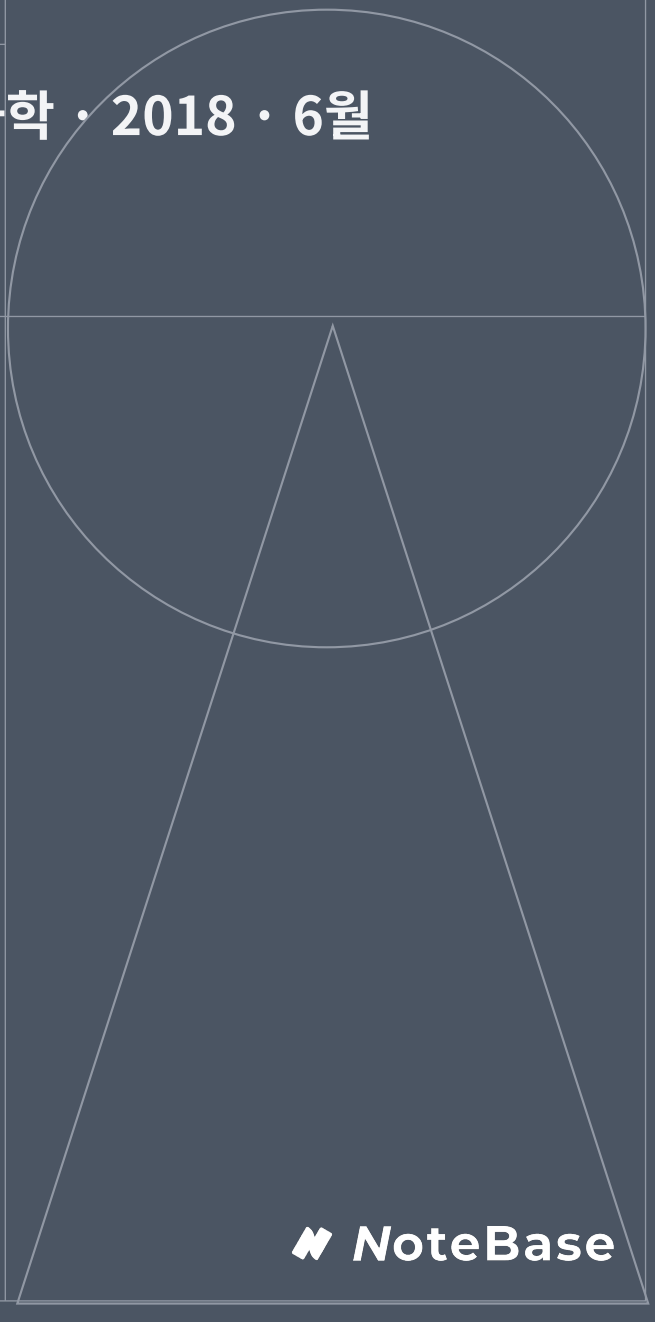
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2018 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2018 · 6월

공무원/서울시/9급 · 공업화학 · 2018 · 6월

문 1. VSEPR 모형을 바탕으로 예측된 ClF_3의 구조는?

① 삼각뿔

② 삼각 쌍뿔

③ T-형

④ 사면체

정답 3번

간단한 해설

ClF_3의 중심 Cl에는 결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 2개가 있다. 비공유 전자쌍이 삼각 쌍뿔 배치의 적도 자리 두 곳을 차지하므로, 세 F 원자의 배치는 **T-형**이다.

공통 해설

VSEPR 모형은 중심 원자 주위의 전자쌍이 서로의 반발을 줄이는 방향으로 배치된다고 설명한다. ClF_3에서 Cl의 원자가전자 7개 중 3개는 각각 F와 단일 결합을 만드는 데 참여하고, 나머지 4개는 비공유 전자쌍 2개를 이룬다. 따라서 중심 Cl 주위에는 **결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 2개**, 총 5개의 전자영역이 있다.

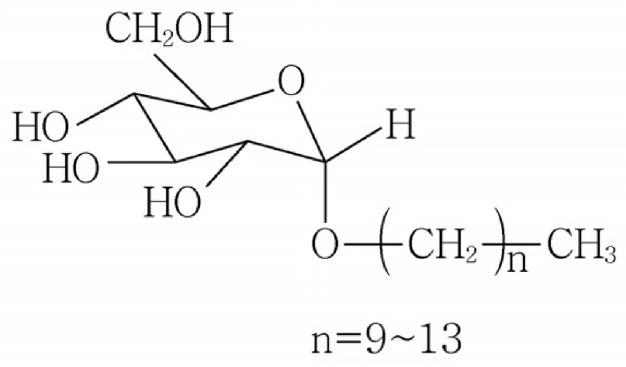
전자영역 5개의 기본 배치는 삼각 쌍뿔이다. 이 배치에는 위아래의 축 자리 2개와 같은 평면에 있는 적도 자리 3개가 있다. 축 자리는 다른 전자영역과 90°로 만나는 관계가 3개이고, 적도 자리는 2개이다. 비공유 전자쌍은 결합 전자쌍보다 강하게 반발하므로, 두 비공유 전자쌍은 90° 반발을 줄일 수 있는 **적도 자리 두 곳**에 놓인다.

분자 구조의 명칭은 비공유 전자쌍을 제외하고 원자들의 배치로 정한다. F 원자는 축 자리 2개와 남은 적도 자리 1개에 있으므로, Cl과 세 F가 이루는 분자 구조는 **T-형**이다. 삼각 쌍뿔은 비공유 전자쌍까지 포함한 전자영역의 배치이며, 삼각뿔이나 사면체도 이 원자 배치에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 2. 세제 화합물의 하나인 알킬 폴리글루코사이드(APG)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① 양쪽성 계면활성제이다.

② 아세탈그룹을 함유하고 있다.

③ 당이 포함되어 있다.

④ 생분해성이다.

정답 1번

간단한 해설

APG는 양쪽성 계면활성제가 아니라 **비이온성 계면활성제**이다. 당 부분이 물과 수소 결합하여 친수성을 나타내며, 양이온성·음이온성 작용기를 함께 지닌 구조는 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X: APG는 **비이온성 계면활성제**이다. 당 부분이 친수성을, 긴 알킬 사슬이 소수성을 나타내지만, 이러한 친수성·소수성의 공존은 계면활성제의 양친매성을 뜻한다. 양쪽성 계면활성제는 양이온성·음이온성 작용기를 함께 지닌 유형이므로 APG와 구별된다.

② O: 그림에서 알킬 사슬과 연결된 당 고리의 탄소는 고리 안의 산소 및 고리 밖의 알콕시기 산소와 각각 결합한다. 즉, 같은 탄소에 두 알콕시기가 결합한 **아세탈 구조**를 포함한다. 포도당의 헤미아세탈성 수산기가 알코올과 반응하여 글리코시드 결합을 형성한 구조이다.

③ O: APG는 **포도당 유래의 당 부분**을 포함한다. 그림의 여러 수산기를 가진 고리가 이 부분에 해당하며, 수산기는 물과 수소 결합하여 친수성을 나타낸다. 여기에 소수성 알킬 사슬이 연결되어 계면활성제로 작용한다.

④ O: APG는 **미생물에 의해 분해되는** 생분해성 계면활성제이다. 당 부분과 지방족 알킬 사슬이 미생물의 대사 과정을 통해 분해될 수 있으며, APG는 일반적으로 생분해성이 우수하다.

NoteBase

문 3. 포름알데히드(HCHO)의 공업적 형태에 해당하지 않는 것은?

① 메타크릴산메틸

② 옥시메틸렌글리콜의 올리고머 혼합물

③ 트리옥산(환상 3량체)

④ 파라포름알데히드

정답 1번

간단한 해설

메타크릴산메틸은 **메타크릴산의 메틸 에스터**로, 포름알데히드의 공업적 형태에 해당하지 않는다.
포름알데히드는 수화된 올리고머 혼합물이나 트리옥산·파라포름알데히드 같은 중합 형태로 취급된다.

공통 해설

포름알데히드는 반응성이 커서 공업적으로 수용액이나 중합된 고체 형태로 취급한다. 이들 형태는 **포름알데히드의 수화·올리고머화·중합**으로 연결된다.

수용액에서는 포름알데히드가 물과 반응하여 메틸렌글리콜을 형성하고, 사슬 길이가 다른 옥시메틸렌글리콜 올리고머들이 함께 존재한다. 트리옥산은 포름알데히드 세 분자가 고리 구조를 이룬 환상 3량체이고, 파라포름알데히드는 포름알데히드가 사슬 모양으로 중합된 고체이다. 따라서 올리고머 혼합물·트리옥산·파라포름알데히드는 모두 포름알데히드를 공급하고 취급하는 공업적 형태에 해당한다.

메타크릴산메틸은 메타크릴산의 카복실기가 메틸 에스터를 이룬 화합물이다. **포름알데히드의 수화물이나 중합체가 아닌 별개의 에스터**이므로, 포름알데히드의 공업적 형태에 포함되지 않는다.

NoteBase

문 4. 복합비료 중 화성비료를 제조하고자 할 때, 적합하지 않은 비료성분의 혼합은?

① $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + (NH_4)_2SO_4$

② $(NH_4)_2SO_4 + Ca(OH)_2$

③ $(NH_4)_2SO_4 + 2KCl$

④ $CaSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

정답 2번

간단한 해설

황산암모늄을 수산화칼슘과 섞으면 암모늄 이온이 염기와 반응하여 **암모니아로 휘산**한다. 이 과정에서 비료의 질소 성분이 손실되므로 적합하지 않은 혼합이다.

공통 해설

암모늄염을 강한 염기성 물질과 혼합하면, 암모늄 이온이 수산화 이온과 반응하여 암모니아가 된다. 반응은 $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$로 나타낸다. 암모니아가 기체로 빠져나가면 식물에 공급할 **질소 성분이 손실**되므로 이러한 조합은 피해야 한다.

황산암모늄은 암모늄 이온을, 수산화칼슘은 수산화 이온을 공급하므로 두 물질을 섞으면 이 반응이 일어난다. 여기서 문제를 일으키는 것은 칼슘 자체가 아니라 수산화칼슘의 **강한 염기성**이다.

인산이수소칼슘 일수화물과 황산암모늄, 황산암모늄과 염화칼륨, 황산칼슘·황산칼륨·물의 조합에는 암모늄염과 강염기가 함께 들어 있지 않다. 따라서 이들 혼합은 위와 같은 암모니아 휘산에 의한 질소 손실을 일으키는 조합과 구별된다.

NoteBase

문 5. 비고유 반도체로 가장 옳지 않은 것은?

① Ge에 As를 혼입

② Si에 Ge를 혼입

③ Ge에 In를 혼입

④ InSb에 B를 혼입

정답 2번

간단한 해설

Si와 Ge는 모두 **원자가전자가 4개**이므로, Si에 Ge를 섞는 것만으로는 전자나 정공을 공급하는 도너·억셉터 도핑이 되지 않는다. Si-Ge 합금을 만드는 것과 비고유 반도체를 만드는 것은 구별해야 한다.

선지별 해설

비고유 반도체는 불순물 도핑에 의해 공급되는 전자나 정공이 전기전도를 지배하는 반도체이다. 전자를 공급하는 불순물은 도너, 전자를 받아들여 정공을 만드는 불순물은 억셉터라고 한다.

① O: Ge는 원자가전자가 4개이고 As는 5개이다. As가 Ge 자리를 치환하면 공유결합에 필요한 전자 외에 전자 하나를 더 제공할 수 있으므로, As는 **도너**로 작용한다. 전자가 다수 운반자인 n형 비고유 반도체가 된다.

② X: Si와 Ge는 모두 14족 원소로 원자가전자가 4개이다. Ge가 Si 자리를 치환해도 결합에 필요한 전자의 과잉이나 부족이 생기지 않으므로, **Ge 혼입 자체는 도너·억셉터 도핑이 아니다**. Si-Ge 합금은 형성할 수 있지만, 비고유 반도체를 만들려면 As나 B처럼 전기적으로 활성인 불순물로 전자나 정공을 공급해야 한다.

③ O: Ge의 원자가전자는 4개이고 In은 3개이다. In이 Ge 자리를 치환하면 결합에 필요한 전자가 하나 부족해 주변 전자를 받아들일 수 있다. In은 **억셉터**로 작용하며, 전자가 빠져나간 자리에 생긴 정공이 다수 운반자인 p형 비고유 반도체가 된다.

④ O: InSb는 13족 In과 15족 Sb로 이루어진 화합물 반도체이다. B를 이온 주입하여 **정공이 다수 운반자인 p형 영역**을 형성할 수 있으므로 비고유 반도체의 예가 된다. 화합물 반도체에서는 불순물이 들어가는 격자 자리와 주입·처리 조건이 도핑 효과에 관여하므로, In과 B가 같은 족이라는 사실만으로 도핑 효과가 없다고 판단해서는 안 된다.

NoteBase

문 6. 폴리염화비닐(PVC)의 중합도가 100일 때, PVC의 개수-평균 분자량($\overline{M_n}$)은? (단, C, H, Cl의 원자량은 각각 12, 1, 35.5이다.)

① 5,050g/mol

② 6,250g/mol

③ 8,050g/mol

④ 9,070g/mol

정답 2번

간단한 해설

PVC의 개수-평균 분자량은 **반복단위의 몰질량에 중합도를 곱해** 구한다. 반복단위의 몰질량이 62.5 g/mol이므로 6,250 g/mol이다.

계산 과정

반복단위의 몰질량: PVC는 염화비닐의 이중결합이 열리면서 연결되는 첨가중합체이다. 중합 과정에서 작은 분자가 빠져나가지 않으므로 반복단위의 조성은 C_2H_3Cl이다. 주어진 원자량을 적용하면 반복단위의 몰질량은 $2 \times 12 + 3 \times 1 + 35.5 = 62.5$ g/mol이다.

중합도와 분자량의 관계: 개수-평균 중합도 $\overline{X_n}$는 고분자 사슬 하나에 들어 있는 반복단위 수를 사슬 개수 기준으로 평균한 값이다. **말단기의 질량을 무시하면** 개수-평균 분자량은 $\overline{M_n} = \overline{X_n} M_0$이다. 여기서 M_0는 반복단위의 몰질량이며, 이 문항의 중합도 100은 사슬 하나당 평균적으로 반복단위가 100개 연결되어 있다는 뜻이다.

계산 결과: $\overline{M_n} = 100 \times 62.5 = 6{,}250$g/mol이다. 따라서 구한 값은 ②의 6,250 g/mol과 일치한다.

NoteBase

문 7. 면심입방구조(FCC)와 체심입방구조(BCC)의 단위 격자 내 원자의 개수(N)는?

① N_{FCC}: 2, N_{BCC}: 2

② N_{FCC}: 2, N_{BCC}: 4

③ N_{FCC}: 4, N_{BCC}: 2

④ N_{FCC}: 4, N_{BCC}: 4

정답 3번

간단한 해설

단위 격자의 경계에 있는 원자는 이웃 격자와 공유하므로 **해당 격자에 속하는 몫**만 센다. 꼭짓점과 면 중심의 원자를 합하면 FCC는 4개, 꼭짓점과 격자 중심의 원자를 합하면 BCC는 2개이다.

계산 과정

단위 격자 내 원자 수 N은 원자 중심이 놓인 위치에 따라 그 격자에 속하는 몫을 합한 값이다. 꼭짓점 원자는 8개 격자가 공유하므로 1/8개, 면 중심 원자는 2개 격자가 공유하므로 1/2개로 센다. 격자 내부의 원자는 **다른 격자와 공유하지 않으므로 1개**로 센다.

FCC: 정육면체의 꼭짓점 8곳과 면 중심 6곳에 원자가 있다. 꼭짓점 원자의 기여는 $8 \cdot \frac{1}{8} = 1$개이고, **면 중심 원자의 기여**는 $6 \cdot \frac{1}{2} = 3$개이다. 따라서 $N_{FCC} = 1 + 3 = 4$개이다.

BCC: 정육면체의 꼭짓점 8곳과 격자 중심 1곳에 원자가 있다. 꼭짓점 원자의 기여는 $8 \cdot \frac{1}{8} = 1$개이고, **격자 중심 원자의 기여**는 1개이다. 따라서 $N_{BCC} = 1 + 1 = 2$개이다.

FCC는 4개, BCC는 2개이므로 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 비가역 2차반응, $A \rightarrow B$, $-r_A = kC_A^2$에 대하여 $kC_{A0} = 10^{-2}/\mathrm{s}$이다. 변환율이 90%에 도달하는 데 걸리는 시간(min)은? (단, C_{A0}는 A의 초기농도이고, k는 반응속도상수이다.)

① 5

② 10

③ 15

④ 20

정답 3번

간단한 해설

2차반응에서는 **농도의 역수**가 시간에 따라 선형적으로 증가한다. 변환율 90%는 A의 농도가 초기의 10%로 줄어든 상태이며, 주어진 속도 조건에서 필요한 시간은 900초, 즉 15분이다.

계산 과정

변환율과 농도: 이 문제는 부피가 일정하고 반응속도상수 k가 일정한 회분식 반응으로 해석한다. 변환율 X는 처음 있던 A 중 반응한 비율이므로 $C_A = C_{A0}(1 - X)$이다. 따라서 $X = 0.90$일 때 **남아 있는 A는 초기량의 10%**이고, $C_A = 0.10C_{A0}$이다.

2차반응 속도식의 적분: 부피가 일정하므로 A의 소모속도는 $-\frac{dC_A}{dt} = kC_A^2$로 쓴다. 초기 시각 0에서 농도가 C_{A0}, 시각 t에서 농도가 C_A라는 조건으로 적분하면 $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = kt$이다. 여기에 변환율과 농도의 관계를 대입하여 정리하면 $t = \frac{X}{kC_{A0}(1 - X)}$를 얻는다.

반응시간 계산: 주어진 값은 $kC_{A0} = 10^{-2}\mathrm{s}^{-1}$이므로, 위 식에 대입하면 $t = \frac{0.90}{0.01 \cdot 0.10} = 900\mathrm{s}$이다. 주어진 속도 조건의 시간 단위가 **초**이므로 계산 결과도 초로 나온다.

분으로 환산: 1분은 60초이므로 $\frac{900}{60} = 15\mathrm{min}$이다. 따라서 걸리는 시간은 15분이며, ③의 값에 해당한다.

NoteBase

문 9. 화학제품 중 정밀화학 제품에 해당하는 것은?

① 석유 화학 제품

② 석탄 화학 제품

③ 산 알칼리 공업 제품

④ 화장품

정답 4번

간단한 해설

화장품은 피부 보호와 미용이라는 **특정 용도에 맞게 성분과 배합을 설계**하여 기능과 품질을 높인 정밀화학 제품이다.

공통 해설

정밀화학 제품은 기초 화학원료에 합성·배합·가공 기술을 적용하여 특정 용도와 성능에 맞게 만든 고부가가치 제품이다. 일반적으로 다품종 소량 생산의 성격이 강하지만, 생산량만으로 구분하는 것은 아니다.

화장품은 피부 보호와 미용이라는 목적에 맞추어 성분과 배합을 조절하고 기능과 품질을 차별화하므로 정밀화학 제품에 속한다. 이에 비해 석유 화학 제품·석탄 화학 제품·산 알칼리 공업 제품은 이 문항에서 대량 생산되는 기초·범용 화학제품군을 가리킨다. 정밀화학 제품의 원료를 석유나 석탄에서 얻을 수도 있으므로, 원료의 출처 자체보다 **제품의 특정 용도와 기능적 부가가치**를 기준으로 구분한다.

NoteBase

문 10. 브뢴스테드-로우리 (Bronsted-Lowry) 산·염기에서 양성자(H^+)를 제공하면 (ㄱ), 제공 받으면 (ㄴ)(으)로, 한편 루이스(Lewis) 산·염기에서는 비공유 전자쌍을 주면 (ㄷ), 비공유 전자쌍을 받으면 (ㄹ)(으)로 정의한다. ㄱ~ㄹ이 옳게 표시된 것은?

① ㄱ: 산, ㄴ: 염기, ㄷ: 산, ㄹ: 염기

② ㄱ: 염기, ㄴ: 산, ㄷ: 산, ㄹ: 염기

③ ㄱ: 산, ㄴ: 염기, ㄷ: 염기, ㄹ: 산

④ ㄱ: 염기, ㄴ: 산, ㄷ: 염기, ㄹ: 산

정답 3번

간단한 해설

브뢴스테드-로우리 정의에서는 **양성자를 주는 쪽이 산**이고 받는 쪽이 염기이다. 루이스 정의에서는 **비공유 전자쌍을 주는 쪽이 염기**이고 받는 쪽이 산이므로, 두 정의에서 주고받는 대상이 다르다.

빈칸별 해설

ㄱ: 산. 브뢴스테드-로우리 산은 상대 물질에 **양성자를 제공하는 물질**이다. 따라서 양성자 H^+를 제공하는 ㄱ은 산이다.

ㄴ: 염기. 브뢴스테드-로우리 염기는 상대 물질로부터 **양성자를 받아들이는 물질**이다. 따라서 양성자를 제공받는 ㄴ은 염기이다.

ㄷ: 염기. 루이스 염기는 결합 형성에 사용할 **비공유 전자쌍을 제공하는 물질**이다. 양성자의 이동을 기준으로 하는 브뢴스테드-로우리 정의와 달리 전자쌍의 제공 여부로 판단하므로, ㄷ은 염기이다.

ㄹ: 산. 루이스 산은 상대가 제공하는 **전자쌍을 받아들이는 물질**이다. 이 전자쌍이 두 물질 사이의 결합 형성에 쓰이므로, 전자쌍을 받는 ㄹ은 산이다.

ㄱ·ㄴ·ㄷ·ㄹ에 들어갈 말은 차례로 산·염기·염기·산이며, 이 조합은 ③과 일치한다.

NoteBase

문 11. 대표적인 반도체 집적 회로 제품에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 디램 - 정보를 읽고 쓰는 것이 가능하고 전원이 공급되어 있는 동안에는 기억된 내용이 없어지지 않고 저장됨

② 플래시 메모리 - 전원이 꺼져도 정보가 보존되며, 전기적인 방법으로 정보를 자유롭게 입출력할 수 있음

③ 에스램 - 전원이 공급되는 동안에도 일정 기간 내에 주기적으로 정보를 다시 써 넣지 않으면 기억된 내용이 없어짐

④ 주문형 IC - 고객의 주문에 상관없이 범용 회로를 반도체 IC로 응용 설계하여 주문자에게 독점 공급

정답 2번

간단한 해설

플래시 메모리는 전원이 꺼져도 데이터를 유지하는 **비휘발성 메모리**이며, **전기적으로 소거하고 다시 기록**할 수 있다.

선지별 해설

① X: 디램(DRAM)은 정보를 읽고 쓸 수 있지만, 전원 공급만으로 저장 내용이 계속 유지되지는 않는다. 정보를 저장하는 축전기의 전하가 시간이 지나면서 누설되므로, **주기적으로 전하를 보충하는 리프레시**가 필요하다. 전원이 공급되는 동안에도 리프레시가 없으면 저장 내용을 잃는다.

② O: 플래시 메모리는 **전원 없이도 저장 내용을 유지**하는 비휘발성 메모리이다. 전기적인 방법으로 데이터를 읽고 기록하며, 저장 내용을 소거한 뒤 다시 기록할 수 있다. 다만 선지의 '자유롭게 입출력'은 전기적으로 읽고 재기록할 수 있다는 뜻으로 이해해야 하며, RAM처럼 임의의 내용을 바로 덮어쓰는 방식은 아니다. 일반적으로 소거는 블록 단위로 이루어진다.

③ X: 에스램(SRAM)은 **전원이 공급되는 동안 주기적인 리프레시 없이** 저장 내용을 유지한다. 선지의 '주기적으로 정보를 다시 써 넣지 않으면 기억된 내용이 없어짐'은 DRAM의 특성이다. 다만 SRAM도 휘발성 메모리이므로 전원이 끊기면 저장 내용을 잃는다.

④ X: 주문형 IC(ASIC)는 **고객이 요구하는 특정 용도와 기능에 맞추어** 설계·제작하는 집적 회로이다. 따라서 '고객의 주문에 상관없이'가 아니라 '고객의 주문과 요구에 따라' 설계한다는 설명으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 12. 전기분해에 의해 유기 화합물을 대량 합성하는 공정은 화학 공업의 중요한 분야이다. 전기 화학적 유기 합성에 의한 반응물과 생성물을 옳게 짝지은 것은?

① Maleic acid – Glyoxalic acid

② Naphthalene – Adiponitrile

③ Nitrobenzene – Aniline sulfate

④ Acrylonitrile – Gluconic acid

정답 3번

간단한 해설

니트로벤젠의 **니트로기를 아미노기로 전해환원**하면 아닐린이 생성된다. 황산 용액에서는 아닐린이 양성자를 받아 **황산염** 형태로 존재하므로 황산아닐린을 얻을 수 있다.

선지별 해설

① X: 말레산(maleic acid)의 대표적인 전해환원 생성물은 **숙신산(succinic acid)**이다. 말레산의 탄소–탄소 이중결합이 환원되어 단일결합으로 바뀐다. 글리옥실산을 얻는 대표적인 전해환원 공정의 원료는 옥살산(oxalic acid)이다.

② X: 아디포니트릴(adiponitrile)의 전해합성 원료는 나프탈렌이 아니라 **아크릴로니트릴(acrylonitrile)**이다. 아크릴로니트릴 두 분자가 환원되면서 결합하는 전해 수소화 이량화 반응으로 아디포니트릴을 얻는다. 나프탈렌의 전해환원 생성물로는 1,4-디히드로나프탈렌이 있다.

③ O: 니트로벤젠(nitrobenzene)은 적절한 전극과 음극 전위 조건에서 니트로기가 아미노기로 환원되어 아닐린을 생성한다. 황산 용액에서 아닐린은 양성자를 받아 염을 이루므로 **황산아닐린(aniline sulfate)**을 얻을 수 있다.

④ X: 아크릴로니트릴의 대표적인 전해합성 생성물은 글루콘산이 아니라 **아디포니트릴**이다. 글루콘산(gluconic acid)은 포도당(glucose)을 전해산화하여 얻을 수 있으며, 포도당의 알데히드기가 카복실기로 산화되는 반응이다.

NoteBase

문 13. 녹말에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전분이라 하며, 곡물에 의해 사용되는 포도당의 저장형이다.

② 덱스트린(dextrine)은 동물의 간장이나 근육 등에 녹말이 흡수되어 바뀐 것이다.

③ 녹말을 묽은산으로 가수분해하면 엿당을 거쳐 포도당이 된다.

④ 녹말의 수용액은 요오드와 요오드-녹말 반응을 하여 푸른 보라색을 띠나, 펠링용액을 환원시키지 못한다.

정답 2번

간단한 해설

동물의 간과 근육에 저장되는 포도당의 저장형은 **글리코젠**이다. 덱스트린은 녹말이 부분적으로 분해되어 생기는 물질이며, 동물의 저장 다당류를 뜻하지 않는다.

선지별 해설

① O: 녹말은 전분이라고도 하며, 여러 포도당이 결합한 다당류이다. 곡물을 비롯한 식물은 포도당을 **녹말 형태로 저장**하고, 필요할 때 분해하여 에너지원으로 이용한다.

② X: 동물의 간과 근육에 저장되는 다당류는 덱스트린이 아니라 **글리코젠**이다. 먹은 녹말이 그대로 흡수되어 저장되는 것도 아니다. 녹말은 소화 과정에서 포도당으로 분해되어 흡수되고, 흡수된 포도당의 일부가 글리코젠으로 합성되어 저장된다. 덱스트린은 녹말이 부분적으로 분해될 때 생기는, 녹말보다 사슬 길이가 짧은 탄수화물이다.

③ O: 묽은 산은 녹말을 이루는 포도당 사이의 결합이 물에 의해 끊어지는 가수분해를 촉진한다. 분해가 진행되면 덱스트린과 엿당 같은 작은 분자가 생기고, 엿당도 더 가수분해되어 **최종적으로 포도당**이 된다. 엿당은 포도당 두 분자가 결합한 이당류이다.

④ O: 녹말의 아밀로스가 이루는 나선 구조에 요오드 성분이 들어가 착물을 형성하면 푸른 보라색의 요오드-녹말 반응이 나타난다. 한편 녹말은 큰 분자에 비해 환원성 말단의 비율이 매우 작아 **일반적인 펠링 반응에서 음성**을 나타낸다. 따라서 가수분해 전의 녹말은 펠링용액을 환원시키지 못하는 것으로 다룬다.

NoteBase

문 14. 술폰화(sulfonation) 반응의 특징에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 술폰화는 화합물에 $-SO_3H$를 도입시키는 공정이다.

② 술폰화반응은 친전자성 치환반응이다.

③ 공업적으로 많이 쓰이는 술폰화제에는 발연황산, 진한황산, 클로로술폰산이 대표적이다.

④ 나프탈렌의 술폰화는 반응온도에 영향을 받지 않는다.

정답 4번

간단한 해설

나프탈렌의 술폰화는 **반응온도에 따라 주생성물이 달라진다**. 저온에서는 α형(1-나프탈렌술폰산)이, 고온에서 평형에 가까워지면 β형(2-나프탈렌술폰산)이 우세하다.

선지별 해설

① O: 술폰화는 화합물에 **술폰산기** $-SO_3H$를 도입하는 반응이다. 방향족 화합물에서는 고리에 결합한 수소가 술폰산기로 치환되어 방향족 술폰산이 생성된다.

② O: 이 문항에서 다루는 방향족 술폰화는 **친전자성 치환반응**이다. 삼산화황 SO_3 또는 그 양성자화된 화학종이 방향족 고리의 π전자와 반응한 뒤, 수소 이온이 떨어져 나가면서 방향족성이 회복된다.

③ O: 발연황산, 진한황산, 클로로술폰산은 대표적인 공업용 술폰화제이다. 이들은 술폰산기를 도입하는 데 필요한 반응종을 공급하며, 특히 발연황산은 **황산에 삼산화황이 녹아 있는 것**이다.

④ X: 나프탈렌의 술폰화는 **반응온도에 영향을 받는다**. 저온에서는 생성 속도가 빠른 α형(1-나프탈렌술폰산)이 주로 생성되는 속도론적 지배가 나타난다. 고온에서 탈술폰화와 재술폰화가 진행되어 평형에 가까워지면, 더 안정한 β형(2-나프탈렌술폰산)이 우세한 열역학적 지배가 나타난다. 따라서 온도는 단순히 반응 속도뿐 아니라 생성물의 이성질체 조성에도 영향을 준다.

NoteBase

문 15. 질산 제조에 사용되는 암모니아 산화법(Ostwald법)에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 암모니아 산화단계에서 Pt 촉매를 이용한다.
ㄴ. 암모니아 산화과정은 산화반응이다.
ㄷ. 암모니아 산화단계에서 생성된 NO 기체를 물에 흡수시켜 질산을 제조한다.
ㄹ. 암모니아 산화법을 통해 농축공정 없이도 90% 이상의 고농도 질산을 제조할 수 있다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

암모니아는 **백금계 촉매** 위에서 산소와 반응하여 일산화질소로 산화된다. 생성된 일산화질소는 **이산화질소로 더 산화한 뒤** 물에 흡수시키며, 이 공정만으로 90% 이상의 질산을 얻을 수는 없다.

보기별 해설

ㄱ. O: 암모니아를 공기 중의 산소와 반응시켜 일산화질소로 만드는 단계에는 **백금(Pt)계 촉매**를 사용한다. 실제 공업 공정에서는 백금에 로듐을 첨가한 합금망 촉매가 널리 쓰인다.

ㄴ. O: 암모니아가 산소와 반응하여 일산화질소와 물을 생성하는 과정이다. 이때 질소의 산화수가 −3에서 +2로 증가하므로 **암모니아가 산화**된다.

ㄷ. X: 암모니아 산화단계에서 생성된 일산화질소(NO)를 그대로 물에 흡수시키는 것이 아니다. NO를 산소와 반응시켜 **이산화질소로 산화한 다음** 물에 흡수시켜 질산을 얻는다. 흡수반응에서 다시 생성되는 NO도 재산화하여 이용한다.

ㄹ. X: 통상적인 산화·흡수 공정에서는 대체로 질량분율 55~65% 정도의 묽은 질산을 얻는다. **90% 이상의 고농도 질산에는 별도 농축공정이 필요**하며, 황산을 탈수제로 사용하는 추출증류 등이 이용된다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄴ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 16. 금속 구리(Cu)와 철(Fe)이 수용액 내에서는 서로 분리되어 있으나 외부회로를 통하여 연결되어 있다. 이때 예측되는 거동에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 수용액의 Cu^{+2}, Fe^{+2}의 농도는 1M이며, 표준전극전위는 <보기>와 같다.)

<보기>

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu, \quad 0.34V \text{ vs. } NHE$

$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe, \quad -0.44V \text{ vs. } NHE$

① 철은 증착되고 구리는 용해된다.

② 두 전극을 이용하여 전기에너지를 만들 수 있다.

③ 두 전극사이의 전압은 −0.78V이다.

④ 깁스자유에너지 변화는 0보다 크다.

정답 2번

간단한 해설

구리 이온은 환원되고 철은 산화되며, 이 반응의 전지 전압은 **+0.78 V**이다. 자발적인 산화·환원 반응에서 외부회로로 전자가 흐르므로 **화학에너지를 전기에너지로 전환**할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

보기의 전극전위는 모두 전자를 얻는 반응의 표준환원전위이다. 같은 조건에서는 표준환원전위가 더 큰 쪽에서 환원이, 더 작은 쪽에서 산화가 일어난다. 주어진 금속 이온의 농도가 각각 1 M이므로 문제에서는 제시된 표준전극전위를 적용한다.

① X: 구리의 표준환원전위(+0.34 V)가 철(−0.44 V)보다 크므로 **구리는 석출되고 철은 용해된다**. 구리 전극에서는 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$의 환원이, 철 전극에서는 $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^-$의 산화가 일어난다. 선지는 두 금속의 거동을 반대로 설명했다.

② O: 철이 산화되면서 내놓은 전자가 외부회로를 따라 구리 전극으로 이동하여 구리 이온의 환원에 쓰인다. 이처럼 **자발적인 화학 반응으로 전기에너지를 공급**하는 장치가 갈바니 전지이다. 따라서 두 전극으로 전기에너지를 얻을 수 있다.

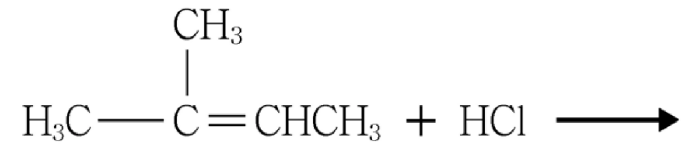
③ X: 자발적인 반응 방향의 전지 전압은 **환원 전극의 환원전위에서 산화 전극의 환원전위를 뺀 값**이다. 즉 $E^\circ_{cell} = E^\circ_{Cu^{2+}/Cu} - E^\circ_{Fe^{2+}/Fe}$이며, 0.34 − (−0.44) = +0.78 V이다. 따라서 전지 전압은 −0.78 V가 아니라 +0.78 V이다.

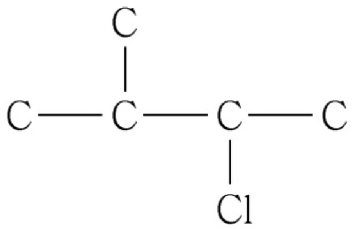
④ X: 전지의 표준 깁스자유에너지 변화와 표준전압은 $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$의 관계이다. 여기서 n은 전체 반응에서 이동하는 전자의 몰수로 2이고, F는 양의 값인 패러데이 상수이다. 전지 전압이 양수이므로 **깁스자유에너지 변화는 0보다 작다**. 이는 주어진 조건에서 반응이 자발적으로 진행되는 방향과 일치한다.

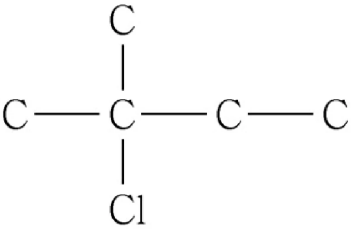
NoteBase

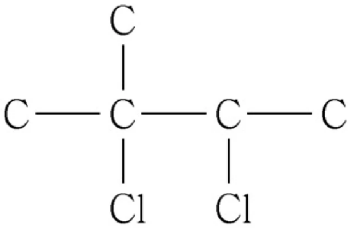
문 17. <보기> 알켄 화합물의 친전자성 부가 반응의 주(major) 생성물은?

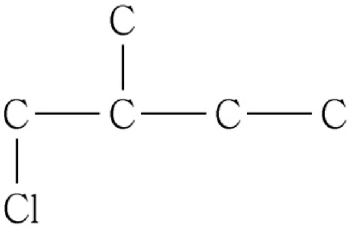
<보기>



① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

간단한 해설

HCl의 친전자성 부가에서는 **더 안정한 3차 탄소 양이온**을 거치는 방향이 유리하다. 따라서 H는 이중결합의 오른쪽 탄소에, Cl은 메틸기 두 개가 붙은 왼쪽 탄소에 결합한다.

NoteBase

공통 해설

알켄에 HCl이 친전자성 부가되면 이중결합이 단일결합으로 바뀌면서 두 탄소에 H와 Cl이 하나씩 붙는다. 이때 더 안정한 탄소 양이온이 생성되는 방향으로 반응이 우세하게 진행된다. 이 반응에서는 H가 수소가 더 많은 이중결합 탄소에 붙고, Cl이 수소가 더 적은 탄소에 붙는 **마르코프니코프 규칙**을 따른다.

주어진 구조의 가로 탄소 사슬을 왼쪽부터 세면 이중결합은 2번과 3번 탄소 사이에 있다. 2번 탄소에는 메틸기 두 개가 붙어 있고 수소가 없으며, 3번 탄소에는 수소 한 개가 붙어 있다. 먼저 H가 3번 탄소에 붙으면 2번 탄소에 3차 탄소 양이온이 생긴다. 반대로 H가 2번 탄소에 붙으면 3번 탄소에 2차 탄소 양이온이 생긴다. 알킬기가 양전하를 안정화하므로 **3차 탄소 양이온을 거치는 경로가 더 유리**하다. 이어서 염화 이온이 2번 탄소에 결합하여 2-클로로-2-메틸뷰테인이 주생성물이 된다.

따라서 생성물은 탄소 골격을 유지하면서 메틸기 가지가 있는 탄소에 Cl 하나가 붙은 구조이다. Cl이 그 옆 탄소에 붙은 구조는 주된 부가 방향과 다르고, 말단 탄소에 붙은 구조는 원래 이중결합에 대한 HCl 부가 위치와 맞지 않는다. Cl이 두 개 붙은 구조도 **H와 Cl이 하나씩 첨가되는 반응**과 맞지 않는다.

NoteBase

문 18. 석유에 포함된 황화합물과 질소화합물 중에서 <보기>와 같은 화학식을 갖는 황화합물(가)과 질소화합물(나)의 이름은?

<보기>



(가) (나)

① (가): 메틸 머캅탄(methyl mercaptan), (나): 피리딘(pyridine)

② (가): 메틸 설파이드(methyl sulfide), (나): 피롤(pyrrole)

③ (가): 메틸 설파이드(methyl sulfide), (나): 피리딘(pyridine)

④ (가): 메틸 머캅탄(methyl mercaptan), (나): 피롤(pyrrole)

정답 4번

간단한 해설

(가)는 메틸기에 황과 수소가 이어진 구조이므로 **메틸 머캅탄**이다. (나)는 NH를 포함한 5원자 고리와 두 개의 이중결합을 가지므로 **피롤**이다.

대응 관계 해설

(가): 메틸 머캅탄(methyl mercaptan)이다. 그림에서 탄소에 수소 세 개가 붙어 메틸기를 이루고, 그 탄소에 연결된 황에는 수소 한 개가 붙어 있다. 따라서 구조식은 CH_3-SH이며, **–SH기를 갖는 티올**에 해당한다. 머캅탄은 티올의 관용명이다. 선지의 메틸 설파이드는 CH_3-S-CH_3처럼 황의 양쪽에 메틸기가 연결된 물질이므로, S–H 결합이 보이는 (가)와 구별된다.

(나): 피롤(pyrrole)이다. 골격식에서 원소 기호가 없는 고리의 꼭짓점 네 곳은 탄소이고, 아래쪽 꼭짓점은 수소가 붙은 질소이다. 즉 **탄소 네 개와 질소 한 개로 이루어진 5원자 고리**에 두 개의 이중결합이 있는 피롤 구조이다. 피리딘은 탄소 다섯 개와 질소 한 개로 이루어진 6원자 고리이며, 질소에 수소가 붙어 있지 않으므로 (나)와 다르다.

(가)의 메틸 머캅탄과 (나)의 피롤을 연결한 조합은 ④와 일치한다.

NoteBase

문 19. 고옥탄가 가솔린 제조를 위한 중질유 접촉분해 공정에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 접촉분해 공정방식으로는 유동상법이 주로 사용된다.

② 접촉분해의 촉매로서 실리카-알루미나 또는 제올라이트와 같은 고체산 촉매가 주로 이용된다.

③ 분해와 함께 이성질화, β-절단, 고리화 반응이 진행된다.

④ 접촉분해 공정은 라디칼 반응을 통해 진행되므로 올레핀이 가장 많이 생성된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '라디칼 반응'은 열분해의 주된 반응기구이다. 접촉분해는 고체산 촉매에서 생긴 **탄소양이온을 거치는 반응**으로 진행되며, 올레핀이 가장 많이 생성되는 것이 아니라 **가지형 알케인과 방향족을 포함한 고옥탄가 가솔린**을 얻는 데 이용된다.

선지별 해설

① O: 유동상법은 미세한 고체 촉매 입자를 원료 증기와 함께 흐르게 하여 접촉시키는 방식이며, 대표적인 공정이 유동접촉분해(FCC)이다. 촉매를 **반응기와 재생기 사이에서 연속적으로 순환**시켜, 촉매에 쌓인 코크스를 태워 제거하고 그 열을 분해반응에 공급할 수 있어 널리 사용된다.

② O: 실리카-알루미나와 제올라이트는 접촉분해에 쓰이는 대표적인 고체산 촉매이다. 촉매 표면의 **산점에서 탄소양이온이 형성**되고, 이를 중간체로 탄화수소의 분해와 이성질화 등이 진행된다.

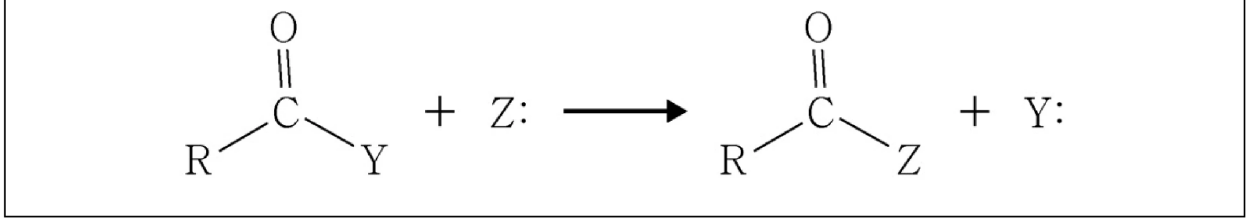
③ O: 접촉분해에서는 긴 탄화수소 사슬을 짧게 만드는 분해와 함께 이성질화, β-절단, 고리화가 일어난다. 이성질화는 탄소 골격 등을 바꾸며, 특히 가지형 구조의 형성에 기여한다. **β-절단은 탄소양이온의 β 위치에 있는 탄소–탄소 결합이 끊어지는 반응**으로, 작은 올레핀과 새로운 탄소양이온을 만들 수 있다. 고리화는 사슬형 구조를 고리형 구조로 바꾸며, 탈수소반응이 함께 일어나면 방향족이 형성될 수 있다.

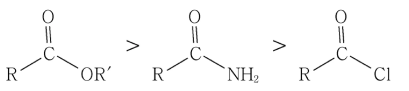
④ X: 접촉분해의 주된 반응기구는 라디칼 반응이 아니라 **탄소양이온을 거치는 이온 반응**이다. 탄소양이온은 이성질화가 쉽게 일어나므로 가지형 알케인이 생성되고, 고리화·탈수소반응으로 방향족도 생성된다. 이러한 성분이 가솔린의 옥탄가를 높인다. 올레핀도 생성되지만, 고옥탄가 가솔린 제조용 접촉분해를 '라디칼 반응으로 올레핀이 가장 많이 생성되는 공정'이라고 설명할 수는 없다. 라디칼 반응이 중심이 되는 것은 열분해이다.

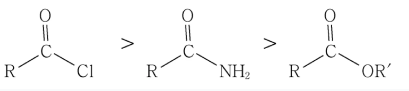
NoteBase

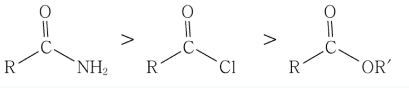
문 20. <보기>에 나타난 친핵성 아실 치환 반응의 반응성 순서가 바르게 나열된 것은?

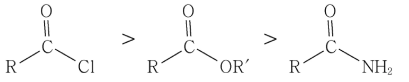
<보기>



① 

② 

③ 

④ 

정답 4번

간단한 해설

친핵성 아실 치환은 카보닐 탄소가 친핵체의 공격을 받기 쉽고 **이탈기가 잘 떨어질수록** 잘 일어난다. 산염화물은 염화 이온이 잘 이탈하여 반응성이 크고, 아마이드는 **질소의 강한 공명 전자 주개 효과**와 낮은 이탈 능력 때문에 반응성이 작다.

NoteBase

선지별 해설

보기의 반응은 친핵체 Z가 카보닐 탄소에 첨가된 뒤 Y가 이탈하여 카보닐기가 다시 형성되는 친핵성 아실 치환이다. 같은 R과 비슷한 반응 조건에서 카보닐 탄소의 친전자성과 이탈기의 이탈 능력을 함께 비교한다. 일반적으로 이탈기가 약한 염기일수록 안정하게 떨어져 나가기 쉽다.

산염화물 RCOCl: 염소의 전자 끌기 효과로 카보닐 탄소가 친핵체의 공격을 받기 쉽다. 또한 이탈하는 **염화 이온은 약한 염기**이므로 좋은 이탈기이다. 따라서 세 물질 중 반응성이 가장 크다.

에스터 RCOOR′: 산소의 비공유 전자쌍이 카보닐기에 공명으로 전자를 제공하여 카보닐 탄소의 친전자성을 낮춘다. 이탈기인 알콕사이드 이온은 염화 이온보다 강한 염기여서 이탈하기 어렵다. 다만 질소보다 산소의 공명 전자 주개 효과가 약하므로, 반응성은 **산염화물보다 작고 아마이드보다 크다**.

아마이드 $RCONH_2$: 질소는 산소보다 전기음성도가 작아 비공유 전자쌍을 카보닐기에 더 강하게 제공한다. 이 **강한 공명 안정화**로 카보닐 탄소의 친전자성이 낮아진다. 또한 NH_2^-는 매우 강한 염기여서 이탈기로 떨어지기 어려우므로 세 물질 중 반응성이 가장 작다.

따라서 친핵성 아실 치환 반응성은 산염화물 > 에스터 > 아마이드이며, ④의 배열에 해당한다.

NoteBase