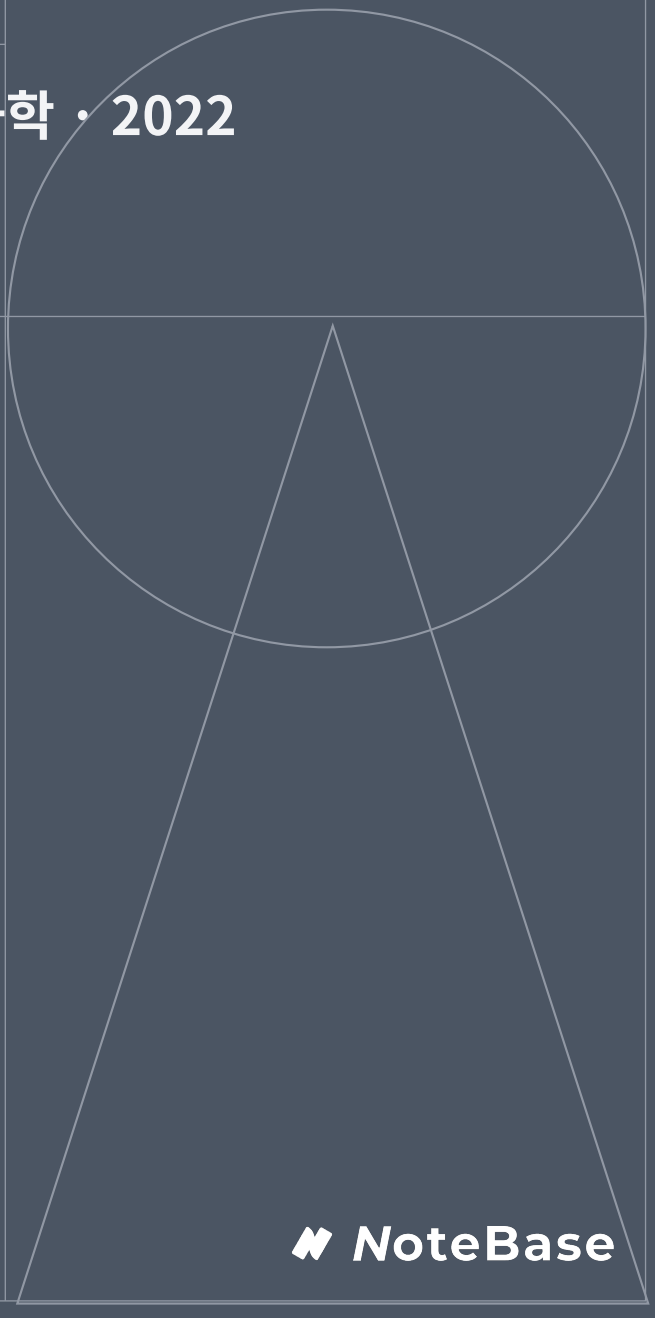
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2022

공무원/지방직/9급 · 공업화학 · 2022

문 1. '어떤 화학 반응이 연속적으로 일어날 때, 그 반응의 엔탈피 변화값은 각 단계의 엔탈피 변화값의 합과 같다.'는 법칙은?

① Raoult의 법칙

② Hess의 법칙

③ Henry의 법칙

④ Nernst의 법칙

정답 2번

간단한 해설

반응 전체의 엔탈피 변화는 **반응 경로와 무관**하므로, 여러 단계로 나누어 진행해도 각 단계의 엔탈피 변화를 더하면 된다. 이 관계가 **Hess의 법칙**이다.

개념 구분

Hess의 법칙은 전체 반응의 엔탈피 변화가 각 단계의 엔탈피 변화의 합과 같다는 법칙이다. 엔탈피는 상태함수이므로 **처음 상태와 최종 상태가 같으면** 중간에 어떤 경로를 거쳐도 전체 엔탈피 변화는 같다. 예를 들어 A에서 B를 거쳐 C로 변하는 반응에서는 $\Delta H_{A\to C} = \Delta H_{A\to B} + \Delta H_{B\to C}$가 성립한다. 따라서 제시문의 '각 단계의 엔탈피 변화값의 합'은 Hess의 법칙을 나타낸다.

Raoult의 법칙은 이상용액의 증기압과 조성의 관계를, Henry의 법칙은 일정 온도에서 용액에 녹는 기체의 양과 기체 분압의 관계를 다룬다. 이들은 용액과 기체의 평형에 관한 관계이며, 제시문에서 묻는 **반응 엔탈피의 가산성**과 구별된다.

NoteBase

문 2. 옥탄가 100의 기준이 되는 물질의 구조식은?

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

② $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

③ $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

④ $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$

정답 4번

간단한 해설

옥탄가 100의 기준 물질은 **아이소옥테인(2,2,4-트라이메틸펜테인)**이다. 펜테인 주사슬의 2번 탄소에 메틸기 두 개, 4번 탄소에 메틸기 한 개가 붙은 구조이다.

핵심 풀이

옥탄가는 휘발유의 노킹에 대한 저항성을 나타내는 척도이다. 기준 물질인 아이소옥테인의 옥탄가는 100, 노말헵테인의 옥탄가는 0으로 정한다. 따라서 **탄소 수가 8개라는 사실만으로 옥탄가 100이 되는 것은 아니다**.

④의 구조는 가장 긴 탄소 사슬이 5개인 펜테인이고, 가지에 작은 번호를 부여하면 2번 탄소에 메틸기 두 개, 4번 탄소에 메틸기 한 개가 있다. 따라서 **2,2,4-트라이메틸펜테인**, 즉 아이소옥테인에 해당한다.

①은 가지가 없는 노말옥테인이고, ②는 2-메틸헵테인, ③은 2,2-다이메틸헥세인이다. 이들은 모두 탄소 수가 8개인 알케인이지만, 주사슬의 길이와 가지의 배치가 아이소옥테인과 다르다.

NoteBase

문 3. 합성가스에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일반적으로 이산화탄소(CO_2)와 수소(H_2)의 혼합물이다.

② 메탄(CH_4)의 수증기 개질로부터 제조될 수 있다.

③ 암모니아(NH_3) 제조에 활용될 수 있다.

④ 메탄올(CH_3OH) 제조에 사용될 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

합성가스는 일반적으로 **일산화탄소(CO)와 수소(H_2)**를 주성분으로 하는 혼합물이다. ①의 '이산화탄소(CO_2)'는 '일산화탄소(CO)'로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① X: 합성가스는 화학제품 합성의 원료로 쓰이는 기체로, 주성분은 **일산화탄소(CO)와 수소(H_2)**이다. 제조 방법과 처리 단계에 따라 CO_2 등이 함께 들어 있을 수 있지만, 일반적인 조성을 CO_2와 H_2의 혼합물로 설명하는 것은 부정확하다. '이산화탄소(CO_2)'를 '일산화탄소(CO)'로 고쳐야 한다.

② O: 메탄의 수증기 개질은 메탄을 고온에서 촉매의 도움으로 수증기와 반응시켜 CO와 H_2를 얻는 공정이다. 대표 반응은 $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$이며, 생성물이 합성가스의 주성분이므로 **메탄의 수증기 개질로 제조**할 수 있다.

③ O: 합성가스는 암모니아 합성에 필요한 **수소의 공급원**으로 활용된다. CO를 수증기와 반응시키는 수성가스 전환 반응인 $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$로 수소를 더 얻고, CO_2와 잔류 CO 등을 제거하여 정제한다. 이렇게 얻은 H_2를 질소(N_2)와 반응시키면 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$에 따라 암모니아를 제조할 수 있다.

④ O: 합성가스에 포함된 **CO와 H_2를 촉매상에서 반응**시키면 메탄올을 제조할 수 있다. 대표 반응은 $CO + 2H_2 \rightleftharpoons CH_3OH$이다. CO는 메탄올의 탄소를, H_2는 수소를 공급하므로 합성가스가 메탄올 합성 원료로 쓰인다.

NoteBase

문 4. 유지의 분자량 또는 불포화도와 관련이 없는 것은?

① 산가(acid value)

② 아이오딘가(iodine value)

③ 비누화가(saponification value)

④ 친수성-친유성 밸런스(hydrophilic-lipophilic balance)

정답 4번

간단한 해설

친수성-친유성 밸런스(HLB)는 계면활성제의 **물과 기름에 대한 친화성의 균형**을 나타낸다. 유지의 분자량이나 탄소 간 이중결합의 정도를 나타내는 지표가 아니다.

선지별 해설

각 항목은 '유지의 분자량 또는 불포화도와 관련된 지표이다'라는 기준으로 판단한다.

① O: 산가는 유지 1 g에 들어 있는 유리지방산을 중화하는 데 필요한 수산화칼륨(KOH)의 mg 수이다. 유리지방산의 질량분율이 같다면 **지방산의 분자량이 작을수록** 중화할 산의 몰수가 많아져 산가가 커진다. 따라서 지방산의 분자량과 관련이 있으나, 유리지방산의 함량에도 좌우되므로 산가만으로 유지 전체의 평균 분자량을 결정할 수는 없다.

② O: 아이오딘가는 유지 100 g에 첨가되는 아이오딘의 g 수이다. 탄소 간 이중결합에 아이오딘이 첨가되므로, 단위 질량당 반응할 이중결합이 많을수록 아이오딘가가 커진다. 따라서 **유지의 불포화도**를 나타내는 지표이다.

③ O: 비누화가는 유지 1 g을 비누화하고 유리지방산을 중화하는 데 필요한 KOH의 mg 수이다. 유지의 주성분인 트라이글리세라이드는 한 분자에 에스터 결합이 3개 있으므로 한 분자를 완전히 비누화하는 데 KOH 3분자가 필요하다. 트라이글리세라이드를 기준으로 평균 분자량이 작으면 같은 질량에 들어 있는 분자 수가 많아져 KOH 소모량도 커진다. 따라서 **평균 분자량이 작을수록 비누화가가 크다**.

④ X: 친수성-친유성 밸런스(HLB)는 계면활성제의 친수성과 친유성의 상대적인 크기를 나타내며, **유화제의 선택** 등에 이용한다. 유지의 분자량이나 불포화도를 나타내는 지표로 분류해서는 안 된다. 친수성이 큰지 친유성이 큰지를 구분하는 지표로 이해해야 한다.

NoteBase

문 5. 괴상(bulk) 중합에서 급격한 중합 속도 증가와 온도 증가에 따른 자동가속화 현상은?

① 겔 효과(gel effect)

② 역성장(depropagation)

③ 유리 전이(glass transition)

④ 유도 분해(induced decomposition)

정답 1번

간단한 해설

괴상 중합에서 점도가 높아지면 성장 라디칼끼리 만나 일어나는 **종결반응이 억제**되어 중합 속도가 급격히 증가한다. 이 자동가속화가 **겔 효과**이며, 발열이 빠르게 늘고 열이 충분히 제거되지 않으면 온도도 상승한다.

개념 구분

겔 효과(gel effect): 괴상 라디칼 중합이 진행되면 생성된 고분자로 인해 반응계의 점도가 높아진다. 긴 성장 라디칼의 이동이 어려워져 서로 만나 종결되는 반응이 억제되지만, 작은 단량체가 성장 말단에 첨가되는 반응은 상대적으로 덜 제한된다. 이에 따라 성장 라디칼이 축적되어 **중합 속도가 급격히 증가**한다. 중합은 발열반응이므로 열 발생도 빨라지고, 방열이 충분하지 않으면 온도가 올라 반응이 더욱 가속된다. 이것이 문제에서 묻는 자동가속화 현상이다.

역성장(depropagation): 성장반응의 역반응으로, 사슬 말단에서 단량체가 떨어져 나오는 과정이다. **단량체가 첨가되는 성장과 반대 방향**이므로, 종결 억제로 중합 속도가 증가하는 겔 효과와 구별된다.

유리 전이(glass transition): 비정질 고분자의 사슬 분절 운동이 온도에 따라 크게 달라져, 단단한 유리상과 유연한 고무상 사이에서 상태가 변하는 현상이다. **사슬 분절 운동의 변화**를 뜻하며, 중합반응의 자동가속화를 가리키는 명칭이 아니다.

유도 분해(induced decomposition): 라디칼과 개시제의 반응으로 개시제의 분해가 유도되는 현상이다. 개시제의 분해에 관한 현상으로, 점도 증가에 따른 **성장 라디칼의 종결 억제**가 핵심인 겔 효과와 다르다.

NoteBase

문 6. 페놀류에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 페놀은 상온에서 고체로 존재한다.

② 크레솔(cresol)은 세 가지의 이성질체가 있다.

③ 페놀은 물에 용해도가 낮으며 중성을 나타낸다.

④ 페놀은 $FeCl_3$ 수용액과 발색 반응으로 검출이 가능하다.

정답 3번

간단한 해설

페놀은 물에 대한 용해도가 제한적이지만, 물에 녹은 페놀은 **중성이 아니라 약한 산성**을 나타낸다. 수산기의 수소가 일부 해리되어 생기는 페녹사이드 이온이 공명으로 안정화되기 때문이다.

선지별 해설

① O: 순수한 페놀의 녹는점은 약 40~41 °C이므로, 이보다 낮은 상온인 20~25 °C에서는 **고체로 존재**한다.

② O: 크레솔은 페놀의 벤젠 고리에 메틸기 하나가 결합한 물질이다. 수산기가 붙은 탄소를 1번으로 하면 메틸기가 2번, 3번, 4번 위치에 있는 **오르토(o-)·메타(m-)·파라(p-)의 세 위치 이성질체**가 존재한다. 고리의 대칭성 때문에 6번과 5번 위치는 각각 2번과 3번 위치에 해당한다.

③ X: 페놀은 수산기로 물과 수소 결합을 할 수 있지만, 비극성인 벤젠 고리의 영향으로 물에 대한 용해도가 제한적이다. 그러나 용해도와 산성 여부는 별개의 성질이며, 페놀 수용액은 **중성이 아니라 약한 산성**을 나타낸다. 수산기의 수소가 일부 해리된 뒤 생기는 페녹사이드 이온은 음전하가 공명으로 분산되어 안정화된다. 따라서 선지의 '중성을 나타낸다'를 '약한 산성을 나타낸다'로 고쳐야 한다.

④ O: 페놀에 염화 철(III)($FeCl_3$) 수용액을 가하면 철(III) 이온과 **보라색 착물**을 형성한다. 이 발색 반응을 이용하여 페놀을 검출할 수 있다.

NoteBase

문 7. 고분자의 유리전이온도를 측정하는 분석법으로 옳지 않은 것은?

① 만능시험법(UTM)

② 시차 열분석법(DTA)

③ 시차 주사 열량법(DSC)

④ 동적 기계적 분석법(DMA)

정답 1번

간단한 해설

만능시험법(UTM)은 인장·압축 시험으로 **강도와 변형 특성**을 평가하는 방법이다. 유리전이온도는 온도에 따른 열적 신호나 점탄성의 변화를 추적하는 DTA, DSC, DMA 등으로 측정한다.

선지별 해설

① X: 만능시험법(UTM)은 시편에 인장·압축 등의 하중을 가하고 힘과 변형을 측정하여 인장강도, 탄성률, 파단신율 등을 구한다. 기본적인 만능시험은 **기계적 강도와 변형 특성을 평가**하는 시험이며, 유리전이온도를 직접 판별하는 통상적인 분석법은 아니다. 유리전이온도 측정에는 DSC 등의 열분석법이나 DMA를 이용한다.

② O: 시차 열분석법(DTA)은 시료와 기준물질을 같은 온도 프로그램에 따라 가열하거나 냉각하면서 둘 사이의 온도 차이를 측정한다. 유리전이에서 비열이 변하면 **DTA 곡선의 기준선이 이동**하므로, 이 변화가 나타나는 온도 구간에서 유리전이온도를 구할 수 있다.

③ O: 시차 주사 열량법(DSC)은 시료와 기준물질 사이의 열흐름 차이를 온도에 따라 측정한다. 유리전이는 고분자의 비정질 영역에서 사슬 분절의 운동이 활발해지는 현상으로, 이때 비열이 증가한다. 이에 따른 **DSC 기준선의 계단형 변화**를 이용하여 유리전이온도를 측정한다. 용융처럼 잠열에 의한 피크를 찾는 것과 구별한다.

④ O: 동적 기계적 분석법(DMA)은 시료에 주기적인 힘이나 변형을 가하고 그 응답을 측정하여 점탄성을 분석한다. 온도를 변화시키면 유리전이 구간에서 **저장탄성률이 급격히 감소**하고 손실탄성률이나 손실계수에 피크가 나타난다. 이러한 변화를 기준으로 유리전이온도를 구한다.

NoteBase

문 8. 1 당량의 1-hexyne ($CH_3CH_2CH_2CH_2C \equiv CH$)**과 2 당량의 HBr을 반응시켰을 때 얻어지는 주 생성물은?**

① $BrCH_2CH_2CH_2CH_2CHBrCH_3$

② $CH_3CH_2CH_2CH_2CHBrCH_2Br$

③ $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CHBr_2$

④ $CH_3CH_2CH_2CH_2CBr_2CH_3$

정답 4번

간단한 해설

말단 알카인에 HBr 2당량이 첨가되면 마르코프니코프 규칙에 따라 **두 Br이 같은 2번 탄소에 결합**한다. 따라서 주 생성물은 2,2-다이브로모헥세인이다.

공통 해설

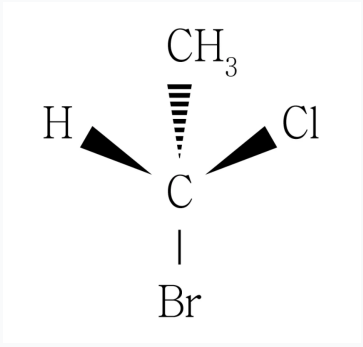
일반적인 HBr 첨가에서 말단 알카인은 마르코프니코프 규칙을 따른다. 수소는 수소가 더 많은 말단 탄소에, Br은 알킬기가 결합한 안쪽 탄소에 붙는다. HBr이 2당량이면 두 번 첨가되어 **같은 탄소에 Br 두 개가 결합한** gem-다이브로마이드가 생성된다.

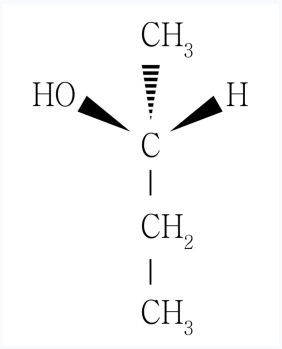
1-헥사인의 삼중결합 말단을 1번 탄소로 잡으면, 첫 번째 첨가에서 H는 1번 탄소에, Br은 2번 탄소에 붙는다. 이때 중간 생성물은 $CH_3CH_2CH_2CH_2C(Br) = CH_2$이다. 남아 있는 이중결합에 HBr이 한 번 더 첨가될 때도 H는 1번 탄소에, Br은 2번 탄소에 붙는다.

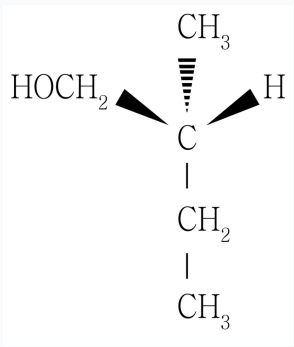
따라서 최종 생성물은 $CH_3CH_2CH_2CH_2CBr_2CH_3$, 즉 2,2-다이브로모헥세인이다. 두 Br이 서로 다른 탄소에 결합한 구조나 말단 1번 탄소에 함께 결합한 구조는 이 첨가 방향과 맞지 않는다.

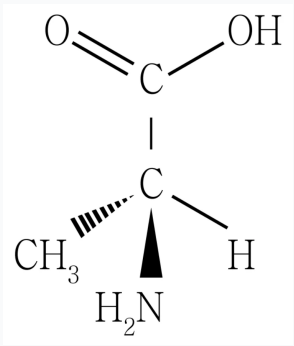
NoteBase

문 9. 카이랄 탄소의 절대 배열(absolute configuration)이 S인 화합물은?

① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

간단한 해설

④의 치환기 우선순위는 NH_2 > COOH > CH_3 > H이다. 최하위인 **H가 뒤를 향하도록** 놓고 보면 1 → 2 → 3이 반시계방향이므로 S 배열이다.

NoteBase

선지별 해설

CIP 규칙에서는 카이랄 탄소에 직접 결합한 원자의 원자번호가 클수록 우선순위가 높다. 직접 결합한 원자가 같으면 그다음 원자들을 원자번호가 큰 순서로 나열해 처음 차이가 나는 곳에서 비교한다. 채운 쐐기는 종이 앞쪽, 빗금 쐐기는 뒤쪽을 나타낸다. 최하위 치환기가 뒤를 향할 때 1 → 2 → 3이 시계방향이면 R, 반시계방향이면 S이다. 최하위 치환기를 뒤쪽 치환기와 한 번 맞바꾸어 판독할 수도 있지만, **한 번의 맞바꿈은 배열을 반전**시키므로 판독한 R/S를 다시 뒤집어야 한다.

① X: 우선순위는 Br(1) > Cl(2) > CH_3(3) > H(4)이다. 직접 결합한 원자의 원자번호가 Br 35, Cl 17, C 6, H 1이기 때문이다. 왼쪽 앞의 H와 위쪽 뒤의 CH_3를 한 번 맞바꾸면 H가 뒤로 간다. 이때 Br(아래) → Cl(오른쪽) → CH_3(왼쪽)는 반시계방향이어서 맞바꾼 구조는 S이다. 한 번 맞바꾸기 전의 원래 구조는 **R 배열**이다.

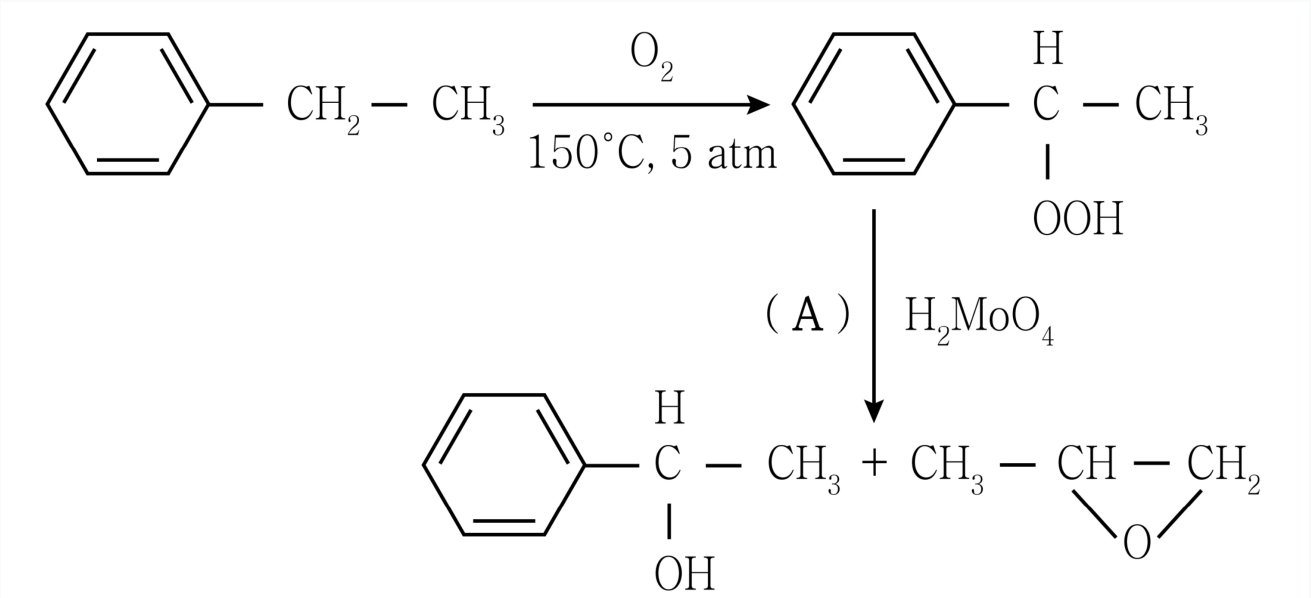
② X: 우선순위는 OH(1) > CH_2CH_3(2) > CH_3(3) > H(4)이다. OH는 산소가 직접 결합하므로 탄소로 결합한 두 알킬기보다 앞선다. 에틸기의 첫 탄소에 이어진 원자들은 C·H·H이고 메틸기는 H·H·H이므로 **에틸기가 메틸기보다 우선**한다. 오른쪽 앞의 H와 위쪽 뒤의 CH_3를 한 번 맞바꾸면 OH(왼쪽) → CH_2CH_3(아래) → CH_3(오른쪽)가 반시계방향이어서 S로 판독된다. 따라서 원래 구조는 R 배열이다.

③ X: 우선순위는 CH_2OH(1) > CH_2CH_3(2) > CH_3(3) > H(4)이다. 세 탄소 치환기의 첫 탄소에 이어진 원자들을 비교하면 각각 O·H·H, C·H·H, H·H·H이므로 **O > C > H**에 따라 순서가 정해진다. 그림 왼쪽의 $HOCH_2$는 카이랄 탄소에 탄소로 연결된 CH_2OH기이다. 오른쪽 앞의 H와 위쪽 뒤의 CH_3를 한 번 맞바꾸면 CH_2OH(왼쪽) → CH_2CH_3(아래) → CH_3(오른쪽)가 반시계방향이어서 S로 판독된다. 따라서 원래 구조는 R 배열이다.

④ O: 우선순위는 NH_2(1) > COOH(2) > CH_3(3) > H(4)이다. 직접 결합한 원자가 N·C·C·H이므로 NH_2가 가장 앞선다. COOH와 CH_3는 모두 탄소로 결합하지만, COOH의 탄소는 이중결합을 중복 계산하면 O·O·O에 연결된 것으로 비교하고 CH_3의 탄소는 H·H·H에 연결되므로 COOH가 우선한다. 오른쪽 평면의 H와 왼쪽 뒤의 CH_3를 한 번 맞바꾸면 H가 뒤로 간다. 이때 NH_2(아래) → COOH(위) → CH_3(오른쪽 아래)는 시계방향이어서 맞바꾼 구조는 R이다. 한 번 맞바꾸기 전의 원래 구조는 **S 배열**이다.

NoteBase

문 10. 다음 화학 반응식의 A에 가장 적합한 반응물은?



① $CH_3-CH(OH)-CH_3$
② $CH_3-CH=CH_2$
③ $CH_3-CH_2-CH_2-OH$
④ $CH_3-CH_2-CH_3$

정답 2번

간단한 해설

생성물의 프로필렌 옥사이드는 **탄소-탄소 이중결합을 에폭시화**하여 만든다. 따라서 A는 이중결합을 가진 프로펜($CH_3-CH=CH_2$)이며, 하이드로퍼옥사이드가 산소를 전달한다.

NoteBase

공통 해설

그림의 첫 단계에서는 에틸벤젠이 산소와 150°C, 5 atm 조건에서 반응하여 에틸벤젠 하이드로퍼옥사이드를 만든다. 이어 H_2MoO_4 촉매하에서 이 하이드로퍼옥사이드가 알켄에 산소 원자 하나를 전달하면, 알켄의 탄소–탄소 이중결합 자리에 탄소 2개와 산소 1개로 이루어진 삼원환인 에폭사이드가 생긴다. 산소를 전달한 하이드로퍼옥사이드는 그림 왼쪽 아래의 1-페닐에탄올로 바뀐다.

오른쪽 아래 생성물은 세 탄소 중 이웃한 두 탄소가 산소와 삼원환을 이룬 프로필렌 옥사이드이다. 에폭시화에서는 **탄소 골격을 유지하면서 이중결합이 에폭시 고리로 바뀌므로**, 그 두 탄소 사이에 이중결합이 있던 프로펜($CH_3-CH=CH_2$)이 A에 해당한다. 두 알코올 후보인 $CH_3-CH(OH)-CH_3$와 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$, 그리고 프로페인($CH_3-CH_2-CH_3$)은 모두 탄소–탄소 이중결합이 없어 이 에폭시화의 반응물에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 11. 다음 설명을 모두 만족하는 화합물은?

◯ 베타(β) 결합을 갖는 글루코오스에서 생성된다.
◯ 식물의 구조를 이루는 주요한 다당류이다.
◯ 나무는 리그닌과 이것의 혼합물로 이루어진다.

① 녹말(starch)
② 셀룰로오스(cellulose)
③ 글라이코겐(glycogen)
④ 수크로오스(sucrose)

정답 2번

간단한 해설

셀룰로오스는 글루코오스가 **β-1,4 글리코시드 결합**으로 연결된 다당류로, 식물 세포벽의 주요 구조 성분이다. 목재에서도 리그닌과 함께 존재하므로 제시된 설명에 부합한다.

핵심 풀이

β 결합: 셀룰로오스는 β형 글루코오스가 **β-1,4 글리코시드 결합**으로 연결된 다당류이다. 한 글루코오스의 1번 탄소와 다음 글루코오스의 4번 탄소 사이가 연결되며, 가지가 없는 긴 사슬을 이룬다.

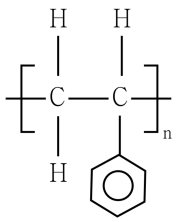
식물의 구조와 목재: 셀룰로오스 사슬들은 서로 수소 결합하여 튼튼한 섬유 구조를 형성하고, **식물 세포벽을 지지**한다. 목재에서는 셀룰로오스가 리그닌 등과 함께 존재하므로, 식물의 구조 성분이라는 단서와 목재에 관한 단서가 모두 셀룰로오스를 가리킨다.

경쟁 후보와의 구분: 녹말과 글라이코겐도 글루코오스로 이루어진 다당류이지만, 주된 사슬은 **α-1,4 결합**으로 연결되며 에너지 저장 기능을 한다. 수크로오스는 글루코오스와 프럭토오스가 하나씩 결합한 **이당류**이므로, 식물의 구조를 이루는 다당류라는 조건에 해당하지 않는다.

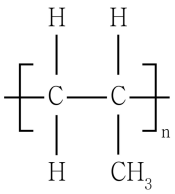
NoteBase

문 12. 고분자의 구조식이 옳은 것만을 모두 고르면?

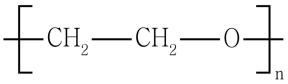
ㄱ. 폴리에틸렌 (PE)



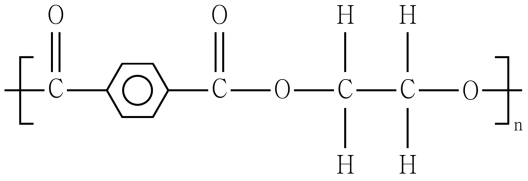
ㄴ. 폴리스티렌 (PS)



ㄷ. 폴리(에틸렌옥사이드) (PEO)



ㄹ. 폴리(에틸렌 테레프탈레이트) (PET)



① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄹ

④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

PEO의 반복 단위에는 두 탄소 뒤에 산소가 이어지는 **에테르 결합**이 있다. PET는 벤젠 고리의 서로 마주 보는 위치에 붙은 카보닐기와 에틸렌글리콜 유래 부분이 **에스터 결합**으로 연결된 구조이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ X: 그림에서는 탄소 주사슬에 벤젠 고리인 페닐기가 곁가지로 붙어 있으므로 **폴리스티렌(PS)**의 구조이다. 폴리에틸렌(PE)은 에틸렌의 이중 결합이 열려 중합된 것으로, 반복 단위가 $[-CH_2-CH_2-]_n$이며 페닐기가 없다.

ㄴ X: 그림에서는 주사슬의 탄소 하나에 메틸기 CH_3가 붙어 있으므로 **폴리프로필렌(PP)**의 구조이다. 폴리스티렌(PS)의 구조로 고치려면 이 메틸기를 페닐기로 바꾸어야 한다.

ㄷ O: 반복 단위가 $[-CH_2-CH_2-O-]_n$이다. 에틸렌옥사이드의 고리가 열리면서 두 탄소와 산소가 주사슬에 편입되어 **에테르 결합**이 반복되므로 폴리(에틸렌옥사이드)(PEO)의 구조와 일치한다.

ㄹ O: 벤젠 고리의 서로 마주 보는 두 위치에 카보닐기가 붙은 테레프탈산 유래 부분과 에틸렌글리콜 유래 부분이 연결되어 있다. 두 부분을 잇는 $-C(=O)-O-$는 **에스터 결합**이므로 폴리(에틸렌 테레프탈레이트)(PET)의 반복 구조와 일치한다.

명칭과 구조식이 일치하는 보기는 ㄷ, ㄹ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 13. 생체 의료용 고분자에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 일회용 의료 제품으로는 PP와 PVC가 사용되고 있다.

② 안과 영역에서는 PMMA가 사용되고 있다.

③ 수술용 봉합사로는 PS가 사용되고 있다.

④ 의치 제품으로는 PMMA가 사용되고 있다.

정답 3번

간단한 해설

PS(폴리스타이렌)는 단단하고 잘 부서지는 성질이 있어 수술용 봉합사 재료로 적합하지 않다. 봉합사에는 **나일론이나 PP(폴리프로필렌)** 등이 사용된다.

선지별 해설

① O: PP는 폴리프로필렌, PVC는 폴리염화비닐이다. PP는 성형성이 좋아 **일회용 주사기** 등에 사용되고, PVC는 가소제를 첨가하여 유연하게 만들 수 있어 수액관이나 혈액백 등에 사용된다.

② O: PMMA는 폴리메틸메타크릴레이트로, 빛을 잘 통과시키고 생체적합성이 있어 안과용 광학 재료로 쓰인다. 대표적인 용도는 눈의 수정체를 대신하는 **인공수정체**이다.

③ X: 봉합사는 조직을 묶어 유지해야 하므로 인장강도와 유연성, 매듭을 지을 수 있는 성질이 필요하다. 일반적인 PS는 단단하고 취성이 커서 이러한 용도에 적합하지 않다. 수술용 봉합사에는 PS 대신 **나일론이나 PP** 등이 사용되며, 이들은 비흡수성 봉합사의 대표적인 재료이다.

④ O: PMMA는 원하는 형태로 성형하고 색을 부여하기 쉬워 의치 재료로 사용된다. 특히 인공치아를 지지하면서 잇몸에 접하는 부분인 **의치상**을 만드는 대표적인 수지이다.

NoteBase

문 14. 아민기보다 카르복실기의 개수가 더 많은 아미노산만을 모두 고르면?

ㄱ. 라이신(lysine)
ㄴ. 아르기닌(arginine)
ㄷ. 아스파트산(aspartic acid)
ㄹ. 글루탐산(glutamic acid)

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

아스파트산과 글루탐산은 곁사슬에 카르복실기가 하나 더 있어, 각각 **카르복실기 2개와 아민기 1개**를 갖는다. 따라서 아민기보다 카르복실기가 많은 산성 아미노산에 해당한다.

보기별 해설

ㄱ. 라이신: 기본 골격의 아민기 외에 곁사슬에도 아민기가 있다. 따라서 **아민기 2개, 카르복실기 1개**로, 카르복실기가 더 많다는 조건에 해당하지 않는다.

ㄴ. 아르기닌: 기본 골격에 아민기와 카르복실기가 하나씩 있고, 곁사슬에는 염기성을 띠는 구아니디노기가 있다. **곁사슬에 추가 카르복실기가 없으므로** 카르복실기가 아민기보다 많지 않다.

ㄷ. 아스파트산: 기본 골격의 카르복실기 외에 곁사슬에도 카르복실기가 하나 있다. 따라서 **카르복실기 2개, 아민기 1개**로, 제시된 조건에 해당한다.

ㄹ. 글루탐산: 아스파트산과 마찬가지로 곁사슬에 카르복실기가 하나 더 있다. 따라서 **카르복실기 2개, 아민기 1개**로, 제시된 조건에 해당한다.

카르복실기가 아민기보다 많은 것은 ㄷ과 ㄹ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 15. 수용액에서 침전 반응이 일어나지 않는 화학 반응식은?

① $2Al(NO_3)_3(aq) + 3Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$

② $FeSO_4(aq) + 2KCl(aq) \rightarrow$

③ $MgCl_2(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$

④ $CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$

정답 2번

간단한 해설

황산철(Ⅱ)과 염화칼륨을 섞어도 가능한 생성물인 염화철(Ⅱ)과 황산칼륨이 모두 물에 녹는다. 따라서 이온들이 **수용액 속에 그대로 남아** 침전이 생기지 않는다.

선지별 해설

침전 반응은 수용액 속 이온들이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 고체를 만드는 반응이다. 각 조합에서 침전이 생기지 않는지를 판단한다.

① X: 알루미늄 이온과 수산화 이온이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 **수산화알루미늄 침전** $Al(OH)_3$을 만든다. 질산바륨은 수용액에 남지만, 수산화알루미늄이 고체로 분리되므로 침전 반응이 일어난다.

② O: 이온을 서로 바꾸어 조합한 염화철(Ⅱ) $FeCl_2$과 황산칼륨 K_2SO_4은 모두 물에 녹는다. 철(Ⅱ) 이온, 황산 이온, 칼륨 이온, 염화 이온이 용액에 남아 **불용성 고체를 만들지 않으므로** 침전 반응이 일어나지 않는다.

③ X: 마그네슘 이온과 수산화 이온이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 **수산화마그네슘 침전** $Mg(OH)_2$을 만든다. 함께 생기는 염화칼슘은 물에 녹지만, 수산화마그네슘이 고체로 분리되므로 침전 반응이 일어난다.

④ X: 칼슘 이온과 탄산 이온이 결합하여 물에 잘 녹지 않는 **탄산칼슘 침전** $CaCO_3$을 만든다. 염화나트륨은 수용액에 남지만, 탄산칼슘이 고체로 분리되므로 침전 반응이 일어난다.

NoteBase

문 16. $Fe(CN)_6^{3-}$ **착이온의 리간드장 안정화 에너지의 절대값은? (단, Fe는 8족 원소이며,** Δ_o**는 팔면체 결정장 갈라짐 에너지이다)**

① 0

② $0.4\Delta_o$

③ $2.0\Delta_o$

④ $2.4\Delta_o$

정답 3번

간단한 해설

CN^-는 **강한 장 리간드**이므로 Fe^{3+}의 d 전자 5개는 낮은 에너지의 t_{2g} 오비탈에 모두 들어간다. 각 전자가 $0.4\Delta_o$ 만큼 안정화되므로 리간드장 안정화 에너지의 절대값은 $2.0\Delta_o$이다.

계산 과정

1. Fe의 산화수와 d 전자 수: CN^- 하나의 전하는 −1이므로 Fe의 산화수를 x라 하면 $x + 6(-1) = -3$에서 $x = +3$이다. Fe는 8족 원소이므로 Fe^{3+}의 d 전자 수는 $8 - 3 = 5$개이며, d^5 전자배치를 갖는다.

2. 오비탈별 전자 수: 팔면체장에서 d 오비탈은 낮은 에너지의 t_{2g} 3개와 높은 에너지의 e_g 2개로 갈라진다. CN^-는 강한 장 리간드이므로 이 착이온에서는 갈라짐 에너지 Δ_o가 전자쌍 형성 에너지보다 크다. 따라서 전자는 높은 준위로 올라가기보다 **낮은 준위에서 먼저 짝을 이루는 저스핀 배치**를 하며, 전자배치는 $t_{2g}^5 e_g^0$이다.

3. 안정화 에너지 계산: 갈라지기 전 d 오비탈의 평균 에너지를 기준으로, t_{2g} 전자 하나의 에너지 기여는 $-0.4\Delta_o$, e_g 전자 하나의 기여는 $+0.6\Delta_o$이다. 따라서 **각 준위의 전자 수에 에너지 기여를 곱해 합산**한다. 이 착이온은 전자 5개가 모두 낮은 준위에 있고 높은 준위에는 없으므로, 리간드장 안정화 에너지는 $E = 5(-0.4\Delta_o) = -2.0\Delta_o$이다. 음의 부호는 평균 에너지 준위보다 에너지가 낮아졌음을 뜻하며, 여기서는 전자쌍 형성 에너지를 별도로 더하지 않고 오비탈 갈라짐에 따른 안정화만 계산한다.

4. 절대값: 문제에서 요구하는 값은 에너지의 절대값이므로 $|E| = 2.0\Delta_o$이다. 이는 ③의 $2.0\Delta_o$와 일치한다.

NoteBase

문 17. 전이금속 원소의 바닥 상태 전자배치로 옳은 것은?

① $_{23}$V: [Ar]4s^{2}3d^2
② $_{24}$Cr: [Ar]4s^{1}3d^5
③ $_{28}$Ni: [Ar]4s^{1}3d^9
④ $_{29}$Cu: [Ar]4s^{2}3d^9

정답 2번

간단한 해설

Cr은 4s에 전자 1개, 3d에 전자 5개가 배치되어 **3d 부껍질이 반쯤 채워진 상태**를 바닥 상태로 갖는다.

선지별 해설

[Ar]은 아르곤의 전자 18개를 나타낸다. 중성 원자는 전체 전자 수가 원자번호와 같아야 하며, 바닥 상태는 가능한 전자배치 중 전체 에너지가 가장 낮은 상태이다.

① X: V의 원자번호는 23이지만, 제시된 배치의 전자 수는 18 + 2 + 2 = 22개로 **전자 1개가 부족하다**. 바닥 상태 전자배치는 [Ar]4$s^2$3d^3이다.

② O: Cr의 바닥 상태 전자배치는 [Ar]4$s^1$3d^5이다. 단순한 채움 순서로 예상하는 [Ar]4$s^2$3d^4보다 전체 에너지가 낮다. 이때 3d 오비탈 다섯 개에 전자가 하나씩 들어가 **3d 부껍질이 반쯤 채워진다**.

③ X: Ni의 바닥 상태 전자배치는 [Ar]4$s^2$3d^8이다. 제시된 [Ar]4$s^1$3d^9은 전자 수가 18 + 1 + 9 = 28개로 맞지만, **전체 에너지가 가장 낮은 배치는 아니다**. 전자 수가 일치하는 것만으로 바닥 상태라고 판단할 수 없다.

④ X: Cu의 바닥 상태 전자배치는 [Ar]4$s^1$3d^{10}이다. 제시된 [Ar]4$s^2$3d^9보다 전체 에너지가 낮으며, **3d 부껍질이 완전히 채워진다**. Cr과 Cu는 단순한 채움 순서를 그대로 적용하면 바닥 상태 배치를 잘못 쓰기 쉬운 원소이다.

NoteBase

문 18. 다음 반응에서 얻어지는 주 비료는?

$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2 + 2Na_2CO_3 + 2H_3PO_4 \rightarrow$

① 소성인비
② 용성인비
③ 과린산석회
④ 중과린산석회

정답 1번

간단한 해설

인광석에 **탄산소다와 인산을 함께 넣어 소성**하면 소성인비가 얻어진다.

핵심 풀이

반응식의 $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$는 인광석의 주성분인 플루오린인회석이다. 여기에 탄산소다 Na_2CO_3와 인산 H_3PO_4을 첨가하여 고온에서 소성하는 공정으로 얻는 비료가 **소성인비**이다. 소성은 원료를 가열하여 화학적 변화를 일으키는 처리로, 인광석의 인을 작물이 이용하기 쉬운 형태로 바꾼다.

용성인비는 인광석에 마그네슘과 규소를 함유한 광석을 섞어 **용융한 뒤 급랭**하여 만든다. 제시된 탄산소다·인산 첨가 소성법과는 제조 방식이 다르다.

과린산석회는 인광석을 황산으로, 중과린산석회는 인산으로 산분해하여 만든다. 두 비료는 인산일칼슘을 주요 성분으로 하며, **탄산소다를 함께 넣어 소성하는 공정**과 구별된다. 따라서 반응물에 인산이 있다는 사실만으로 중과린산석회에 해당하지는 않는다.

NoteBase

문 19. 양자점(quantum dot)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 디스플레이 재료로 활용되고 있다.

② 연속적인 에너지 준위 구조를 가진다.

③ 나노미터 크기의 초미세 입자이다.

④ 크기에 따라 가시광선 영역으로부터 적외선 영역까지 발광할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

양자점은 전자와 정공의 운동이 작은 공간에 제한되는 **양자 구속 효과**로 인해 **불연속적인 에너지 준위**를 가진다. 따라서 '연속적인 에너지 준위 구조'라는 설명은 잘못되었다.

선지별 해설

① O: 양자점은 크기를 조절하여 원하는 색의 빛을 내도록 만들 수 있다. 이러한 **발광 색의 조절 가능성**을 이용해 디스플레이에서 색을 구현하는 재료로 활용한다.

② X: 양자점에서는 전자와 정공이 세 방향 모두에서 작은 공간에 갇히는 양자 구속 효과가 나타난다. 이 때문에 허용되는 에너지가 특정한 값들로 나뉘므로, '연속적인'을 **'불연속적인'**으로 고쳐야 한다. 벌크 반도체의 에너지띠 안에서는 매우 촘촘한 준위를 사실상 연속적으로 다루지만, 양자점에서는 준위의 분리가 뚜렷해진다.

③ O: 양자점은 보통 **수 nm 정도의 반도체 나노결정**이다. 이처럼 입자 크기가 매우 작아 전자와 정공의 운동이 제한되므로, 큰 덩어리의 같은 물질과 다른 광학적 특성을 보인다.

④ O: 같은 반도체 물질에서는 일반적으로 양자점이 작을수록 양자 구속 효과가 강해져 발광 에너지가 커지고 파장이 짧아진다. 반대로 크기가 커지면 발광 파장은 길어지므로, **재료와 크기를 적절히 선택**하면 가시광선 영역뿐 아니라 적외선 영역에서도 발광하도록 할 수 있다. 모든 재료가 크기 조절만으로 이 전체 영역을 덮는다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 20. 전기화학 전지에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 자발적으로 진행되는 전기화학 반응의 기전력은 음의 값을 갖는다.

② 자발적 반응의 깁스자유에너지 변화값은 양의 값을 갖는다.

③ 전해전지의 깁스자유에너지 변화값은 양의 값을 갖는다.

④ 수소연료전지의 역반응은 기전력이 양의 값을 갖는다.

정답 3번

간단한 해설

전해전지는 외부에서 전기에너지를 공급하여 **비자발적 반응**을 진행시키는 장치이다. 이때 진행시키는 화학 반응의 깁스자유에너지 변화는 **양수**이다.

선지별 해설

일정한 온도와 압력에서 전지 반응의 깁스자유에너지 변화와 기전력은 $\Delta G = -nFE$의 관계를 갖는다. 여기서 n은 반응식에 따라 이동하는 전자의 몰수, F는 패러데이 상수, E는 해당 반응 방향의 전지 기전력이다. n과 F는 양수이므로 ΔG와 E의 부호는 서로 반대이다.

① X: 자발적으로 진행되는 전기화학 반응은 $\Delta G < 0$이므로 **기전력이 양수**이다. 따라서 선지의 '음의 값'을 '양의 값'으로 고쳐야 한다.

② X: 일정한 온도와 압력에서 자발적 반응은 깁스자유에너지가 감소하는 방향으로 진행된다. 따라서 깁스자유에너지 변화는 **음수**, 즉 $\Delta G < 0$이다.

③ O: 전해전지에서는 외부 전원으로 전기에너지를 공급하여 **비자발적 화학 반응을 진행**시킨다. 이 화학 반응 자체는 $\Delta G > 0$이며, 해당 반응 방향의 전지 기전력은 $E < 0$이다. 외부 전원은 이 반응을 진행시키는 데 필요한 에너지를 제공한다.

④ X: 수소연료전지는 수소와 산소가 반응하여 물을 만드는 자발적 반응으로 전기에너지를 생산한다. 같은 조건에서 반응 방향을 뒤집으면 깁스자유에너지 변화와 기전력의 부호도 반대로 바뀐다. 따라서 물을 분해하여 수소와 산소를 만드는 **역반응의 기전력은 음수**이다.

NoteBase