

2026학년도 수시 면접·구술고사

화학 기출

문항 · 채점 기준 · 예시 답안

한국과학기술원 (KAIST)

문제 1. 미지 원소 추론, 산화 환원 반응, 동소체

문항 및 제시문

미지의 원소 시료 A가 있다. 시료 A의 화학 조성을 조사하기 위해 실험 (가)-(다)를 수행하였다. 제시된 실험 조건별 관찰 결과를 종합적으로 해석하여 질문 (1), (2), (3)에 답하시오. H(수소 원자, 평균 원자량 1)를 제외한 모든 원소의 평균 원자량은 원자 번호의 두 배이며, 상온·상압 기준 1몰 기체 부피는 24 L로 가정한다.

[실험]

(가) 상온, 상압의 조건에서 시료 A 60 mg을 묽은 염산에 넣자, 시료 A가 모두 반응하며 기체 B가 60 mL 발생하였다.

(나) 시료 A를 산소와 반응시켜 완전 연소시키자 A의 산화물이 흰색 가루 형태로 생성되었다. 이 산화물 수용액에 BTB 지시약을 넣자, 용액은 파란색으로 변하였다.

(다) 시료 A를 드라이아이스 내부에 넣고 불을 붙이자, 밝은 백색광과 함께 많은 열이 발생하였다. 반응 후에는 흰색 가루와 검은색 가루가 각각 생성되었다.

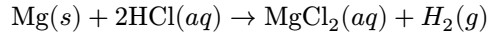
- (1) (가)-(다) 실험 결과를 종합하여 시료 A와 기체 B가 무엇인지 추론하고, 그 근거를 설명하시오. (2점)
(2) (나)에서 생성된 흰색 가루와 (다)에서 생성된 흰색 가루의 화학식을 각각 제시하시오. 또한, (다) 반응이 일어날 수 있는 이유를 설명하시오. (2점)
(3) (다)에서 생성된 검은색 가루와 동일한 화학식을 가지지만, 결합 구조나 배열이 서로 다른 물질을 두 가지 제시하시오. 또한 각 물질의 물리적·화학적 성질을 고려하여 이들을 어떻게 응용할 수 있을지 논하시오. (1점)

채점 기준

| 하위 문항 | 채점 기준 | 배점 |
|-------|--|----|
| (1) | 주어진 자료를 해석하여 시료 A와 기체 B를 추론하고, 그 근거를 설명할 수 있는가? | 2점 |
| (2) | 주어진 자료를 해석하여 실험 (나), (다)에서 생성된 물질의 화학식을 제시하고, 실험 (다) 반응이 일어날 수 있는 이유를 논리적으로 설명하는가? | 2점 |
| (3) | 탄소 동소체 2가지를 제시하고 응용 사례를 설명할 수 있는가? | 1점 |

예시 답안

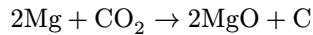
(1) 실험 (나)에서 시료 A의 산화물 수용액이 염기성을 나타내므로 시료 A는 금속임을 알 수 있다. 실험 (가)에서 시료 A와 염산(HCl)과의 반응으로 발생하는 기체 B는 수소(H_2)이며, 발생한 기체 60 mL는 2.5 mmol에 해당한다. 발생한 기체의 몰수와 반응 몰 비를 고려하면, 시료 A가 1족 금속일 경우 원자량은 12이며, 2족 금속일 경우 원자량은 24이다. 따라서 위 조건을 모두 만족하는 원소는 2족 금속으로 원자 번호 12번인 마그네슘(Mg)이다.



또한 실험 (다)에서 시료 A가 Mg일 경우, 연소 시 발생하는 강렬한 백색광과 드라이아이스(CO_2)와의 반응으로 생성되는 흰색 가루(산화 마그네슘, MgO) 및 검은색 가루(탄소, C)를 모두 설명할 수 있다.

(2) 실험 (나)와 (다)에서 생성된 흰색 가루의 화학식은 모두 MgO이다. 실험 (다)의 반응이 일어나는 이유는 마그네슘(Mg)이 탄소(C)보다 산화되기 쉬운 금속이기 때문이다. Mg은 드라이아이스(CO_2)의 C보다 전자를 잃는 경향이 강하므로, Mg이 산화되어 산화 마그네슘(MgO)을 생성하고, CO_2 의 C는 환원되어 검은색 탄소 가루가 생성된다.

(3) 마그네슘과 드라이아이스의 반응은 흰색 가루인 MgO와 검은 가루인 C를 생성한다.



탄소는 여러 동소체가 있으며 탄소 공유 결정의 종류 및 응용 사례는 다음과 같다.

- 흑연: 연필심, 타이어 필러, 기체 흡착(활성탄), 중성자 감속재, 전극 재료(이차전지 음극재), 윤활제, 방열판 등
- 다이아몬드: 정밀 절삭 공구, 반도체 기판, 고압 실험용 소재, 전극 등
- 플러렌: 벌크 이종접합 태양전지(bulk heterojunction cell) 및 광촉매용 전자 수용체 등
- 그래핀: 유연 디스플레이용 소재, 배터리 첨가제, 광촉매/전기화학 촉매 등

문제 2. 반응 속도, 1차 반응, 반감기, 방사성 연대 측정

문항 및 제시문

미지의 원소 X는 시간이 지남에 따라 서서히 원소 Y로 변환되고, 원소 Y와 Z는 안정하여 더 이상 변화하지 않는다고 하자. 표는 X 원소 5몰의 반응을 관찰하여 시간에 따른 양적 변화를 측정한 결과이다.

| | | | |
|--------------|---|--------|--------|
| 반응 시간 (년) | 0 | 11,400 | 17,100 |
| X의 원자 개수 (몰) | 5 | 1.25 | 0.625 |

단, 살아 있는 생명체 내의 Z에 대한 X의 개수 비율(X/Z)은 살아 있는 동안 일정하게 평형을 유지한다고 가정하자. 또, X에서 Y로 변화하는 원자수는 정밀하게 측정 가능하며, 살아 있는 생명체 조직 1 g에서는 1분당 평균 14개의 X가 Y로 변환된다.

- (1) X의 농도를 [X], Y의 농도를 [Y], Z의 농도를 [Z], 반응 속도상수를 k 라 할 때 Y가 생성되는 반응 속도식을 기술하고, 그 근거를 제시하시오. (1점)
- (2) 어느 고대 생명체의 조직 4 g을 채취하여 2시간 동안 X에서 Y로 변환된 원자 수를 측정해 보니 1680개였다. 이 생명체가 사망한 시점은 현재로부터 몇 년 전인지 추정하시오. (3점)
- (3) 과거 특정 시기에 생명체 내의 X/Z 비율이 평상시보다 현저히 낮았다고 가정하자. 이 사실을 알지 못한 채 그 시기에 묻힌 시료의 연대를 추정했다면, 추정된 연대는 실제 연대와 비교하여 어떻게 달라지는지 설명하시오. (1점)

채점 기준

| 하위 문항 | 채점 기준 | 배점 |
|-------|--|----|
| (1) | 주어진 자료를 해석하여 원소 Y가 생성되는 반응 속도식을 기술하고, 그 근거를 반감기를 이용하여 설명할 수 있는가? | 1점 |
| (2) | 주어진 자료를 이용하여 반감기 횟수를 추론하고, 고대 생명체가 사망한 시점을 정확히 계산할 수 있는가? | 3점 |
| (3) | 가정한 생명체 내의 X/Z 비율 조건에서 추정된 연대가 실제 연대와 비교하여 어떻게 달라지는지 설명할 수 있는가? | 1점 |

예시 답안

(1) 문항에 제시된 표에서 반응 시간이 11,400년일 때 X의 양이 1/4로 줄어들었기 때문에 반감기가 두 번 지난 상태이고, 반응 시간이 17,100년일 때 X의 양이 1/8로 줄어들었기 때문에 반감기가 세 번 지난 상태이다. 즉, 반감기는 5,700년으로 X의 양이 일정하게 줄어든다. 이처럼 반감기가 일정한 반응은 1차 반응이다. 따라서 반응 속도식은 다음과 같다.

$$v = k[X]$$

(2) 죽은 생명체에서는 Z 대비 X 비율이 더 이상 일정하게 유지되지 않고, $X \rightarrow Y$ 변화가 시작된다. 이 반응은 1차 반응이므로 반응 속도는 존재하는 X 양에 비례한다.

고대 생명체의 조직에서 단위 시간·질량당 반응하는 X 원자 수를 계산하면 다음과 같다.

$$\text{단위 시간 및 질량당 반응하는 X 원자 수} = \frac{1680}{4 \times 120} = 3.5 \text{ 개}/(\text{g} \cdot \text{min})$$

현재 살아있는 생명체 조직에 대한 고대 생명체 조직의 반응 속도 비율을 계산하면 다음과 같다.

$$\frac{\text{고대 샘플의 반응 속도}}{\text{현재 샘플의 반응 속도}} = \frac{3.5}{14} = \frac{1}{4}$$

즉, 반감기가 2번 지났음을 알 수 있고, 표로부터 반감기는 5,700년이므로 고대 생명체는 11,400년 전에 사망했음을 알 수 있다.

(3) 과거 생명체 내의 X 비율이 적었다는 사실을 모르고 연대를 계산한다면, X 샘플이 실제보다 더 반응된 것으로 간주되어 반감기가 더 많이 지난 것으로 계산되므로, 실제 연대보다 ‘더 오래된 것’으로 추정될 것이다.