

출 제 개 요 (의학계-화학)

[문제 II -1,2] 교육과정의 근거(성취기준)

화2108. 묶은 용액의 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압 등 총괄성에 대하여 설명할 수 있다.

1. 형식적인 측면

[문제 II -1,2]에서 사용한 핵심 용어와 기호(삼투압, 분자량, 용액의 끓는점, 몰랄 오름 상수, 용액의 몰농도, 밀도 등)는 모두 2009개정교육과정의 화학Ⅱ에서 사용하고 있는 용어와 기호를 사용한다.

2. 내용적인 측면

[문제 II -1,2]에서는 반트호프식을 이용한 물질의 분자량 계산, 끓는점 오름을 적용한 묶은 용액의 끓는점 계산, 표준용액을 만들기 위해 필요한 물질의 질량계산 등에 대하여 묻고 있는데, 이는 제시된 성취기준에 대하여 이해하기 위해 필수적으로 학습해야 하는 내용을 바탕으로 해결할 수 있는 논제로 모두 2009개정교육과정 화학Ⅱ의 내용요소의 범위 내에 포함된다.

[문제 II -3] 교육과정의 근거(성취기준)

화2108. 묶은 용액의 증기압 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압 등 총괄성에 대하여 설명할 수 있다.

1. 형식적인 측면

[문제 II -3]에서 사용한 핵심 용어와 기호(분자량, 삼투압, 용액의 끓는점, 몰랄 오름 상수, 용액의 몰농도 등)는 문제 II -1에서도 사용했던 용어가 반복 사용되었고, 모두 교육과정에 출제 지침에 부합한다.

2. 내용적인 측면

[문제 II -3]에서는 체내에서 삼투압의 역할과 표준용액을 만들기 위해 필요한 물질의 질량 계산, 끓는점이 373.15K인 용액의 몰랄농도와 용질의 질량 계산, 이 용액의 삼투압과 용액에 적혈구를 담겼을 때 예측되는 변화와 상태의 설명 등에 대하여 묻고 있는데, 이는 제시된 성취기준에 대하여 이해하기 위해 필수적으로 학습해야 하는 내용을 바탕으로 해결할 수 있는 논제로 모두 2009개정교육과정 화학Ⅱ의 내용요소의 범위 내에 포함된다.

[제시문 출처]

(가): 고등학교 화학 II, 박종석 외 (주)교학사 2011, p60; 고등학교 화학 II, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p60~61; 고등학교 화학 II, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p67~68; 고등학교 화학 II, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p63.

(나): 고등학교 화학 II, 박종석 외 (주)교학사 2011, p61; 고등학교 화학 II, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p62; 고등학교 화학 II, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p69; 고등학교 화학 II, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p64.

(다): 고등학교 화학 II, 박종석 외 (주)교학사 2011, p65~66; 고등학교 화학 II, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p65; 고등학교 화학 II, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p72; 고등학교 화학 II, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p66~67.

(라): 고등학교 화학 II, 박종석 외 (주)교학사 2011, p65~66; 고등학교 화학 II, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p66; 고등학교 화학 II, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p72~73; 고등학교 화학 II, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p66~67.

2019학년도 오프라인 모의논술고사 예시답안

의학계 - 화학

1.

(가) 측정된 삼투압을 제시문 [라]에 대입하면 $0.88 = CRT$ 가 된다. 여기에 $R = 0.082$ 기압 *L/mol*K, $T = 298K$ 을 대입하고 C에 대해 풀면, $C = 0.036$ M 가 얻어진다. 탄수화물 A의 분자량을

x라 하고, 문제에 주어진 정보를 이용하면 다음과 같은 식이 성립된다: $\frac{3.24g}{\frac{x g/mol}{0.5 L}} = 0.036 mol/L$
이를 x에 대해 풀면 $x = 180$ g/mol 이 얻어진다. 즉 탄수화물 A의 분자량은 180 g/mol 이다

(나) 탄수화물 A 3.24 g은 0.018 몰에 해당된다. 이를 500 g 물에 녹였을 때 몰랄 농도는 $0.018 / 0.5$ kg = 0.036 m 이다. 이를 끓는점 오름 식에 대입하면 $\Delta T = 0.500$ K/m \cdot 0.036 m = 0.018 K 이다. 끓는점이 0.018도 증가하였기 때문에, 이 용액의 끓는점은 373.018 K이다.

2. 용액의 끓는점이 순수한 물의 끓는점보다 0.5 K 증가하였다. 이를 끓는점 오름 식에 대입하고 몰랄 농도에 대해 풀면 이 용액의 몰랄 농도는 다음과 같다: $\frac{0.500}{0.500} mol/kg$

이 값에 탄수화물 B의 분자량(125)을 곱하면: $\frac{0.500}{0.500} mol/kg \times 125 g/mol = 125 g/kg$ 이 된다. 즉 이 용액은 탄수화물 B를 8배의 무게를 갖는 물에 녹이면 만들 수 있다. 이 용액 1L를 만들 때 x g의 탄수화물 B가 필요하다면, 용액의 총 무게는 x g (탄수화물 B) + 8x g (물) = 9x g이 된다. 이 때 용액의 밀도는 $9x g/L = d$ 이다 (식 1).

이 용액의 몰농도 C 는 다음과 같이 표현할 수 있다: $\frac{x g}{125 g/mol} = C$ (식 2).

식 1과 식 2를 문제에 주어진 농도와 밀도의 상관관계에 대입하면 다음과 같은 식이 된다:
이를 풀면 다음과 같다:

$$9x g = 125 \cdot \frac{x g}{125 g/mol} + 960$$

$$9x g = 1x g + 960$$

$$8x = 960$$

$$x = 120$$

즉 이 용액을 만들기 위해서 용질 120 g 과 물 960 g 이 필요하다

3.

(가) 혈액과 삼투압이 다른 용액을 혈관에 주입하면 혈액 내 세포들 (적혈구 등)의 모양을 변형시킬 수 있다. 혈액보다 삼투압이 높은 용액을 주입하면 세포들이 축소되고, 낮은 용액을 주입하면 세포가 부풀어 터질 수 있다.

삼투압 7.626 기압을 얻기 위해서 필요한 탄수화물 B의 몰농도는 다음과 같이 구할 수 있다:

$\frac{7.626}{0.082 \cdot 310} = 0.300 M$ 이는 102.6 g/L 에 해당하고, 500 mL 용액에는 51.3 g의 탄수화물 B를 녹여야 한다.

(나) 끓는점이 0.15K 증가하였기 때문에 몰랄 농도는 $0.15/0.500 \approx 0.300 m$ 이다. 이는 탄수화물 C 102.6 g을 물 1 kg에 녹였을 때 얻어지는 값이다. 물 500 g이 사용되었기 때문에, 녹아있던 탄수화물 C의 무게는 51.3 g (0.150 몰)이다. 이를 다시 물에 녹여 1L 용액을 만들었을 때 몰농도는 0.150 M 이다. 이에 해당하는 삼투압은 3.813 기압으로, 혈액의 삼투압보다 낮다. 이 용액에서 적혈구는 물을 흡수하여 부풀어올라 터질 수 있다.

논술채점기준표 (의학계)

[문제 II] 화학 (40점 만점)

1.

(가) 측정된 삼투압을 제시문 [라]에 대입하면 $0.88 = CRT$ 가 된다. 여기에 $R = 0.082 \text{ 기압} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$, $T = 298\text{K}$ 을 대입하고 C 에 대해 풀면, $C = 0.036 \text{ M}$ 가 얻어진다.(2점) 탄수화물 A의 분자량을 x 라 하고, 문제에 주어진 정보를 이용하면 다음과 같은 식이 성립된다:

$$\frac{\frac{3.24\text{g}}{x \text{ g/mol}}}{0.5 \text{ L}} = 0.036 \text{ mol/L} \quad (2\text{점}).$$

이를 x 에 대해 풀면 $x = 180 \text{ g/mol}$ 이 얻어진다. 즉 탄수화물 A의 분자량은 180 g/mol 이다.(2점)

올바른 답을 도출하기 위한 모든 단계가 논리적으로 논술되었으면 6점.

모든 단계가 논리적으로 논술되었으나, 올바른 분자량이 도출되지 않았거나, 올바른 답이 수식형태로 제시되었다면 5점.

모든 단계가 논리적으로 논술되었으나, 용액의 부피(500 mL)를 고려하지 않았다면 4점.

(나) 탄수화물 A 3.24 g은 0.018 몰에 해당된다.(2점) 이를 500 g 물에 녹였을 때 몰랄 농도는 $0.018 / 0.5 \text{ kg} = 0.036 \text{ m}$ 이다.(2점) 이를 끓는점 오름 식에 대입하면 $\Delta T = 0.500 \text{ K/m} \cdot 0.036 \text{ m} = 0.018 \text{ K}$ (1점) 이다. 끓는점이 0.018도 증가하였기 때문에, 이 용액의 끓는점은 373.018K(1점)이다.

올바른 답을 도출하기 위한 모든 단계가 논리적으로 논술되었으면 6점.

모든 단계가 논리적으로 논술되었으나, 올바른 답이 수식형태로 제시되었다면 5점.

2.

용액의 끓는점이 순수한 물의 끓는점보다 0.5 K 증가하였다. 이를 끓는점 오름 식에 대입하고 몰랄농도에 대해 풀면 이 용액의 몰랄 농도는 다음과 같다: $\frac{0.500}{0.500} \text{ mol/kg}$ (2점)

이 값에 탄수화물 B의 분자량 (125)을 곱하면: $\frac{0.500}{0.500} \text{ mol/kg} \times 125 \text{ g/mol} = 125 \text{ g/kg}$ 이 된다. 즉

이 용액은 탄수화물 B를 8배의 무게를 갖는 물에 녹이면 만들 수 있다.(2점) 이 용액 1L를 만들 때 x g의 탄수화물 B가 필요하다면, 용액의 총 무게는 $x \text{ g}$ (탄수화물 B) + $8x \text{ g}$ (물) = $9x \text{ g}$ 이 된다.(2점) 이 때 용액의 밀도는 $9x \text{ g/L} = d$ 이다 (식 1).

이 용액의 몰농도 C 는 다음과 같이 표현할 수 있다: $\frac{x \text{ g}}{125 \text{ g/mol}} = C$ (식 2).

식 1과 식 2를 문제에 주어진 농도와 밀도의 상관관계에 대입하면 다음과 같은 식이 된다:

이를 풀면 다음과 같다 (4점):

$$9x \text{ g} = 125 \cdot \frac{x \text{ g}}{125 \text{ g/mol}} + 960$$

$$9x \text{ g} = 1x \text{ g} + 960$$

$$8x = 960$$

$$x = 120$$

즉 이 용액을 만들기 위해서 용질 120 g 과 물 960 g 이 필요하다. (2점)

주어진 정보로부터 몰랄농도를 도출: 2점

도출된 몰랄농도를 토대로 필요한 탄수화물과 물의 무게의 상관관계 도출: 4점

상기 상관관계를 이용하여 몰농도와 밀도에 대한 식을 도출하고, 이를 문제에 주어진 식에 대입하여 풀이: 4점

필요한 용질과 물의 양을 각각 제시: 2점

올바른 답이 수식으로 제시된 경우 1점 감점.

3.

(가) 혈액과 삼투압이 다른 용액을 혈관에 주입하면 혈액 내 세포들 (적혈구 등)의 모양을 변형시킬 수 있다. 혈액보다 삼투압이 높은 용액을 주입하면 세포들이 축소되고, 낮은 용액을 주입하면 세포가 부풀어 터질 수 있다.(2점)

삼투압 7.626 기압을 얻기 위해서 필요한 탄수화물 B의 몰농도는 다음과 같이 구할 수 있다:

$$\frac{7.626}{0.082 \cdot 310} = 0.300 \text{ M}$$

이는 102.6 g/L 에 해당하고, (2점) 500 mL 용액에는 51.3 g의 탄수화물 B

를 녹여야 한다. (2점)

혈액과 동일한 삼투압의 용액이 필요한 이유를 제시문을 활용하여 올바르게 답하였다면 4점.

삼투압식을 이용하여 몰농도를 도출하고, 몰농도에서 리터당 용질의 양을 도출하는 과정이 제시되었다면 2점.

리터당 용질의 양에서 500 mL 용액에 필요한 탄수화물의 무게가 올바르게 제시되었다면 2점.

(나) 끓는점이 0.154K 증가하였기 때문에 몰랄 농도는 0.154/0.500 ≒ 0.300 m 이다.(2점) 이는 탄수화물 B 102.6 g을 물 1 kg에 녹였을 때 얻어지는 값이다. (2점) 물 500 g이 사용되었기 때문에, 녹아 있던 탄수화물 B의 무게는 51.3 g (0.150 몰)이다. (2점) 이를 다시 물에 녹여 1L 용액을 만들었을 때 몰농도는 0.150 M 이다. 이에 해당하는 삼투압은 3.813 기압으로, (2점) 혈액의 삼투압보다 낮다. 이 용액에서 적혈구는 물을 흡수하여 부풀어올라 터질 수 있다. (2점)

끓는점을 이용하여 올바른 몰랄농도와 물 증발 후 남아있는 탄수화물의 양이 올바르게 제시되었다면 4점.

새로 얻어진 용액에서의 삼투압을 제시하였다면 2점.

새로 얻어진 용액의 삼투압이 혈액의 삼투압보다 낮다는 점을 명시하고, 이것이 적혈구 모양에 미치는 영향을 올바르게 설명하였다면 4점.