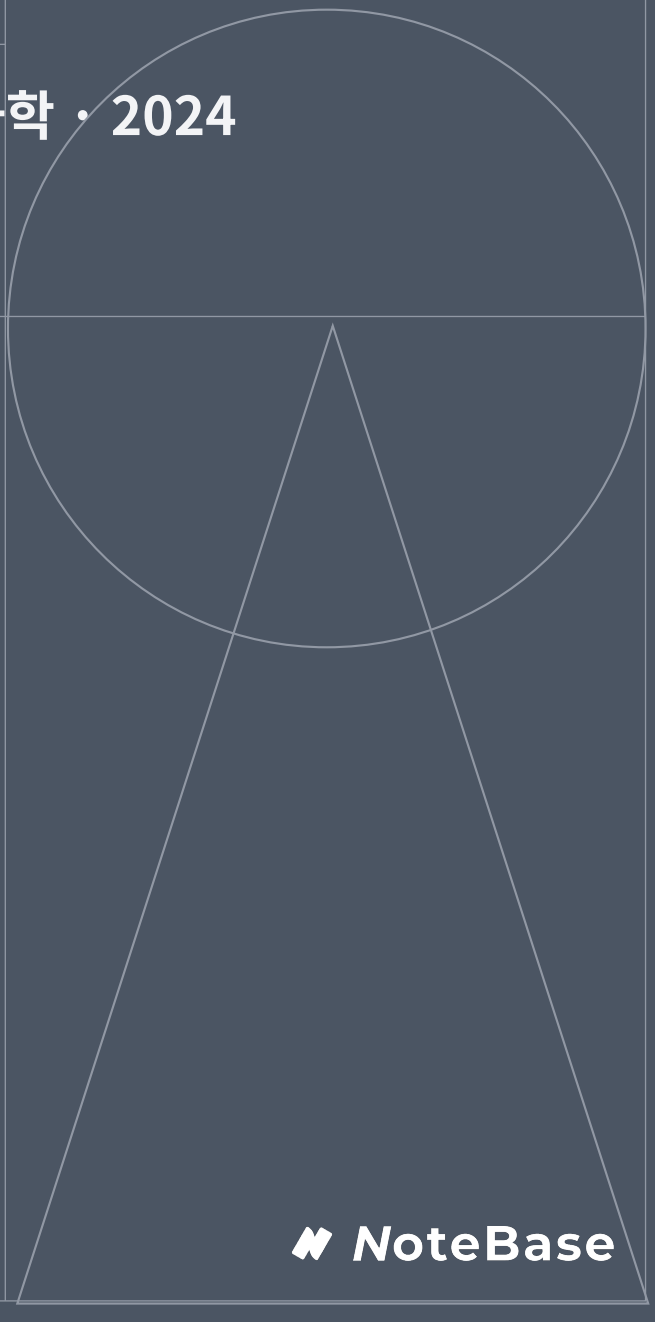
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2024

공무원/국가직/9급 · 공업화학 · 2024

문 1. 다음 중 수용액에서 산의 세기가 가장 약한 화합물은?

① HF

② HI

③ HBr

④ HCl

정답 1번

간단한 해설

HF는 **H–F 결합이 매우 강해** 수용액에서 일부만 이온화하는 약산이다. HCl, HBr, HI는 수용액에서 거의 완전히 이온화하는 강산이다.

NoteBase

선지별 해설

수용액에서 산의 세기는 물에 양성자를 내놓는 경향으로 비교한다. 할로젠화 수소에서는 할로젠 원자가 커질수록 H–X 결합이 길어지고 약해져 양성자를 내놓기 쉬워진다. 따라서 할로젠의 전기음성도만으로 산의 세기를 판단하면 안 된다.

① HF: 플루오린 원자가 작아 **H–F 결합이 짧고 강하다**. 물속에서도 일부만 이온화하므로 네 후보 중 유일한 약산이다.

② HI: 아이오딘 원자가 커서 H–I 결합이 길고 약하므로 양성자를 내놓기 쉽다. 묽은 수용액에서 **거의 완전히 이온화하는 강산**이다.

③ HBr: 브로민 원자는 플루오린 원자보다 크고 H–Br 결합은 H–F 결합보다 약하다. 수용액에서 거의 완전히 이온화하는 강산이므로 HF보다 산의 세기가 강하다.

④ HCl: H–Cl 결합은 H–F 결합보다 약해 물에 양성자를 내놓기 쉽다. 수용액에서 거의 완전히 이온화하는 강산이므로 HF보다 산의 세기가 강하다.

HF는 약산이고 나머지 세 화합물은 강산이므로, 수용액에서 산의 세기가 가장 약한 화합물은 HF이다.

NoteBase

문 2. 다음 석유 제품 중 구성 성분의 평균 탄소 수가 가장 많은 것은?

① 등유

② 디젤

③ 가솔린

④ 아스팔트

정답 4번

간단한 해설

아스팔트는 원유에서 가벼운 유분을 분리한 뒤 남는 **무거운 잔사 성분**으로, 분자량이 큰 성분이 많다. 따라서 제시된 석유 제품 중 구성 성분의 **평균 탄소 수가 가장 크다**.

선지별 해설

석유 제품은 여러 성분의 혼합물이므로, 특정 한 분자의 탄소 수가 아니라 구성 성분의 평균 탄소 수를 비교한다. 원유의 유분은 일반적으로 구성 성분의 탄소 수가 많을수록 분자량과 끓는점이 높아진다.

① 등유: 가솔린보다 무거운 유분이며, 구성 성분의 평균 탄소 수는 **가솔린보다 많고 디젤보다 적다**. 아스팔트의 무거운 잔사 성분보다는 평균 탄소 수가 작다.

② 디젤: 경유에 해당하며, 등유보다 무거운 유분으로 구성 성분의 평균 탄소 수가 등유보다 많다. 그러나 아스팔트보다는 가벼운 성분으로 이루어져 평균 탄소 수가 더 작다.

③ 가솔린: 제시된 제품 중 가장 가벼운 유분으로, 비교적 탄소 수가 적고 끓는점이 낮은 성분이 많다. 따라서 네 제품 중 구성 성분의 평균 탄소 수가 가장 작다.

④ 아스팔트: 가벼운 유분을 분리한 뒤 남는 **고분자량의 무거운 잔사 성분**으로 이루어진다.
가솔린·등유·디젤보다 탄소 수가 큰 성분이 많아 평균 탄소 수가 가장 크다.

평균 탄소 수는 일반적으로 가솔린 < 등유 < 디젤 < 아스팔트 순이므로, 가장 많은 것은 ④ 아스팔트이다.

NoteBase

문 3. DNA와 RNA에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① RNA의 당은 리보오스(ribose)이다.

② DNA에 있는 4종류의 염기는 아데닌(A), 우라실(U), 시토신(C), 구아닌(G)이다.

③ 수소결합은 DNA가 이중 나선구조를 가지는 데 기여한다.

④ 유전정보를 저장하고 있는 DNA는 핵산(nucleic acid)의 한 종류이다.

정답 2번

간단한 해설

DNA의 네 가지 염기는 아데닌(A), **티민(T)**, 시토신(C), 구아닌(G)이다. ②의 우라실(U)은 RNA를 구성하는 염기이다.

선지별 해설

① O: RNA를 구성하는 당은 탄소가 5개인 **리보오스**이다. DNA를 구성하는 당은 디옥시리보오스로, RNA와 DNA는 당의 종류가 다르다.

② X: DNA의 네 가지 염기는 아데닌(A), **티민(T)**, 시토신(C), 구아닌(G)이다. 선지의 '우라실(U)'을 '티민(T)'으로 고쳐야 한다. RNA는 티민 대신 우라실을 사용한다.

③ O: DNA의 두 가닥 사이에서 상보적인 염기인 A와 T, G와 C가 **수소결합**을 형성한다. 이 결합은 두 가닥을 연결하여 이중 나선구조를 안정하게 유지하는 데 기여한다.

④ O: DNA는 당·인산·염기로 이루어진 뉴클레오타이드가 반복해서 연결된 **핵산**이다. 염기의 배열 순서에 유전정보가 저장된다. RNA도 핵산의 한 종류이다.

NoteBase

문 4. 섬유 식물 또는 목재를 기계적, 화학적으로 처리하여 얻은 셀룰로오스(cellulose) 섬유의 집합체는?

① 펄프(pulp)

② 레티놀(retinol)

③ 나프타(naphtha)

④ 글리세린(glycerin)

정답 1번

간단한 해설

섬유 식물이나 목재에서 분리해 얻은 **셀룰로오스 섬유의 집합체**를 펄프(pulp)라고 한다.

공통 해설

펄프(pulp)는 섬유 식물이나 목재를 기계적 또는 화학적으로 처리하여 얻은 셀룰로오스 섬유의 집합체이다. 이 처리는 식물 조직에서 서로 결합해 있던 섬유를 풀어 분리하는 과정이다. 따라서 발문은 셀룰로오스라는 화합물 자체가 아니라, 원료에서 분리한 **섬유상 재료의 명칭**인 펄프를 묻는다.

NoteBase

문 5. 원유의 상압 증류(distillation) 공정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 탄화수소의 혼합물을 끓는점 차이로 분리한다.

② 증류탑의 위쪽으로 갈수록 끓는점이 높은 성분이 분리된다.

③ 원유 중의 염분을 제거하는 전처리 공정인 탈염 조작이 필요하다.

④ 증류액(distillate)의 일부를 환류(reflux)시켜 제품의 순도를 조절한다.

정답 2번

간단한 해설

증류탑은 위쪽으로 갈수록 온도가 낮아지므로 **끓는점이 낮은 성분**이 상부에서 분리된다. 끓는점이 높은 성분은 상대적으로 온도가 높은 하부에 모인다.

선지별 해설

① O: 원유는 끓는점이 서로 다른 여러 탄화수소의 혼합물이다. 가열하면 끓는점이 낮은 성분이 더 쉽게 기화하므로, 이러한 **휘발성의 차이**를 이용하여 끓는점 범위가 다른 유분으로 분리한다. 상압 증류는 분자를 화학적으로 분해하는 반응이 아니라 물리적 분리 공정이다.

② X: 증류탑은 하부가 뜨겁고 상부로 갈수록 온도가 낮다. 상승하는 증기 중 끓는점이 높은 성분은 상대적으로 아래쪽에서 응축되고, 끓는점이 낮은 성분은 더 위쪽까지 올라간다. 따라서 '위쪽으로 갈수록 끓는점이 높은 성분'은 **'위쪽으로 갈수록 끓는점이 낮은 성분'**으로 고쳐야 한다.

③ O: 원유에 포함된 염분은 가열·증류 과정에서 설비의 부식과 침적물 형성을 일으킬 수 있다. 이를 줄이기 위해 증류 전에 **탈염**을 한다. 원유를 물과 접촉시켜 염분을 수상으로 옮긴 뒤, 염분을 포함한 물을 분리하는 전처리이다.

④ O: 환류는 탑 상부에서 나온 증기를 응축한 액체의 일부를 **다시 탑으로 돌려보내는 것**이다. 아래로 흐르는 환류액과 위로 올라가는 증기가 접촉하면서 성분의 분리가 더 잘 이루어진다. 환류량을 조절하면 이러한 기액 접촉과 분리 정도가 달라지므로 제품의 순도를 조절할 수 있다.

NoteBase

문 6. 미국석유협회(American Petroleum Institute)가 제정한 API도에 따른 원유 분류법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 원유의 비중이 클수록 API도는 작다.

② 60 °F에서 물과 밀도가 같은 원유의 API도는 10이다.

③ API도가 20인 원유는 중질유(heavy crude oil)로 분류된다.

④ API도는 파라핀기유(paraffin-base oil)가 나프텐기유(naphthene-base oil)보다 작다.

정답 4번

간단한 해설

④의 API도 크기 관계가 반대이다. 파라핀기유는 일반적으로 나프텐기유보다 비중이 작으므로 **API도가 더 크다**.

선지별 해설

API도는 원유가 물에 비해 얼마나 가벼운지를 나타내는 척도이다. 60 °F에서의 원유 밀도를 같은 온도의 물 밀도로 나눈 비중을 d라 하면, API도=(141.5)/(d)-131.5로 정의한다.

① O: 식에서 비중 d는 분모에 있으므로 d가 커지면 141.5를 d로 나눈 값이 작아진다. 따라서 **비중이 클수록 API도는 작다**.

② O: 60 °F에서 물과 원유의 밀도가 같으면 비중 d는 1이다. 이를 정의식에 대입하면 141.5 − 131.5 = 10이므로 API도는 **10**이다.

③ O: API도가 낮을수록 비중이 큰 무거운 원유이다. 통상 API도 약 22 이하의 원유를 **중질유**로 분류하므로 API도 20인 원유는 중질유에 해당한다.

④ X: 파라핀기유는 사슬형 포화탄화수소인 파라핀 성분이, 나프텐기유는 고리형 포화탄화수소인 나프텐 성분이 우세한 원유이다. 파라핀기유는 일반적으로 나프텐기유보다 비중이 작다. API도는 비중이 작을수록 커지므로, '파라핀기유의 API도가 더 작다'를 **'파라핀기유의 API도가 더 크다'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 7. 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거할 때, 분자의 성질에 대한 설명으로 옳은 것은?

① O_3는 비극성이다.

② SO_3는 비극성이다.

③ SF_4는 비극성이다.

④ PCl_5는 극성이다.

정답 2번

간단한 해설

SO_3는 **평면 삼각형 구조**로, 세 S–O 결합이 대칭적으로 배치되어 있다. 각 결합의 쌍극자 모멘트가 **서로 상쇄**되므로 분자 전체는 비극성이다.

선지별 해설

VSEPR 이론에서는 중심 원자 주위의 전자 영역들이 반발을 최소화하도록 배치된다. 단일 결합과 다중 결합은 각각 하나의 전자 영역으로 세며, 비공유 전자쌍도 하나의 영역으로 센다. 분자의 극성은 결합의 극성뿐 아니라 분자 구조를 고려하여 쌍극자 모멘트가 상쇄되는지로 판단한다.

① X: O_3의 중심 산소에는 결합 영역 2개와 비공유 전자쌍 1개가 있어 분자 구조는 **굽은형**이다. 중심 산소와 말단 산소 사이에 전하 분포 차이가 있으며, 굽은 구조에서는 그에 따른 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않는다. 따라서 같은 원소로만 이루어져 있어도 비극성이 아니라 극성 분자이다.

② O: SO_3의 중심 황에는 결합 영역 3개가 있고 비공유 전자쌍은 없어 **평면 삼각형 구조**를 이룬다. 세 S–O 결합은 동등하며 서로 120°를 이루어 대칭적으로 배치된다. 각 결합은 극성이 있지만 결합 쌍극자 모멘트의 벡터 합은 0이므로 분자 전체는 비극성이다.

③ X: SF_4의 중심 황에는 결합 영역 4개와 비공유 전자쌍 1개가 있다. 전자 영역은 삼각쌍뿔형으로 배치되고 비공유 전자쌍이 적도 위치를 차지하여, 원자들이 이루는 분자 구조는 **시소형**이 된다. 이 구조에서는 S–F 결합의 쌍극자 모멘트가 모두 상쇄되지 않으므로 비극성이 아니라 극성 분자이다.

④ X: PCl_5의 중심 인에는 결합 영역 5개가 있고 비공유 전자쌍은 없어 **삼각쌍뿔형 구조**를 이룬다. 축 방향의 두 P–Cl 결합은 서로 반대 방향이어서 쌍극자 모멘트가 상쇄되고, 적도면의 세 결합도 서로 120°를 이루어 상쇄된다. 따라서 극성이 아니라 비극성 분자이다.

NoteBase

문 8. 다음에서 설명하는 고분자는?

◯ 투명하고 기계적 강도가 크다.
◯ 내열성과 내한성이 있다.
◯ 포스겐(phosgene)과 비스페놀-A(bisphenol-A)가 반응하여 생성된다.

① 페놀 수지(phenol resin)
② 폴리카보네이트(polycarbonate)
③ 폴리비닐알코올(poly(vinyl alcohol))
④ 폴리에틸렌테레프탈레이트(poly(ethylene terephthalate))

정답 2번

간단한 해설

포스겐과 비스페놀-A가 반응하여 **카보네이트 결합**을 반복적으로 형성한 고분자가 폴리카보네이트이다.
투명하고 기계적 강도가 크며 내열성과 내한성을 갖는다는 설명도 이에 부합한다.

공통 해설

폴리카보네이트는 주사슬에 **카보네이트 결합**을 갖는 고분자이다. 비스페놀-A의 두 하이드록시기가 포스겐과 반응하여 카보네이트 결합을 형성하고, 이 결합이 반복되면서 긴 고분자 사슬을 이룬다. 따라서 제시된 합성 원료인 포스겐과 비스페놀-A의 조합은 폴리카보네이트에 대응한다.

폴리카보네이트는 투명하고 기계적 강도가 크며, 저온에서 고온까지 비교적 넓은 온도 범위에서 물성을 유지한다. 따라서 지문의 투명성·기계적 강도·내열성·내한성은 이러한 합성 원료로 식별한 고분자의 특성과도 일치한다.

NoteBase

문 9. 다음 중 포화 지방산은?

① 올레산(oleic acid)

② 리놀레산(linoleic acid)

③ 리놀렌산(linolenic acid)

④ 스테아르산(stearic acid)

정답 4번

간단한 해설

스테아르산은 탄소 사슬에 **탄소–탄소 이중 결합이 없는** 포화 지방산이다.

선지별 해설

지방산은 탄소 사슬에 탄소–탄소 이중 결합이 없으면 포화 지방산, 하나 이상 있으면 불포화 지방산으로 분류한다.

① X: 올레산은 탄소 수가 18개이고 탄소–탄소 이중 결합이 1개인 **단일 불포화 지방산**이다. 따라서 포화 지방산에 해당하지 않는다.

② X: 리놀레산은 탄소 수가 18개이고 **탄소–탄소 이중 결합이 2개**인 다중 불포화 지방산이다. 따라서 포화 지방산에 해당하지 않는다.

③ X: 리놀렌산은 탄소 수가 18개이고 **탄소–탄소 이중 결합이 3개**인 다중 불포화 지방산이다. 따라서 포화 지방산에 해당하지 않는다.

④ O: 스테아르산은 탄소 수가 18개이고 탄소 사이의 결합이 모두 단일 결합이다. **탄소–탄소 이중 결합이 없으므로** 포화 지방산에 해당한다.

NoteBase

문 10. 탄소, 수소, 산소 원소로만 구성된 고분자만을 나열한 것은?

① 페놀 수지, 폴리에테르, 에폭시 수지

② 요소 수지, 멜라민 수지, 폴리우레탄

③ 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리우레탄

④ 폴리아마이드, 폴리우레탄, 에폭시 수지

정답 1번

간단한 해설

페놀 수지, 폴리에테르, 일반적인 에폭시 수지는 **탄소·수소·산소로만 이루어진 기본 구조**를 갖는다. 질소를 포함하는 결합을 가진 고분자는 이 조건에 맞지 않는다.

선지별 해설

각 고분자의 대표적인 기본 구조를 기준으로 구성 원소를 확인한다. 경화제나 첨가제를 배합한 제품의 조성과는 구별한다.

① O: 페놀 수지는 페놀과 포름알데히드로 만드는 대표적인 수지로, 탄소·수소·산소로 이루어진다. 폴리에테르는 탄소 골격 사이에 에테르 결합(–C–O–C–)을 가지며, 일반적인 비스페놀 A계 에폭시 수지도 탄소·수소·산소로 이루어진다. 따라서 세 고분자는 모두 **탄소·수소·산소 이외의 원소를 포함하지 않는다**.

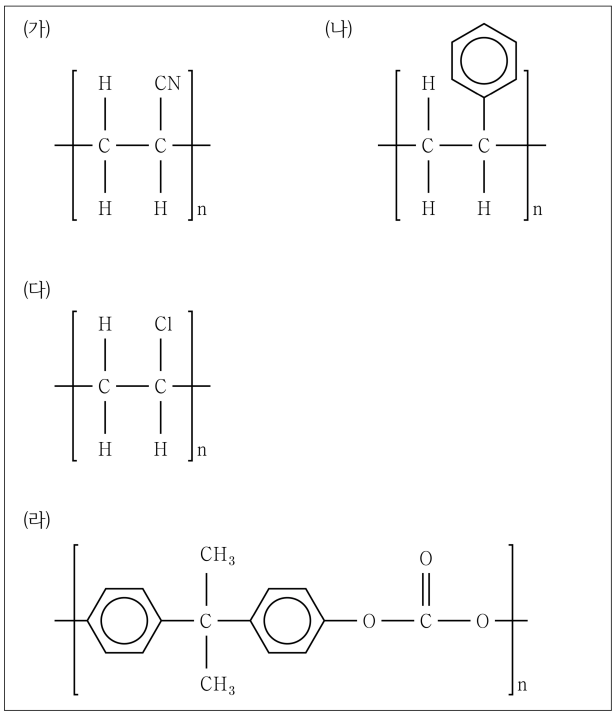
② X: 요소 수지는 질소를 가진 요소를, 멜라민 수지는 질소를 가진 멜라민을 원료로 하므로 수지 구조에 질소가 포함된다. 폴리우레탄도 **질소를 포함하는 우레탄 결합**(–NH–C(=O)–O–)을 갖는다. 따라서 세 고분자 모두 탄소·수소·산소 외에 질소도 포함하는 고분자로 분류해야 한다.

③ X: 폴리에틸렌과 폴리프로필렌은 **탄소와 수소로만 이루어진** 탄화수소계 고분자로, 산소를 포함하지 않는다. 폴리우레탄은 우레탄 결합에 질소를 포함한다. 따라서 이 목록을 탄소·수소·산소로 구성된 고분자만의 목록으로 볼 수 없다.

④ X: 폴리아마이드는 **아마이드 결합에 질소**를 포함하며, 대표적인 결합 구조는 –C(=O)–NH–이다. 폴리우레탄 역시 우레탄 결합에 질소를 포함한다. 일반적인 에폭시 수지는 탄소·수소·산소로 이루어지지만, 앞의 두 고분자는 질소도 포함하므로 목록 전체가 조건을 충족하지 않는다.

NoteBase

문 11. 다음 중 고분자의 구조와 명칭을 바르게 연결한 것은?



① 구조: (가), 명칭: 폴리스타이렌(polystyrene)

② 구조: (나), 명칭: 폴리아크릴로나이트릴(polyacrylonitrile)

③ 구조: (다), 명칭: 폴리염화비닐(poly(vinyl chloride))

④ 구조: (라), 명칭: 폴리메틸메타크릴레이트(poly(methyl methacrylate))

정답 3번

간단한 해설

(다)는 탄소 주사슬에 **염소 원자(Cl)**가 곁가지로 붙은 구조로, 염화비닐을 중합한 **폴리염화비닐(PVC)**이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (가)에는 탄소 주사슬에 나이트릴기(–C≡N)가 붙어 있으므로 **폴리아크릴로나이트릴(PAN)**이다. 폴리스타이렌은 나이트릴기 대신 페닐기(–C_6H_5)가 붙은 (나)의 구조이다.

② X: (나)는 탄소 주사슬의 탄소에 페닐기가 곁가지로 붙은 **폴리스타이렌(PS)**이다. 폴리아크릴로나이트릴은 페닐기 대신 나이트릴기가 붙은 (가)에 해당한다.

③ O: (다)는 반복단위의 두 탄소 중 하나에 **염소 원자(Cl)**가 붙어 있어 폴리염화비닐(PVC)에 해당한다. 단량체인 염화비닐(CH_2=CHCl)의 탄소 간 이중결합이 중합 과정에서 단일결합으로 바뀌고, 이 탄소들이 연결되어 주사슬을 이룬다.

④ X: (라)는 주사슬에 **카보네이트 결합(–O–C(=O)–O–)**이 있고, 두 벤젠 고리가 메틸기 두 개를 가진 탄소로 연결된 비스페놀 A계 폴리카보네이트(PC)이다. 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)는 탄소 주사슬의 같은 탄소에 메틸기(–CH_3)와 메톡시카보닐기(–C(=O)–O–CH_3)가 곁가지로 붙은 구조이므로 (라)와 다르다.

NoteBase

문 12. 다음 (가), (나)에 들어갈 용어를 바르게 연결한 것은?

나일론 6은 원료인 (가)의 (나) 반응으로 제조된다.

① (가): 아디프산, (나): 축합중합(condensation polymerization)
② (가): 부타디엔, (나): 부가축합(addition condensation)
③ (가): ε-카프로락탐, (나): 개환중합(ring-opening polymerization)
④ (가): 아크릴로나이트릴, (나): 부가중합(addition polymerization)

정답 3번

간단한 해설

나일론 6은 **ε-카프로락탐**의 고리가 열려 긴 사슬로 이어지는 **개환중합**으로 제조된다.

빈칸별 해설

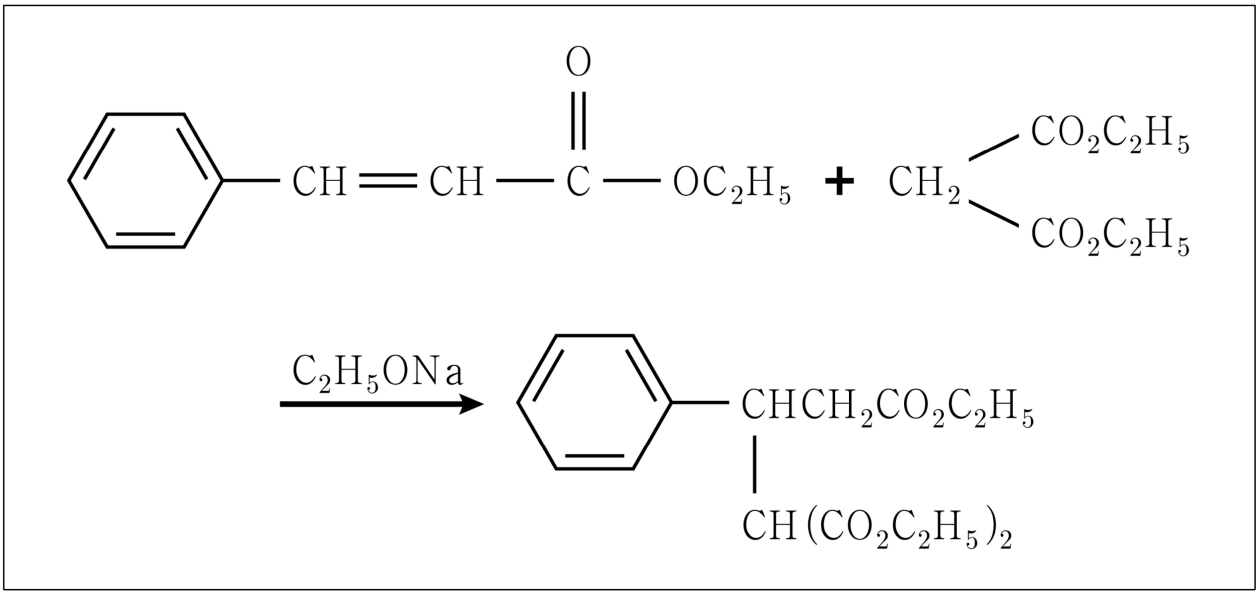
(가) ε-카프로락탐: 고리 안에 아마이드 결합을 가진 화합물인 락탐의 일종으로, 나일론 6의 단량체이다. 한 분자에 탄소 원자가 6개 있으며, 중합 후에도 반복 단위에 탄소 원자 6개가 포함된다. 나일론 6의 '6'은 이 **탄소 원자 수**를 나타낸다.

(나) 개환중합(ring-opening polymerization): 고리형 단량체의 **고리가 열리면서 사슬로 연결되는** 중합이다. ε-카프로락탐이 이러한 반응을 거치면 아마이드 결합이 반복되는 나일론 6이 된다. 아디프산과 헥사메틸렌디아민을 축합중합하여 만드는 나일론 6,6과 구별한다.

따라서 (가)에 ε-카프로락탐, (나)에 개환중합을 연결한 조합은 ③이다.

NoteBase

문 13. 다음 반응의 명칭은?



① Reppe 반응

② Michael 반응

③ Diels-Alder 반응

④ Kolbe-Schmitt 반응

정답 2번

간단한 해설

말론산 다이에틸에서 생긴 에놀레이트가 α,β-불포화 에스터의 **β-탄소에 1,4-첨가**하는 Michael 반응이다.

NoteBase

핵심 풀이

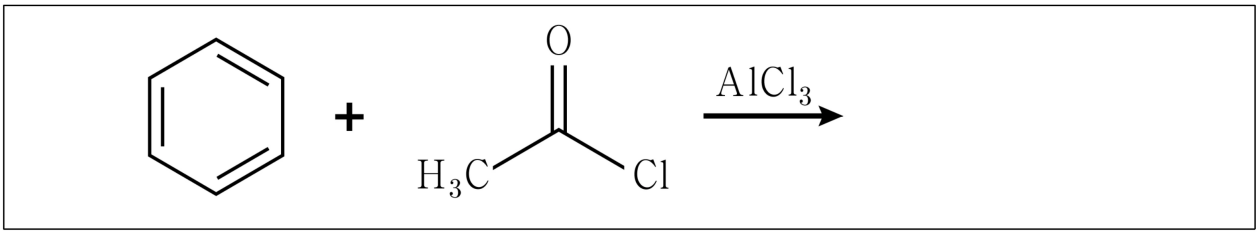
반응물의 구조: 왼쪽 물질은 탄소–탄소 이중결합과 카보닐기가 공액된 α,β-불포화 에스터인 신남산 에틸이다. 카보닐기 바로 옆이 α-탄소이고, 벤젠 고리에 연결된 이중결합 탄소가 β-탄소이다. 다른 반응물인 말론산 다이에틸은 두 에스터기 사이에 메틸렌기를 가지며, 이 자리에서 수소가 떨어져 생기는 음이온은 두 카보닐기에 걸쳐 공명으로 안정화된다.

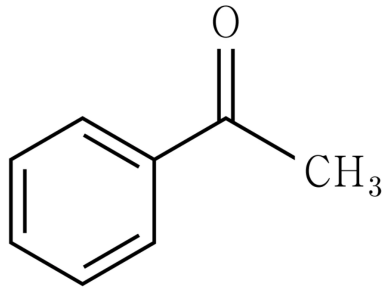
결합 형성: 화살표 위의 에톡시화 나트륨은 염기로 작용하여 말론산 다이에틸의 활성 메틸렌기에서 수소 이온을 떼어 낸다. 생성된 에놀레이트의 탄소가 불포화 에스터의 **β-탄소를 공격하여 새로운 탄소–탄소 결합**을 만들고, 이어 양성자를 받아 그림의 포화된 첨가 생성물이 된다. 카보닐기는 유지되면서 공액 이중결합에 첨가가 일어나는 이 과정을 1,4-첨가 또는 공액첨가라 하며, 이와 같은 에놀레이트의 공액첨가가 Michael 반응이다.

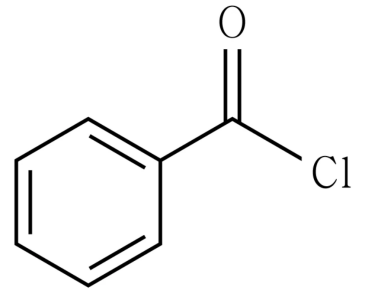
Diels-Alder 반응과의 구분: Diels-Alder 반응은 공액 다이엔과 친다이엔체가 반응하여 새로운 6원 고리를 형성한다. 제시된 반응에서는 **새로운 고리 형성 없이 탄소 사슬이 연결**되므로 이 고리화첨가와 구별된다.

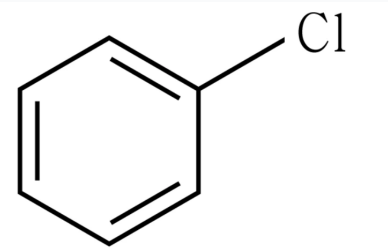
NoteBase

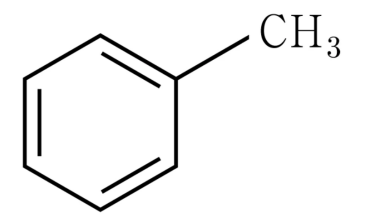
문 14. 다음 반응의 주 생성물은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 1번

NoteBase

간단한 해설

벤젠에 염화 아세틸을 $AlCl_3$와 함께 반응시키면 **프리델–크래프츠 아실화**가 일어난다. 벤젠 고리의 수소가 아세틸기($CH_3CO–$)로 치환되어 아세토페논이 생성된다.

핵심 풀이

반응의 구분: 그림의 CH_3COCl은 카보닐기(C=O)를 가진 염화 아세틸이다. 이를 벤젠과 $AlCl_3$ 존재하에서 반응시키므로, 고리에 알킬기를 도입하는 알킬화가 아니라 **아실기를 도입하는 프리델–크래프츠 아실화**에 해당한다.

치환 과정: 루이스산인 $AlCl_3$는 염화 아세틸을 활성화하여 친전자체인 아실륨 이온(CH_3CO^+)의 형성을 돕는다. 벤젠 고리의 π 전자가 이 친전자체의 카보닐 탄소와 결합하고, 이어 수소 이온이 떨어져 나가면서 방향족성이 회복된다. 이 과정에서 **카보닐기는 유지**된다.

생성물의 구조: 벤젠 고리에 $–COCH_3$가 결합한 아세토페논($C_6H_5COCH_3$)이 생성되며, 이는 ①의 구조이다. ②처럼 $–COCl$이 붙는 것이 아니라 염화 아세틸에서 Cl이 떨어져 나간 아세틸기가 고리에 결합한다. 또한 고리에 Cl만 붙인 ③이나 카보닐기 없이 CH_3만 붙인 ④와도 구별된다.

NoteBase

문 15. 암모니아 소다법(Solvay process)의 반응물 또는 생성물이 아닌 것은?

① CO_2

② $CaCl_2$

③ NH_4Cl

④ $NaHSO_4$

정답 4번

간단한 해설

암모니아 소다법은 염화나트륨과 석회석을 주원료로 탄산나트륨을 만드는 공정으로, 주된 반응에 **황산수소 이온이 관여하지 않는다**. 황산수소나트륨 $NaHSO_4$은 이 공정의 반응물이나 생성물에 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O: 이산화탄소 CO_2는 석회석을 열분해할 때 생성되며, 암모니아를 흡수시킨 염화나트륨 수용액에 공급된다. 이 탄산화 단계에서 **탄산수소나트륨을 석출시키는 반응물**로 쓰인다. 석출된 탄산수소나트륨을 가열하면 최종 제품인 탄산나트륨을 얻는다.

② O: 염화칼슘 $CaCl_2$은 **암모니아 회수 단계의 부산물**이다. 탄산화 후 남은 용액 속 염화암모늄을 수산화칼슘과 반응시키면 암모니아가 재생되면서 염화칼슘과 물이 생성된다.

③ O: 염화암모늄 NH_4Cl은 암모니아를 흡수시킨 염화나트륨 수용액에 이산화탄소를 공급할 때 탄산수소나트륨과 함께 생성된다. 탄산수소나트륨은 침전으로 분리되고 염화암모늄은 용액에 남는다. 이후 암모니아 회수 반응에 사용되므로 **공정 중간체**에 해당한다.

④ X: 황산수소나트륨 $NaHSO_4$은 암모니아 소다법의 반응물이나 생성물이 아니다. 이 공정의 주된 반응은 염화물과 탄산염 계열 물질을 중심으로 진행되며, 황산수소 이온을 공급하거나 생성하는 단계가 없다. 나트륨을 포함하는 주요 생성물은 **탄산수소나트륨과 탄산나트륨**이다.

NoteBase

문 16. 수소 제조법으로 옳지 않은 것은?

① 물을 전기분해하여 제조한다.

② 천연가스를 개질하여 제조한다.

③ 경질유를 탈황시켜 제조한다.

④ 중질유 또는 석탄을 부분 산화시켜 제조한다.

정답 3번

간단한 해설

경질유의 **탈황은 황 성분을 제거하는 공정**이며 수소 제조법이 아니다. 특히 수소화 탈황에서는 황을 제거하기 위해 **수소를 소비**한다.

선지별 해설

① O: 물에 전기 에너지를 공급하면 물이 분해되어 **음극에서 수소**가, 양극에서 산소가 발생한다. 생성된 수소를 분리하여 얻는 방법이 물의 전기분해법이다.

② O: 천연가스의 주성분인 메테인을 고온에서 수증기와 반응시키는 **수증기 개질**로 수소와 일산화탄소를 얻는다. 이어 일산화탄소를 수증기와 반응시키는 수성가스 전환반응을 거치면 수소를 추가로 얻을 수 있다.

③ X: 탈황은 경질유에 들어 있는 황 화합물을 제거하는 공정이다. 수소화 탈황에서는 수소를 황 화합물과 반응시켜 황을 황화수소 형태로 제거하므로 **수소가 생성되는 것이 아니라 소비된다**. 경질유에서 수소를 제조하는 방법으로는 탈황이 아니라 수증기 개질 등을 들 수 있다.

④ O: 중질유 또는 석탄을 **완전 연소에 필요한 양보다 적은 산소**로 부분 산화하면 수소와 일산화탄소를 포함하는 합성가스를 얻을 수 있다. 이 가스의 일산화탄소를 수증기와 반응시키는 수성가스 전환반응으로 수소의 양을 늘린 뒤 분리·정제한다.

NoteBase

문 17. 천연가스의 수증기 개질 반응으로 생성된 혼합물에서 이산화탄소를 포집·저장하고 얻은 수소는?

① 블루 수소(blue hydrogen)

② 그린 수소(green hydrogen)

③ 그레이 수소(gray hydrogen)

④ 화이트 수소(white hydrogen)

정답 1번

간단한 해설

천연가스를 개질해 수소를 생산하면서 발생한 **이산화탄소를 포집·저장**하면 블루 수소로 분류한다.

공통 해설

블루 수소는 천연가스와 같은 화석연료로 수소를 생산하면서 발생하는 이산화탄소를 포집·저장하는 방식으로 얻은 수소이다. 생산 과정에서 생긴 이산화탄소를 분리하여 저장함으로써 대기로 방출되는 양을 줄이는 것이 특징이다.

천연가스의 수증기 개질로 수소를 생산한다는 조건에 더해 **이산화탄소의 포집·저장**이 제시되어 있으므로, 이 문항의 수소는 블루 수소에 해당한다. 같은 천연가스 개질 방식이라도 이산화탄소 포집·저장을 결합하지 않으면 그레이 수소로 구분한다.

NoteBase

문 18. 25 °C 수용액에서 다음의 표준 환원 전위(E^o_{red})를 갖는 전극 A, B로 구성된 전지의 기전력[V]은? (단, SHE는 표준 수소 전극의 전위이다)

$A^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow A(s), E^o_{red} = -1.6\ V\ vs.\ SHE$
$B^+(aq) + e^- \rightarrow B(s), E^o_{red} = -0.2\ V\ vs.\ SHE$

① 0.6

② 1.2

③ 1.4

④ 1.8

정답 3번

간단한 해설

전지의 표준 기전력은 **환원 전극과 산화 전극의 표준 환원 전위 차**이다. B가 환원되고 A가 산화되므로, 기전력은 −0.2 − (−1.6) = 1.4 V이다.

계산 과정

산화·환원 전극 결정: 25 °C에서 주어진 표준 환원 전위로 표준 상태의 전지 기전력을 구한다. 표준 환원 전위가 더 큰 전극에서 환원이 일어나므로, −0.2 V인 B가 환원 전극이고 −1.6 V인 A가 산화 전극이다. 두 전위가 모두 음수여도 **두 값의 상대적인 크기**로 반응 방향을 판단한다.

전자 수 일치: A에서는 $A(s) \rightarrow A^{2+}(aq) + 2e^-$의 산화가 일어난다. B의 환원 반응은 전자 수를 맞추기 위해 $2B^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2B(s)$로 쓴다. 전극 전위는 반응량에 비례하는 양이 아니므로 **반응식의 계수를 2배 해도 전위는 2배 하지 않는다**.

기전력 계산: 두 전위는 모두 같은 표준 수소 전극을 기준으로 한 환원 전위이므로, 환원 전극의 값에서 산화 전극의 값을 뺀다. A와 B의 표준 환원 전위를 각각 E^o_A, E^o_B라 하면 $E^o_{cell} = E^o_B - E^o_A$이다. 수치를 대입하면 −0.2 − (−1.6) = 1.4 V이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 계면활성제에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 피리디늄염은 암모늄염형의 계면활성제로서 양이온성이다.

② 알킬황산염 수용액의 세정력은 테트라알킬암모늄염을 첨가하면 향상된다.

③ 유지를 수산화나트륨으로 비누화하여 합성한 비누는 카르복실산염 계면활성제이다.

④ Hydrophile–Lipophile Balance (HLB) 값이 클수록 친수성이 크다.

정답 2번

간단한 해설

알킬황산염은 음이온성이고 테트라알킬암모늄염은 양이온성이므로, 혼합하면 서로 결합하여 **난용성 이온쌍을 형성**할 수 있다. 이로 인해 일반적으로 세정력이 향상되는 것이 아니라 **저하된다**.

선지별 해설

① O: 피리디늄염형 계면활성제는 암모늄염형에 속하는 양이온성 계면활성제이다. 소수성 사슬이 결합한 피리디늄의 질소 부분이 **양전하**를 띠므로, 물속에서 계면활성을 나타내는 이온이 양이온이다.

② X: 알킬황산염은 음이온성 계면활성제이고, 테트라알킬암모늄염은 양이온성 계면활성제이다. 두 성분은 반대 전하 사이의 인력으로 결합하여 **난용성 이온쌍이나 침전**을 형성할 수 있다. 그러면 세정에 기여하는 계면활성제가 줄어들므로, 일반적으로 '세정력이 향상된다'가 아니라 **'세정력이 저하된다'**로 고쳐야 한다.

③ O: 유지의 비누화는 유지의 에스터 결합을 수산화나트륨으로 가수분해하여 글리세롤과 지방산의 나트륨염을 만드는 반응이다. 이때 생성된 비누는 긴 소수성 탄화수소 사슬과 친수성 **카르복실산 음이온** 부분을 가지므로, 카르복실산염형의 음이온성 계면활성제이다.

④ O: HLB는 계면활성제의 친수성과 친유성 사이의 균형을 나타내는 지표이다. **HLB 값이 클수록 친수성이 크고** 물에 대한 친화성이 높다. 반대로 값이 작을수록 친유성이 커서 기름에 대한 친화성이 높다.

NoteBase

문 20. 다음 주기율표를 참고하여 p형 반도체만을 모두 고르면?

주기 \ 족	2		13	14	15
2	Be		B	C	N
3	Mg		Al	Si	P
4	Ca	…	Ga	Ge	As

ㄱ. As가 도핑된 Si

ㄴ. Be가 도핑된 AlP

ㄷ. As의 일부가 Ge로 치환된 GaAs

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

p형 반도체는 도핑으로 **전자가 부족한 자리인 정공**이 생겨 정공이 주된 전하 운반자가 되는 반도체이다.
GaAs에서 Ge는 자신보다 원자가전자가 하나 많은 **As 자리를 치환**하므로 전자를 받아들이는 수용체로 작용한다.

NoteBase

보기별 해설

p형 반도체는 정공이, n형 반도체는 전자가 주된 전하 운반자인 반도체이다. 정공은 가전자대에서 전자가 비어 있는 상태로, 양의 전하 운반자처럼 거동한다. 도핑 원자가 전자를 받아들여 정공을 만들면 수용체, 전자를 공급하면 공여체로 작용한다.

ㄱ. n형: 주기율표에서 Si는 14족으로 원자가전자가 4개이고, As는 15족으로 5개이다. As가 Si 자리를 치환하면 주변 원자와의 공유결합에 참여하고도 전자가 하나 남는다. 이 전자를 공급하는 **공여체**로 작용하므로 n형 반도체가 된다.

ㄴ. p형: AlP는 13족 Al과 15족 P로 이루어진 화합물 반도체이다. 2족 Be의 원자가전자는 2개로, Al의 3개보다 하나 적다. Be가 **Al 자리를 치환**하면 전자가 하나 부족해져 전자를 받아들이는 수용체로 작용한다. 이에 따라 정공이 생기므로 p형 반도체가 된다.

ㄷ. p형: 주기율표에서 Ge는 14족으로 원자가전자가 4개이고, As는 15족으로 5개이다. Ge가 **As 자리를 치환**하면 원래보다 전자가 하나 부족해져 수용체로 작용하고 정공이 생긴다. 반대로 Ge가 원자가전자 3개인 Ga 자리를 치환한다면 전자를 공급하는 공여체로 작용한다. 이 보기에서는 As를 치환한다고 명시했으므로 p형이다.

따라서 p형 반도체는 ㄴ과 ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase