 얻는 물질은 아세톤이 아니라 **글리세롤(글리세린)**이다. 아세톤을 만드는 산화 공정과 글리세롤을 만드는 가수분해 공정을 구별해야 한다.

핵심 풀이

에피클로로하이드린의 가수분해: 염기성 수용액에서 가수분해하여 **글리세롤**을 얻는 경로이다. 글리세롤은 하이드록시기가 세 개인 알코올이며, 케톤인 아세톤과는 다른 물질이다.

Hock 공정: 큐멘을 공기 중 산소로 산화하여 큐멘 하이드로퍼옥사이드를 만든 뒤, 산 촉매로 분해하여 **페놀과 아세톤을 함께** 얻는다. 페놀 제조 공정에서도 아세톤이 생성된다는 점이 핵심이다.

프로필렌의 직접 산화: 팔라듐 촉매를 이용하는 Wacker 산화로 프로필렌을 아세톤으로 전환할 수 있다. 따라서 프로필렌의 산화는 아세톤 제조 경로에 해당한다.

아이소프로필알코올의 공기 산화: 아이소프로필알코올은 2차 알코올이므로 산화하면 **케톤인 아세톤**이 된다. 공기 중 산소를 이용하는 산화는 이 전환을 이용한 제조법이다.

NoteBase

문 6. 전해 전지에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 전기 에너지를 이용하여 비자발적 화학 반응을 일으킨다.
ㄴ. 산화 전극은 (-)극이다.
ㄷ. 연료 전지는 전해 전지에 해당한다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

전해 전지는 **전기 에너지를 공급하여 비자발적 화학 반응**을 일으킨다. 자발적 반응으로 전기 에너지를 얻는 갈바니 전지와 에너지 전환 방향이 반대이다.

보기별 해설

ㄱ. O: 전해 전지는 외부 전원에서 전기 에너지를 받아 스스로 진행되지 않는 산화·환원 반응을 일으키는 장치이다. 즉, **전기 에너지를 화학 에너지로 전환**한다.

ㄴ. X: 전해 전지의 산화 전극은 **양(+)극**이다. 외부 전원의 양극에 연결되어 전자를 빼앗기는 전극에서 산화가 일어난다. 음(-)극은 외부 전원으로부터 전자를 공급받아 환원이 일어나는 전극이다.

ㄷ. X: 연료 전지는 **갈바니 전지**에 해당한다. 외부에서 계속 공급되는 연료와 산화제의 자발적인 산화·환원 반응을 이용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 전환한다. 따라서 전기 에너지를 소비하여 비자발적 반응을 일으키는 전해 전지와 구별된다.

옳은 보기는 ㄱ만이므로 ①의 구성과 일치한다.

NoteBase

문 7. 비료에 대한 설명으로 옳은 것은?

① N, P_2O_5, SO_3 중 2가지 이상을 함유하면 복합비료로 분류한다.

② 화성비료는 비료 성분을 단순 혼합하여 만든다.

③ 고도화성비료는 저도화성비료에 비해 저장 효율이 낮다.

④ 과인산석회와 석회질 비료를 섞으면 비료 효과가 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

과인산석회의 수용성 인산은 석회질 비료와 반응하면 **물에 잘 녹지 않는 인산칼슘**으로 바뀐다. 이 때문에 작물이 이용할 수 있는 인산이 줄어 비료 효과가 감소한다.

선지별 해설

① X: 복합비료의 분류 기준은 **질소·인산·칼리 중 2가지 이상**을 함유하는지이다. 비료 성분량은 질소를 N, 인산을 P_2O_5, 칼리를 K_2O로 표시한다. 따라서 선지의 SO_3를 K_2O로 고쳐야 한다.

② X: 화성비료는 원료에 **화학적 반응이나 처리**를 거쳐 두 가지 이상의 비료 성분을 함유하도록 만든다. 완성된 비료들을 단순히 섞어 만드는 것은 배합비료이다.

③ X: 고도화성비료는 저도화성비료보다 비료의 단위 질량당 유효 성분 함량이 높다. 같은 양의 양분을 공급하는 데 필요한 비료량이 적으므로 운반·포장·저장 부담이 줄어든다. 따라서 저장 효율은 **낮은 것이 아니라 높다**.

④ O: 과인산석회에는 물에 잘 녹는 인산이 들어 있다. 이를 석회질 비료와 섞으면 인산이 칼슘과 반응하여 **물에 잘 녹지 않는 인산칼슘**으로 바뀐다. 그 결과 작물이 쉽게 흡수할 수 있는 인산이 줄어 비료 효과가 감소한다.

NoteBase

문 8. 다음 반응의 주 생성물 ㉠이 과량의 물과 반응할 때 주로 생성되는 것은?

$$CH_2=CH_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[250\sim300\,^\circ C,\ 10\sim30\ atm]{Ag} \text{㉠}$$

① 에탄올(ethanol)

② 에틸렌글라이콜(ethylene glycol)

③ 아세트산(acetic acid)

④ 아세트알데하이드(acetaldehyde)

정답 2번

간단한 해설

은(Ag) 촉매로 에틸렌을 산화하면 ㉠인 **산화에틸렌**이 생성된다. 산화에틸렌은 과량의 물과 반응하여 고리가 열리면서 **에틸렌글라이콜**이 된다.

핵심 풀이

㉠의 확인: 그림의 반응물은 에틸렌과 산소이며, 조건은 은(Ag) 촉매, 250~300 °C, 10~30 atm이다. 이는 에틸렌을 **산화에틸렌으로 부분 산화**하는 반응이다. 산화에틸렌은 탄소 원자 두 개와 산소 원자 한 개가 삼원자 고리를 이루는 에폭사이드이다.

물과의 반응: 산화에틸렌에 물이 반응하면 고리의 탄소–산소 결합이 끊어지면서 고리가 열린다. 이때 기존 고리의 산소와 물에서 온 산소가 각각 수산기(–OH)를 이루므로, 두 탄소에 수산기가 하나씩 붙은 **에틸렌글라이콜(HO–CH_2–CH_2–OH)**이 생성된다. 따라서 ㉠을 과량의 물과 반응시켰을 때의 주 생성물은 에틸렌글라이콜이다.

에탄올과의 구분: 에틸렌에 물을 직접 첨가하는 수화 반응에서는 에탄올이 생성된다. 그러나 이 문제에서는 **에틸렌을 먼저 산화에틸렌으로 바꾼 뒤** 물과 반응시키므로, 수산기가 하나인 에탄올이 아니라 수산기가 두 개인 에틸렌글라이콜이 생성된다.

NoteBase

문 9. 프로필렌(propylene)을 원료로 생산되는 석유화학 제품이 아닌 것은?

① 염화알릴(allyl chloride)

② 아세트산바이닐(vinyl acetate)

③ 아크릴로나이트릴(acrylonitrile)

④ 아이소프로필알코올(isopropyl alcohol)

정답 2번

간단한 해설

아세트산바이닐은 대표적인 공업적 제조법에서 **에틸렌을 아세트산 및 산소와 반응시켜** 생산한다. 나머지 세 제품은 프로필렌을 원료로 생산할 수 있다.

개념 구분

① 염화알릴: 프로필렌을 염소와 반응시키는 **고온 염소화**로 생산한다. 따라서 프로필렌을 원료로 하는 석유화학 제품에 해당한다.

② 아세트산바이닐: 대표적인 공업적 제조법은 촉매를 이용하여 **에틸렌·아세트산·산소를 반응시키는 방법**이다. 이 제조 경로의 올레핀 원료는 프로필렌이 아니라 에틸렌이다.

③ 아크릴로나이트릴: 프로필렌을 암모니아 및 산소와 촉매 반응시키는 **암모산화**로 생산한다. 암모니아를 이용하면서 산화하는 반응이며, 대표적인 공업적 제조법을 SOHIO 공정이라고 한다.

④ 아이소프로필알코올: 프로필렌의 이중결합에 물을 첨가하는 **수화 반응**으로 생산한다. 프로필렌과 물을 직접 반응시키는 방법이나 황산과의 반응을 거치는 간접 수화법을 이용한다.

따라서 대표적인 공업적 제조 경로를 기준으로 프로필렌계 제품에 해당하지 않는 것은 ② 아세트산바이닐이다.

NoteBase

문 10. 계면활성제의 임계마이셀농도(critical micelle concentration) 측정 방법으로 적절하지 않은 것은?

① 타원편광법

② 표면장력법

③ 색소가용화법

④ 전기전도도법

정답 1번

간단한 해설

타원편광법은 반사광의 편광 변화를 이용해 **박막의 두께와 광학적 성질**을 분석하는 방법이다. 임계마이셀농도는 보통 마이셀 형성에 따른 표면장력·색소 가용화량·전기전도도의 변화로 측정한다.

개념 구분

임계마이셀농도(CMC)는 계면활성제 분자들이 용액에서 마이셀을 본격적으로 형성하기 시작하는 농도이다. 이 농도 전후에서 나타나는 **물성의 변화 양상**을 이용해 CMC를 찾는다.

타원편광법: 시료에서 반사된 빛의 편광 상태 변화를 측정하고, 이를 해석하여 박막의 두께와 굴절률 등의 광학적 성질을 구한다. 따라서 제시된 방법 중 일반적인 CMC 측정법에 해당하지 않는 것은 **타원편광법**이다.

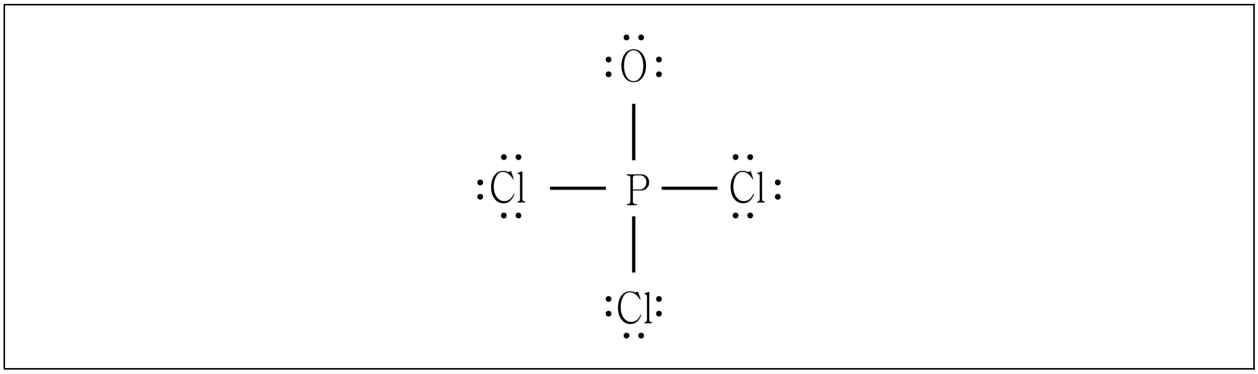
표면장력법: 계면활성제 농도가 증가하면 계면에 흡착하는 분자가 늘어 표면장력이 감소한다. CMC 이상에서는 추가된 계면활성제가 주로 마이셀을 형성하여 표면장력의 감소가 작아지므로, **표면장력 곡선의 기울기가 달라지는 지점**에서 CMC를 구한다.

색소가용화법: 물에 잘 녹지 않는 색소가 마이셀의 소수성 내부에 가용화되는 성질을 이용한다. 마이셀이 형성되면서 색소의 가용화량이 뚜렷하게 증가하는 변화를 관찰하여 CMC를 구한다.

전기전도도법: **이온성 계면활성제**에 적용한다. 마이셀 형성으로 전하 운반체의 이동성과 반대 이온의 결합 상태 등이 달라져 전기전도도의 농도에 따른 증가율이 변하므로, 전기전도도 곡선의 기울기 변화로 CMC를 구한다.

NoteBase

문 11. P와 O의 형식전하를 옳게 짝 지은 것은?



① P: +1, O: 0

② P: +1, O: −1

③ P: −1, O: 0

④ P: −1, O: −1

정답 2번

간단한 해설

형식전하는 **결합 전자를 두 원자에 똑같이 나누어** 계산한다. 그림에서 P는 단일결합 4개를, O는 단일결합 1개와 비공유 전자쌍 3개를 가지므로 형식전하는 각각 +1과 −1이다.

계산 과정

형식전하는 결합 전자를 두 원자에 똑같이 나누어 배정했을 때, 중성 원자의 원자가전자 수와 배정된 전자 수의 차이이다. 원자가전자 수를 V, 비공유 전자 수를 N, 결합 전자 수를 B라 하면 $FC = V - N - \frac{B}{2}$이다. 비공유 전자는 모두 해당 원자에 배정하고, 결합 전자는 절반만 배정한다. 이 문제에서는 **그림에 제시된 단일결합 구조**를 그대로 사용한다.

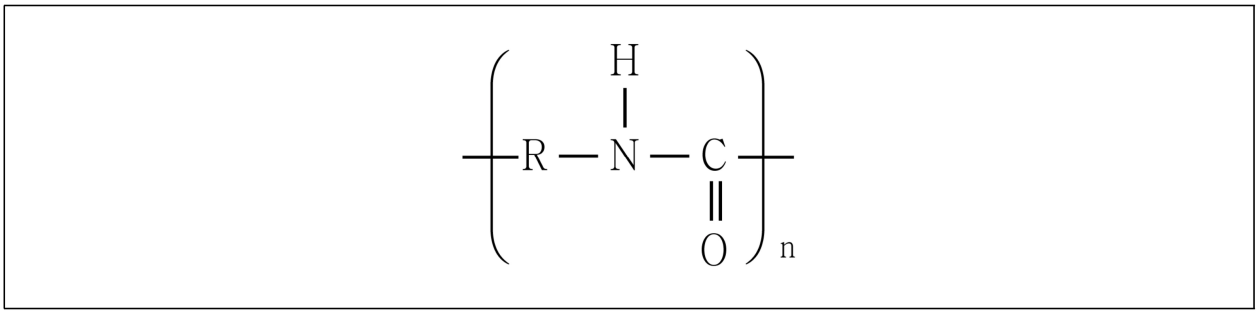
P: 원자가전자는 5개이다. 그림에서 비공유 전자는 없고, O 및 Cl 3개와 이루는 단일결합이 총 4개이므로 결합 전자는 8개이다. P에 배정되는 전자는 $0 + \frac{8}{2} = 4$개이므로 형식전하는 $5 - 4 = +1$이다.

O: 원자가전자는 6개이다. 그림의 점 6개는 비공유 전자쌍 3개를 나타내고, P와의 단일결합에는 전자 2개가 있다. O에 배정되는 전자는 $6 + \frac{2}{2} = 7$개이므로 형식전하는 $6 - 7 = -1$이다.

따라서 P: +1, O: −1이며, ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 12. 다음 구조식을 갖는 고분자는?



① 폴리에스터(polyester)

② 폴리우레아(polyurea)

③ 폴리우레탄(polyurethane)

④ 폴리아마이드(polyamide)

정답 4번

간단한 해설

반복 단위의 –NH–C(=O)–는 **아마이드 결합**이다. 주사슬에 이 결합이 반복되므로 폴리아마이드에 해당한다.

핵심 풀이

그림에서 질소(N)는 수소(H)를 가지며, 산소와 이중결합한 탄소에 직접 연결되어 있다. 이 **–NH–C(=O)–가 아마이드 결합**이며, 주사슬에 이 결합이 반복되는 고분자가 폴리아마이드이다.

폴리에스터의 에스터 결합은 –C(=O)–O–이다. 카보닐 탄소에 연결된 원자가 그림의 질소와 달리 산소이다.

폴리우레아의 우레아 결합은 –NH–C(=O)–NH–이다. **카보닐 탄소 양쪽에 질소**가 연결되는 점에서 제시된 반복 구조와 구별된다.

폴리우레탄의 우레탄 결합은 –NH–C(=O)–O–이다. 카보닐 탄소 한쪽에 질소, 다른 쪽에 산소가 연결되므로 제시된 아마이드 결합과 다르다.

NoteBase

문 13. 실리콘 반도체의 제조 공정을 진행 순서대로 옳게 나열한 것은?

① 감광제 도포 → 노광 → 산화 → 식각

② 감광제 도포 → 산화 → 식각 → 노광

③ 산화 → 감광제 도포 → 노광 → 식각

④ 산화 → 식각 → 감광제 도포 → 노광

정답 3번

간단한 해설

산화로 만든 산화막 위에 감광제를 도포해야 빛으로 회로 무늬를 옮길 수 있다. **노광 후 현상으로 감광제 패턴을 만든 다음**, 그 패턴으로 보호되지 않은 산화막을 식각한다.

올바른 순서

산화 → 감광제 도포 → 노광 → 식각

산화: 실리콘 웨이퍼 표면을 산화시켜 절연성과 표면 보호 기능을 가진 이산화규소 산화막을 형성한다. 이 공정에서 식각할 대상인 **산화막을 먼저 형성**해야 그 위에 감광제를 도포할 수 있다.

감광제 도포: 산화막 위에 빛에 반응하는 감광제인 포토레지스트를 균일하게 입힌다. 다음 단계에서 빛으로 패턴을 기록하려면 **빛에 반응할 감광층**이 먼저 있어야 한다.

노광: 회로 무늬가 있는 마스크를 통해 감광층에 빛을 비추어, 빛을 받은 부분과 받지 않은 부분의 현상액에 대한 용해성이 달라지게 한다. 이어서 선택지에는 생략된 **현상 과정**을 거쳐 감광제의 일부를 제거하면, 산화막을 보호할 감광제 패턴과 산화막이 드러난 부분이 생긴다.

식각: 남아 있는 감광제 패턴을 보호막으로 삼아 **감광제로 덮이지 않은 산화막**을 선택적으로 제거한다. 감광제로 가려진 부분은 남으므로, 앞서 빛으로 정한 무늬가 산화막에 옮겨진다.

NoteBase

문 14. 사슬중합과 단계중합에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 사슬중합은 개시제가 반드시 필요하다.
ㄴ. 사슬중합에서는 시간에 따라 평균 분자량의 증가 속도가 느려진다.
ㄷ. 단계중합에서는 시간에 따라 단량체의 소모 속도가 느려진다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

사슬중합에는 사슬의 성장을 시작하는 **개시 과정**이 필요하지만, **개시제를 반드시 첨가해야 하는 것은 아니다**. 스티렌처럼 열에 의해 스스로 개시되어 중합하는 경우도 있다.

보기별 해설

ㄱ. X: 사슬중합은 활성점이 형성되는 개시 과정과 그 활성점에 단량체가 연속적으로 붙는 성장 과정을 거친다. 개시제를 넣어 활성점을 만드는 방법이 흔하지만, 스티렌의 열적 자기개시처럼 **별도의 개시제 첨가 없이도** 반응이 시작될 수 있다. 따라서 '개시제가 반드시 필요하다'는 표현은 옳지 않다.

ㄴ. O: 일반적인 사슬중합에서는 일단 활성점이 생기면 단량체가 빠르게 연속 부가되므로 **반응 초기부터 높은 분자량의 고분자**가 형성된다. 이후에는 평균 분자량의 증가가 완만해지고, 주로 생성된 고분자의 양이 늘어난다. 개별 사슬이 빠르게 성장한다는 것과 반응 시간 내내 평균 분자량이 빠르게 증가한다는 것은 구별해야 한다.

ㄷ. O: 단계중합에서는 단량체끼리뿐 아니라 단량체와 올리고머, 올리고머끼리도 반응한다. 초기에는 단량체가 풍부하여 빠르게 소모되지만, 시간이 지나 **남아 있는 단량체의 농도가 낮아지면** 단량체의 소모 속도도 느려진다. 후기에는 이미 만들어진 올리고머와 고분자 사이의 반응이 이어지므로, 단량체가 많이 소모된 뒤에도 분자량은 계속 커질 수 있다.

옳은 보기는 ㄴ과 ㄷ이므로, 이 조합에 해당하는 선택지는 ③이다.

NoteBase

문 15. 탈수소반응(dehydrogenation)의 반응물과 생성물의 짝으로 옳지 않은 것은?

① 반응물: n-뷰테인(n-butane), 생성물: n-뷰틸렌(n-butylene)

② 반응물: 에틸벤젠(ethyl benzene), 생성물: 스타이렌(styrene)

③ 반응물: n-헵테인(n-heptane), 생성물: 톨루엔(toluene)

④ 반응물: 아세트알데하이드(acetaldehyde), 생성물: 에탄올(ethanol)

정답 4번

간단한 해설

아세트알데하이드가 에탄올로 변할 때는 수소가 제거되는 것이 아니라 **첨가**된다. 따라서 이 변화는 탈수소반응이 아닌 **수소화반응**이며, 반대로 에탄올을 탈수소하면 아세트알데하이드가 생성된다.

선지별 해설

탈수소반응은 반응물에서 수소가 제거되는 반응이다. 반응 전후의 수소 수와 결합 구조가 어떻게 달라지는지 확인한다.

① O: n-뷰테인은 탄소 사이가 모두 단일결합인 알케인이다. 수소 원자 2개가 제거되면서 탄소 사이에 **이중결합이 형성**되면 알켄인 n-뷰틸렌이 생성된다. 이때 제거된 수소는 수소 분자 1개에 해당한다.

② O: 에틸벤젠의 에틸기에서 수소 원자 2개가 제거되면 곁사슬에 탄소–탄소 이중결합이 생겨 스타이렌이 된다. 벤젠 고리는 유지되고 **에틸기가 비닐기로 바뀌는** 탈수소반응이다.

③ O: n-헵테인은 **고리 형성과 탈수소가 함께 일어나는 탈수소고리화반응**으로 톨루엔이 될 수 있다. 사슬형 탄화수소에서 벤젠 고리를 가진 방향족 탄화수소로 바뀌면서, 전체적으로 n-헵테인 1분자당 수소 분자 4개가 제거된다.

④ X: 아세트알데하이드가 에탄올로 변하려면 카보닐기의 탄소와 산소에 수소가 첨가되어 알코올기가 형성되어야 한다. 따라서 이는 **수소화에 의한 환원반응**이다. 탈수소반응의 짝으로 나타내려면 반응물을 에탄올, 생성물을 아세트알데하이드로 바꾸어야 한다.

NoteBase

문 16. 10몰의 에테인다이아민(ethanediamine)과 10몰의 아디프산(adipic acid)이 반응하여 합성된 고분자에서 말단 카르복실기의 총량이 0.1몰일 때, 고분자의 수평균 분자량은? (단, 합성된 고분자에서 반복단위의 분자량은 170이고, 말단기 분자량은 무시한다)

① 8,500

② 17,000

③ 34,000

④ 68,000

정답 2번

간단한 해설

아민기와 카르복실기는 같은 수만큼 반응하므로, 남은 말단 아민기도 0.1몰이다. **사슬 하나당 말단기는 두 개**이므로 고분자 사슬은 0.1몰이며, 사슬당 평균 반복단위 수는 100개가 되어 수평균 분자량은 17,000이다.

계산 과정

말단기의 양: 고리화와 부반응이 없는 선형 축합중합으로 계산한다. 에테인다이아민은 분자당 아민기 두 개, 아디프산은 분자당 카르복실기 두 개를 가지므로 처음의 각 작용기는 모두 $10 \times 2 = 20$몰이다. 아마이드 결합이 생길 때 **아민기와 카르복실기가 1:1로 소모**되므로, 말단 카르복실기가 0.1몰 남으면 말단 아민기도 0.1몰 남는다.

고분자 사슬의 양: 선형 사슬 하나에는 말단기가 두 개 있다. 따라서 전체 말단기 0.1 + 0.1 = 0.2몰을 2로 나누면 고분자 사슬의 양은 $n = \frac{0.2}{2} = 0.1\text{mol}$이다. 이때 두 개는 카르복실기만의 개수가 아니라 **아민기와 카르복실기를 합한 말단기 개수**이다.

평균 반복단위 수: 반복단위 하나는 에테인다이아민 한 분자와 아디프산 한 분자에서 유래한다. 말단기 분자량을 무시하는 조건에서 반복단위의 총량을 10몰로 계산하므로, 사슬당 평균 반복단위 수는 $\frac{10}{0.1} = 100$이다. 두 단량체의 몰수를 더한 20몰을 반복단위의 양으로 쓰면 한 쌍을 두 번 세게 된다.

수평균 분자량: 수평균은 각 사슬을 하나씩 세어 구한 평균이다. 반복단위의 분자량 170에 사슬당 평균 반복단위 수를 곱하면 $\overline{M}_n = 170 \times 100 = 17{,}000$이다. 따라서 ②의 17,000과 일치한다.

NoteBase

문 17. 지용성 비타민으로만 묶은 것은?

① 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E

② 비타민 A, 비타민 D, 비타민 K

③ 비타민 B, 비타민 D, 비타민 K

④ 비타민 C, 비타민 D, 비타민 E

정답 2번

간단한 해설

비타민 **A·D·K는 모두 지용성**으로, 물보다 지방에 잘 녹는 비타민에 속한다.

개념 구분

지용성 비타민: 물에는 잘 녹지 않고 지방이나 기름에 잘 녹는 비타민으로, **A·D·E·K**가 해당한다. 따라서 비타민 A, 비타민 D, 비타민 K로 이루어진 묶음은 모두 지용성 비타민이다.

수용성 비타민: 물에 잘 녹는 비타민으로, **B군과 C**가 해당한다. ①과 ④에는 비타민 C가, ③에는 비타민 B가 포함되어 있으므로 이 묶음들은 지용성 비타민만으로 이루어져 있지 않다.

NoteBase

문 18. 원유 성분의 질량 함량에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 수소(H)가 질소(N)보다 크다.
ㄴ. 파라핀계 탄화수소가 올레핀계 탄화수소보다 크다.
ㄷ. 나프텐계 탄화수소 중 가장 큰 것은 벤젠이다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

벤젠은 고리 구조를 가지지만 **방향족 탄화수소**에 속한다. 나프텐계는 **포화 고리 탄화수소**이므로 벤젠을 나프텐계 성분으로 분류할 수 없다.

보기별 해설

ㄱ. O: 원유는 주로 탄소와 수소로 이루어진 탄화수소의 혼합물이다. 수소는 원유를 구성하는 주요 원소인 반면, **질소는 소량의 불순물 성분**으로 존재하므로 수소의 질량 함량이 질소보다 크다.

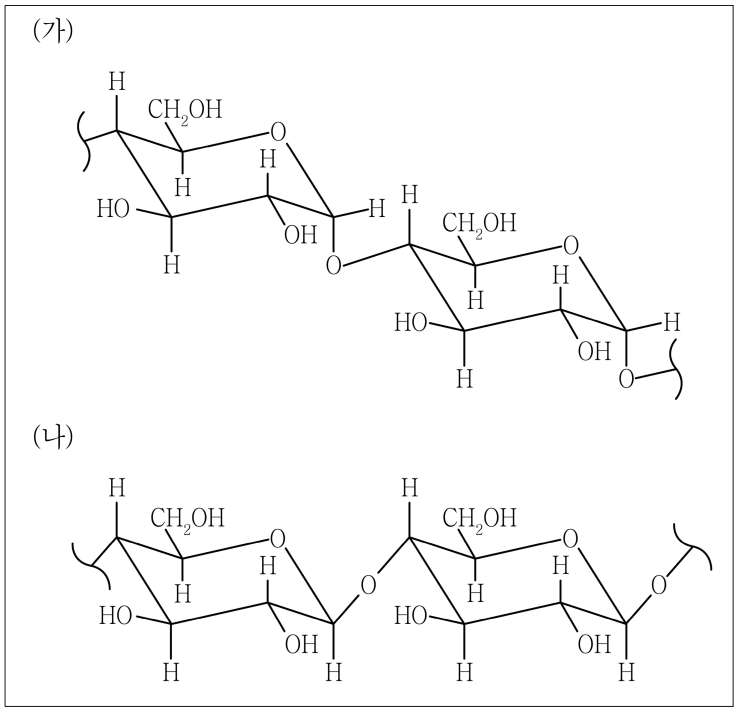
ㄴ. O: 파라핀계는 사슬형 포화 탄화수소로 원유의 주요 성분이다. 탄소 사이에 이중결합을 가진 올레핀계는 원유에는 **거의 존재하지 않고**, 주로 정유 과정의 열분해나 접촉분해 등에서 생성된다. 따라서 원유에서는 파라핀계의 질량 함량이 올레핀계보다 크다.

ㄷ. X: 나프텐계는 사이클로펜테인이나 사이클로헥세인처럼 탄소 고리가 포화되어 있는 탄화수소이다. 벤젠은 고리 안에 방향족 전자 구조를 가지는 **방향족 탄화수소**로, 나프텐계에 속하지 않는다. 따라서 벤젠을 나프텐계 중 질량 함량이 가장 큰 성분이라고 할 수 없다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄴ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 19. α-결합을 갖는 포도당 중합체 (가)와 β-결합을 갖는 포도당 중합체 (나)에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 아밀로스는 (가)에 해당한다.

② 사람은 (가)를 소화하지 못한다.

③ (가)는 레이온(rayon)의 공업적 생산에 이용된다.

④ (나)는 수소 결합을 하여 물에 잘 녹는다.

정답 1번

간단한 해설

아밀로스는 포도당이 **α(1→4) 글리코시드 결합**으로 이어진 중합체이므로 (가)에 해당한다. β(1→4) 결합을 갖는 (나)는 셀룰로스이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 아밀로스는 포도당 단위가 **α(1→4) 글리코시드 결합**으로 연결된 가지 없는 사슬이다. 한 포도당의 1번 탄소와 다음 포도당의 4번 탄소가 산소를 사이에 두고 연결되며, 그림의 (가)가 이 구조에 해당한다.

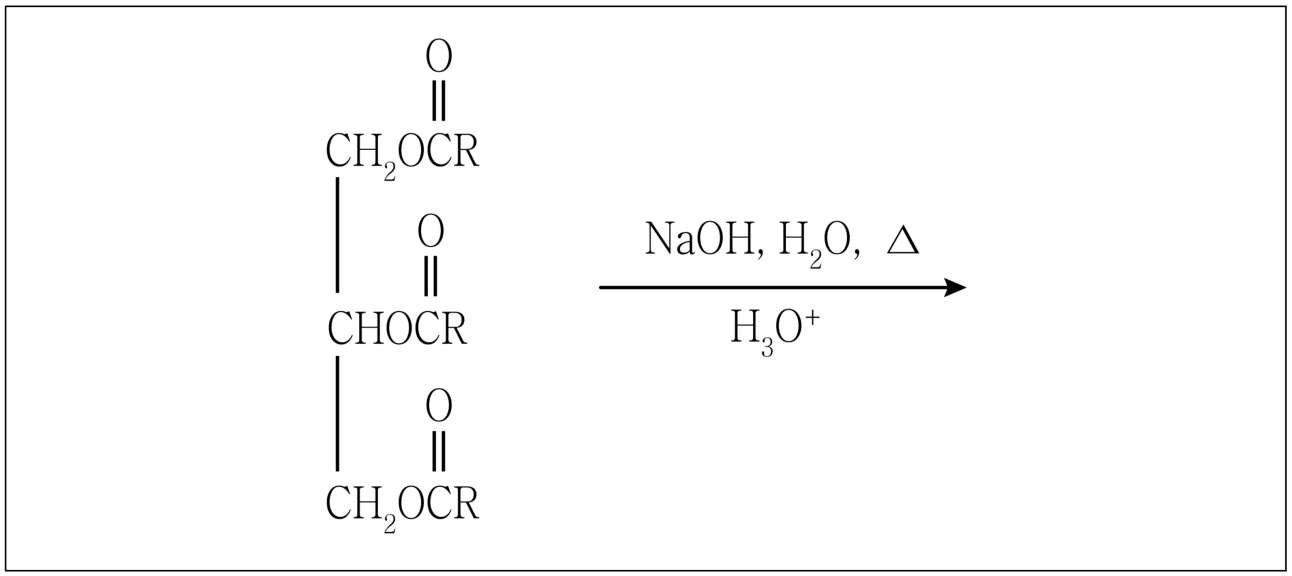
② X: 사람은 **아밀레이스로 α(1→4) 결합을 가수분해**할 수 있으므로 아밀로스인 (가)를 소화할 수 있다. 사람이 소화하지 못하는 것은 (나)의 셀룰로스이며, 사람에게는 셀룰로스의 β(1→4) 결합을 분해하는 소화 효소인 셀룰레이스가 없다.

③ X: 레이온의 원료는 (가)의 아밀로스가 아니라 **(나)의 셀룰로스**이다. 레이온은 목재 펄프 등의 셀룰로스를 화학적으로 처리하여 방사한 뒤 셀룰로스로 재생시킨 섬유이다.

④ X: (나)의 셀룰로스에는 수산기가 많아 수소 결합이 형성되지만, **사슬 내부와 사슬 사이의 강한 수소 결합**으로 치밀한 구조를 이루므로 물에 잘 녹지 않는다. 수산기가 존재하고 수소 결합을 할 수 있다는 사실만으로 높은 수용성을 판단할 수 없다.

NoteBase

문 20. 다음 반응의 생성물로 적절한 것은?



① $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$, RCO_2H

② $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$, RCH_2OH

③ $CH_2(OR)-CH(OR)-CH_2(OR)$, RCO_2Na

④ $CH_2(OR)-CH(OR)-CH_2(OR)$, HCO_2H

정답 1번

간단한 해설

세 에스터 결합이 **염기성 가수분해**되어 글리세롤과 카복실산염이 생긴다. 이어지는 **산 처리**로 카복실산염이 RCO_2H로 바뀐다.

NoteBase

핵심 풀이

출발물질은 글리세롤의 세 하이드록시기(−OH)가 모두 에스터화된 트라이에스터이다. 그림의 세 −O−C(=O)−R 부분이 가수분해 대상이며, 세 탄소가 이어진 글리세롤 골격은 유지된다.

NaOH 수용액에서 가열하면 수산화 이온이 에스터의 카보닐 탄소를 공격하여 가수분해가 진행된다. 세 에스터 결합이 모두 분해되면 글리세롤 $HOCH_2{-}CH(OH){-}CH_2OH$와 카복실산 나트륨염 RCO_2Na가 생긴다. 이 염기성 가수분해를 **비누화**라고 한다. 이어 H_3O^+로 산 처리하면 카복실산 이온이 양성자를 받아 RCO_2H가 되므로, 최종 유기 생성물은 **글리세롤과 카복실산**이다. 트라이에스터 1분자에서 글리세롤 1분자와 카복실산 3분자가 유래한다.

이 반응은 가수분해이므로 에스터의 카보닐기가 RCH_2OH로 환원되지 않는다. 또한 R기는 카복실산 쪽에 남으므로 글리세롤에 −OR가 붙은 에테르나, R기가 H로 바뀐 HCO_2H를 생성물로 고르지 않는다.

NoteBase