

화 학

성명 : ()

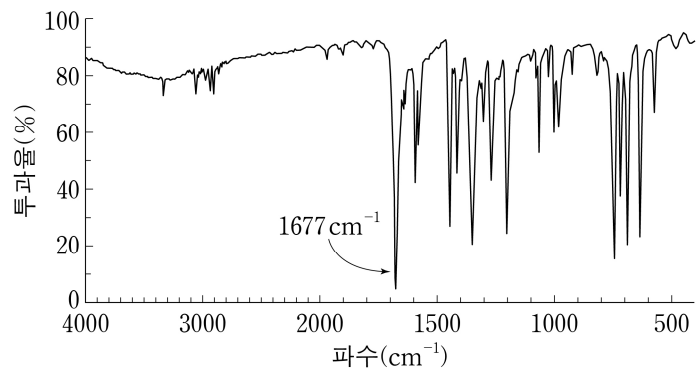
제1차 시험	2 교시 전공 A	12문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

- $$\psi(x) = N(x-x^2) \quad \text{단, } 0 \leq x \leq 1$$

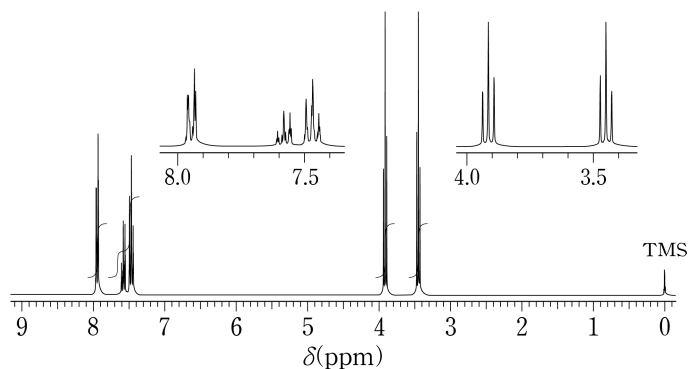
A와 B의 구조를 각각 그리시오. [2점]

3. 다음은 어떤 화합물 **A** (C_9H_9ClO)의 IR, 1H NMR, 질량 스펙트럼이다. **A**의 구조를 그리고, 질량 스펙트럼에서 m/z 가 105인 피크에 해당하는 조각 이온(fragment ion)의 구조를 그리시오. (단, 1H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 각각의 피크를 확대한 것이다.) [2점]

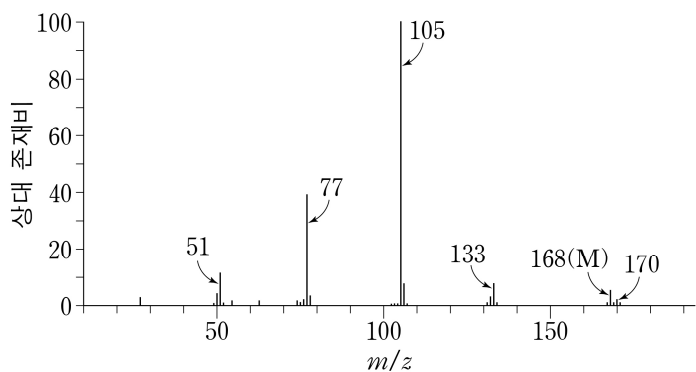
[IR 스펙트럼]



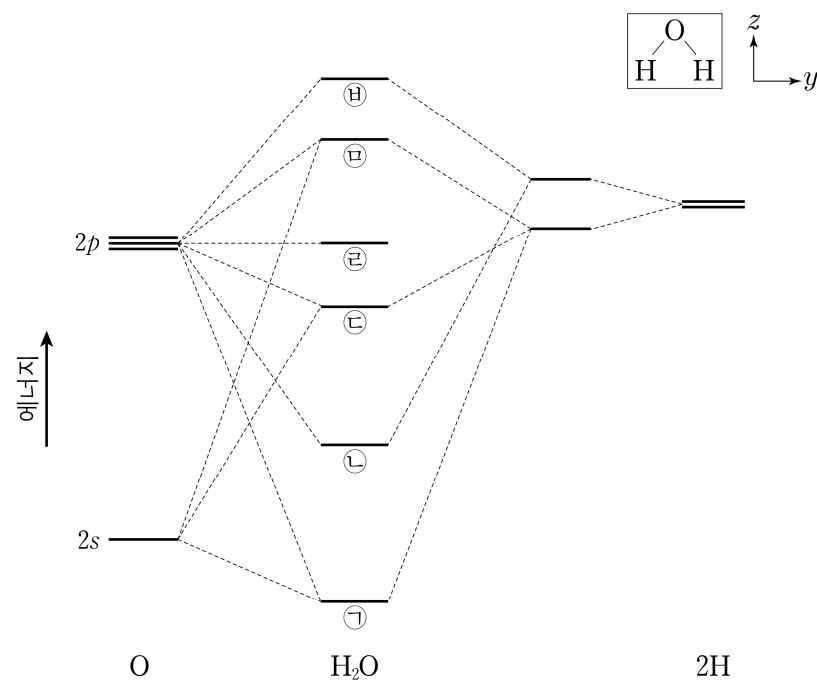
[1H NMR 스펙트럼 (300MHz, $CDCl_3$)]



[질량 스펙트럼]



4. 다음은 H_2O 의 분자 궤도함수(MO) 에너지 준위도와 C_{2v} 점군의 지표표를 나타낸 것이다.



C_{2v}	E	C_2	$\sigma_v(xz)$	$\sigma'_v(yz)$		
A_1	1	1	1	1	z	x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z	xy
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y	xz
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x	yz

2개의 수소 1s 원자 궤도함수의 선형 조합으로 만들어지는 2개의 군 궤도함수에 해당하는 기약 표현을 지표표에서 찾아 각각 쓰시오. 또한, H_2O 의 결합각이 증가한다고 가정할 때, ①~④에서 에너지 준위가 낮아지는 점유 분자 궤도함수를 쓰시오. (단, H_2O 의 모든 원자는 yz 평면에 놓여 있다.) [2점]

5. <자료>는 2015 개정 중학교 과학 교육과정의 ‘기체 반응의 법칙’에 관련된 수업을 계획하는 과정에서 이루어진 예비 교사와 지도 교수 간의 대화 내용이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

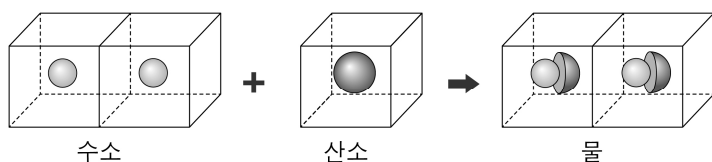
— <자 료> —

예비 교사: 만약 중학생들이 “화학 반응식을 $2\text{H} + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 로 표현하지 않고 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 로 표현하는 이유가 무엇인가요?”라고 물으면 어떻게 답하는 것이 좋을까요?

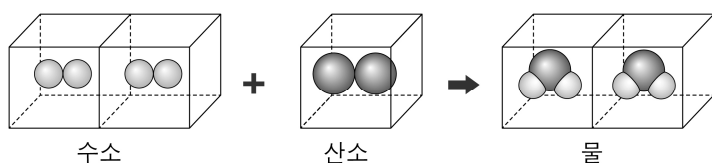
지도 교수: 실험해 보면, 일정한 온도와 압력에서 2부피의 수소 기체와 1부피의 산소 기체가 반응해서 2부피의 물 기체가 만들어지기 때문이라고 답하면 됩니다.

예비 교사: 기체의 부피와 입자 수는 어떤 관련이 있는지 학생들이 물어보면 어떻게 답하는 것이 좋을까요?

지도 교수: 온도와 압력이 같다면, 모든 기체는 같은 부피 안에 같은 입자 수가 있습니다. 만약 수소 기체 2부피에 수소 원자 2개가 있고, 산소 기체 1부피에 산소 원자 1개가 있다면, [그림 1]과 같이 물이 만들어질 때 산소 원자는 반으로 쪼개져야 합니다. 이 문제를 해결하기 위하여 수소 기체 2부피에 [그림 2]와 같이 수소 원자 4개가 2개씩 짝지어 있고, 산소 기체 1부피에 산소 원자 2개가 짝지어 있다고 가정하여, 생성물인 물 기체는 4개의 수소 원자와 2개의 산소 원자가 결합한 $2\text{H}_2\text{O}$ 로 표현하는 것입니다. 중학교 교육과정에서는 이렇게 설명하는 것이 적절합니다.



[그림 1]



[그림 2]

예비 교사: 입자가 더 이상 쪼개지지 않는다는 것과 온도와 압력이 같다면 모든 기체에서 같은 부피 안에 같은 입자 수가 있다는 것은 어떤 방법으로 알았는지 학생들이 물어보면 어떻게 답을 할까요? 많은 과학자들이 여러 실험 관찰을 통해 사실이라는 것을 증명했나요?

지도 교수: ㉠ 어떤 과학 지식은 사실을 말하는 것이 아니라 과학자의 상상력의 산물입니다. ‘이전의 성공적인 설명’을 새로운 상황에 빌려와 적용하여 임시적인 설명 지식을 생성하는 정신적 과정이지요. 임시적인 설명 지식은 자연 현상을 관찰해서 증명하는 것이 아니라, 자연 현상과 비슷한 과거 경험으로부터 가져오는 것입니다.

— <작성 방법> —

- 밑줄 친 ㉠의 ‘이전의 성공적인 설명’에 해당하는 내용 2가지를 <자료>에서 찾아 쓸 것.
- 밑줄 친 ㉠과 관련된 과학적 방법을 쓰고, 그것을 활용하여 예비 교사가 ‘기체 반응의 법칙’과 관련된 수업을 설계할 때, 그 과학적 방법의 첫 단계에 해당하는 내용을 <자료>에서 찾아 서술할 것.

6. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 과학, 고등학교 화학 I, 화학 II에서 다루는 내용의 일부를 제시한 것이다. <자료 2>는 교육과정 구성 이론 중 하나인 브루너(J. Bruner)의 나선형 교육과정에 대한 설명이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

(가)	온도가 일정할 때 열린 용기에서는 일정한 증기압력이 유지되지 못하여 물이 모두 없어지지만, 닫힌 용기에서는 일정한 증기압력이 유지된다.
(나)	동적 평형에 이르면 증발하는 액체 분자 수와 응축하는 기체 분자 수가 같으므로, 더 이상 증발과 응축이 일어나지 않는 것처럼 보인다.
(다)	집 안에 둔 어항의 물은 시간이 지나면 점차 줄어든다. 어항 속의 물이 줄어드는 것은 물이 증발하기 때문이며, 이때 물 입자는 그림과 같이 움직인다.

<자료 2>

브루너(J. Bruner)에 따르면, 어린이의 사고가 어른의 사고로 발전하기 위해서 같은 지식의 구조를 점점 더 높은 수준으로 여러 번 반복해서 제시할 필요가 있다. 이러한 방법을 통해 학생들의 사고 방법은 학년이 올라감에 따라 점점 세련된 형태를 갖추게 된다. 나선형 교육과정은 단순한 반복이 아니라 계열성과 계속성의 관점도 포함한다.

나선형 교육과정을 구성하기 위해서는 배워야 할 개념이나 원리들로 구성된 지식의 구조를 짜고, 학교 또는 해당 학년의 인지 발달 수준에 맞추어 제시할 내용의 표상 수준을 결정하는 일이 중요하다. 모든 학습자에게 적용되는 유일한 계열은 없으나 만약 인지 발달이 ‘작동적 표상’으로부터 ‘영상적 표상’을 거쳐 ‘상징적 표상’의 순서대로 진행되는 것이 맞다면, 최적의 계열은 같은 방향으로 진행할 것이라고 브루너는 주장하였다. 어린이의 인지 능력이 충분히 발달하지 못하여 ‘작동적 표상’ 밖에 이해하지 못할 때에는 지식의 구조를 ‘작동적 표상’으로 번역하여 제시한다. 학습자가 ‘영상적 표상’으로 지식의 구조를 이해할 수 있을 정도로 인지 능력이 발달하면, 가르치려는 지식의 구조를 ‘영상적 표상’으로 제시한다. 학습자의 인지 능력이 충분히 발달하여 ‘상징적 표상’으로도 이해할 수 있게 되었을 때, 비로소 가르치려는 지식의 구조를 ‘상징적 표상’으로 제시한다. 이러한 순서가 최적의 계열이며, 이러한 계열에 따르는 교육과정이 나선형 교육과정이다.

- <작성 방법>
- 2015 개정 과학과 교육과정의 내용 체계와 성취기준을 고려하였을 때, <자료 1>의 (가)~(다)에 해당하는 과목을 각각 쓸 것. (단, (가)~(다)에 해당하는 과목은 중복되지 않음.)
 - <자료 1>의 (가)~(다)에 공통으로 포함된 지식의 구조에 해당되는 개념을 1가지 쓰고, 브루너(J. Bruner)의 3가지 표상 중 제시되지 않은 1가지를 쓸 것.
 - <자료 1>에 제시한 (가)~(다)를 동일한 표상 수준으로 제시할 때 전제되는 가정을 <자료 2>에 근거하여 서술할 것.

7. <자료>는 화학 반응에서의 양적 관계를 수업하기 위한 실험 활동지와 SAPA II에서 제시한 과학적 탐구 능력을 알아 보는 평가표 일부를 나타낸 것이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

-<자 료>-

○ 실험 활동지

[탐구 문제] 화학 반응식 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 에
관한 실험에서 CaCO_3 와 CO_2 의 계수 비를 확인해 보자.

[실험 방법]

- (1) 삼각플라스크에 1 M 염산 30 mL를 넣고 전체 질량을 측정한다.
- (2) 탄산 칼슘 약 1 g의 질량을 측정하여 (1)의 삼각플라스크에 넣고 반응시킨다.
- (3) 반응이 끝난 후 (2)의 삼각플라스크 전체 질량을 측정한다.
- (4) 실험 과정 (1)~(3)을 2회 더 반복한다.

[결과 및 논의]

- (1) 측정값을 다음 표에 기록해 보자.

	1차	2차	3차	평균
실험 방법 (1)에서 측정된 질량(g)				
탄산 칼슘의 질량(g)				
실험 방법 (3)에서 측정된 질량(g)				
반응 전과 후의 질량 차이(g)				

- (2) 반응 전과 후에 질량의 차이가 나타나는 이유를 생각해 보자.
- (3) 실험에서 탄산 칼슘과 이산화 탄소의 양(mol)을 각각 구해 보자. (단, 탄산 칼슘의 화학식량은 100이다.)
- (4) ()
- (5) [탐구 문제]에 제시된 화학 반응식의 CaCO_3 와 CO_2 의 계수 비가 실험 결과와 일치하는지 확인해 보자.

○ 평가표

평가 영역		평가 준거	평정	
			미충족	충족
기초 기능	측정	삼각플라스크 전체 질량을 정확하게 측정하였는가?		
	추리	(㉞)		
통합 기능	(㉟)	탄산 칼슘의 질량과 이산화 탄소의 질량을 각각 몰 수로 나타내었는가?		

-<작성 방법>-

- 팔호 안의 ㉠에 해당하는 내용을 화학 반응에서의 양적 관계와 관련하여 쓸 것.
- 팔호 안의 ㉡에 해당하는 평가 준거를 [결과 및 논의]를 근거로 제시하고, 팔호 안의 ㉢에 해당하는 평가 영역을 쓸 것.
- 실험 활동지에 제시된 실험이 다음 해론(M. Herron)의 실험 형태 중 어느 실험 수준에 해당하는지 쓸 것.

실험 수준 실험 요소	0	1	2	3
문제와 가설	제시	제시	제시	개방
방법	제시	제시	개방	개방
해답	제시	개방	개방	개방

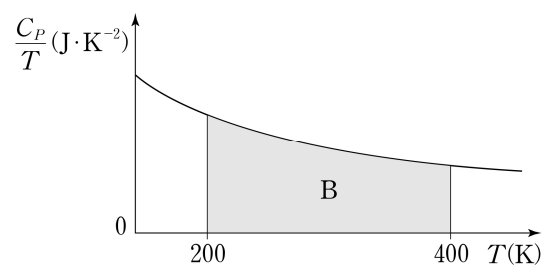
8. 다음은 $P = \frac{nRT}{V - nb}$ 를 만족하는 기체 A의 일정 압력 열용량(C_p) 및 이와 관련된 자료이다.

$$\circ \quad C_P = C_V + \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

- $dU = TdS - PdV$

$$\circ \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V$$

○ T 와 $\frac{C_P}{T}$ 의 관계:



1.0 mol 기체 A의 부피(V)를 일정하게 유지하면서 기체 A에 317J의 열에너지를 가하였더니 A의 온도(T)가 300K에서 310K로 올라갔다. 이를 근거로 1.0 mol 기체 A의 C_V 와 C_P 의 값을 각각 쓰시오. 또한, 그래프에서 B 영역의 크기에 해당하는 물리량의 의미를 설명하고, 1.0 mol 기체 A에 대해 그 값을 쓰시오. (단, 기체상수 R 는 $8.3\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 이고, P , n , b , C_V , U , S 는 각각 압력, 물질 양, 상수($b>0$), 일정 부피 열용량, 내부 에너지, 엔트로피이며, 온도 변화에 따른 C_P 와 C_V 변화는 무시한다.) [4점]

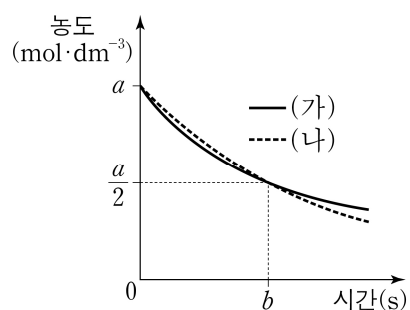
9. 다음은 반응 차수가 서로 다른(1차 또는 2차) 2가지 반응과 관련된 자료이다. 기체 A와 C의 초기 농도는 a 로 같으며, 각각의 농도가 $\frac{a}{2}$ 가 될 때까지 걸리는 반응 시간은 b 로 같다. 반응은 절대 온도 T 에서 진행되었다.

○ 반응

(가) $A \rightarrow B$

(나) $C \rightarrow D$

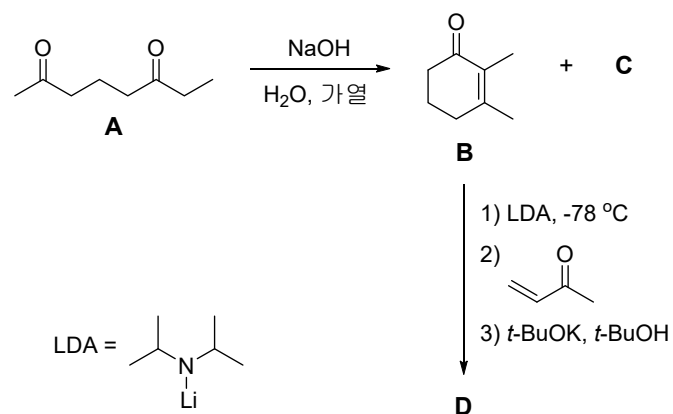
○ 시간에 따른 A와 C의 농도:



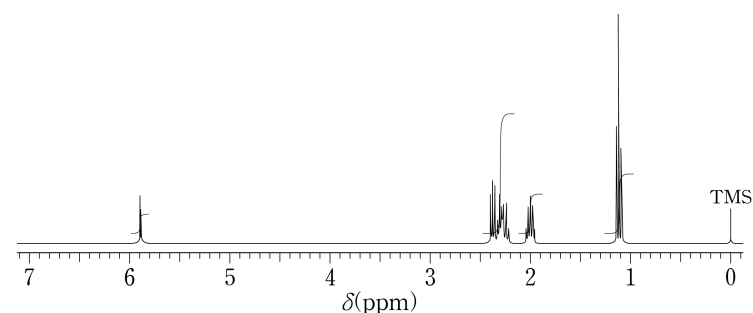
1차 반응과 2차 반응에서 반응물의 농도가 a 에서 $\frac{a}{4}$ 로 되는 시간을 각각 t_1 과 t_2 라 할 때 $\frac{t_1}{t_2}$ 의 값을 쓰고, 이를 근거로 (가)와 (나)의 반응 차수를 각각 쓰시오. 또한, 1차 반응에서 온도를 T 에서 $2T$ 로 올렸더니, 초기 농도 a 가 $\frac{a}{2}$ 로 될 때까지 걸리는 반응 시간이 b 에서 $\frac{b}{4}$ 가 되었다. 이 1차 반응의 활성화 에너지(E_a)를 구하는 과정을 제시하고, 그 결과를 온도 T 와 기체상수 R 를 포함하는 값으로 쓰시오. (단, 반응 용기의 부피는 일정하고, (가)와 (나) 이외의 반응은 일어나지 않는다.) [4점]

10. 다음은 2,6-octanedione (**A**)으로부터 서로 구조 이성질체 관계인 **B**와 **C**가 생성되는 반응과, **B**로부터 두고리 화합물(bicyclic compound)인 최종 주생성물 **D** ($C_{12}H_{16}O$)를 합성하는 반응이다. 또한, **C**의 1H NMR 스펙트럼을 나타낸 것이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

[반응]



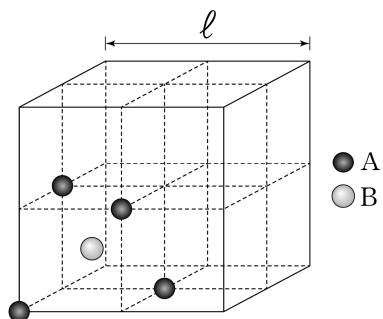
[**C**의 1H NMR 스펙트럼(300MHz, $CDCl_3$)]



A로부터 **B**가 생성되는 반응 메커니즘을 굵은 화살표를 사용하여 제시하고 **C**의 구조를 그리시오. 또한, **B**와 **C** 중에서 주생성물을 선택하고 그 이유를 서술하시오. 그리고 **D**의 구조를 그리시오.

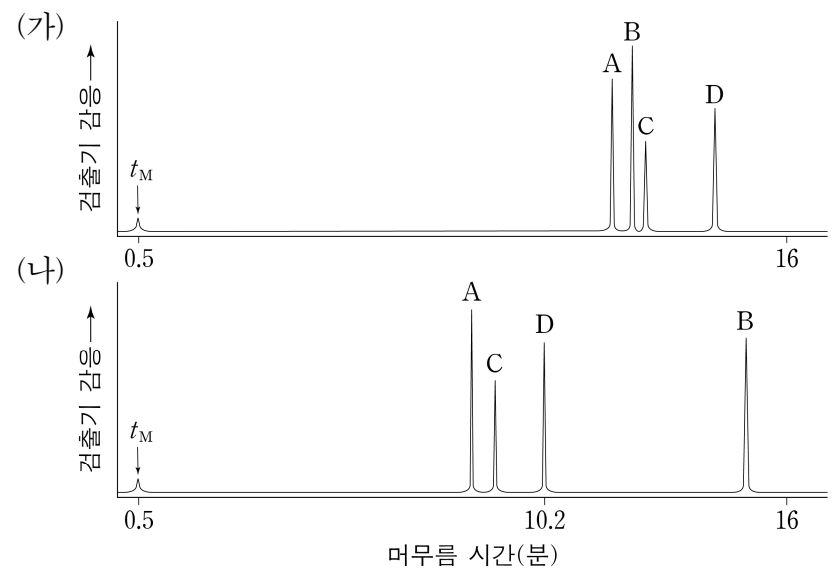
[4점]

11. 이온 결합 화합물 $M_mX_n(s)$ 의 입방 단위 세포는 M 양이온(A)이 입방 조밀 쌓임 격자를 형성하고, X 음이온(B)이 8개의 사면체 구멍을 채우는 구조를 갖는다. 그림은 입방 단위 세포의 $\frac{1}{8}$ 입방 단위에 이온이 놓여 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 인접한 B 사이의 이온간 거리는 a 이고, A 반지름은 B 반지름의 b 배이다.



입방 단위 세포의 모서리 길이(ℓ)를 a 가 포함된 값으로 쓰시오. 이를 이용하여, 입방 단위 세포의 부피에서 전체 이온이 차지하는 부피의 비율을 구하는 과정을 제시하고, 그 결과를 b 와 π 를 포함하는 값으로 쓰시오. 또한, M_mX_n 결정에서, A들 중 하나의 A에서 두 번째로 가까운 이온의 개수를 쓰시오. (단, M과 X는 임의의 원소 기호이고, A와 B는 구(sphere)로 가정한다.) [4점]

12. 그림은 온도 T에서 화합물 A~D가 포함된 혼합물에 대한 기체 크로마토그래피 (가)와 (나)의 결과를 각각 나타낸 것이다. (가)와 (나)에 사용된 정지상은 각각 무극성과 강한 극성을 갖는다.



A~D 중 극성이 가장 강한 화합물을 쓰시오. 또한, (나)에서 D가 정지상에서 보낸 시간은 이동상에서 보낸 시간의 몇 배인지 쓰시오. 그리고 (나)에서 이동상의 유속을 일정하게 유지시키며 칼럼의 길이를 증가시킬 때, A 피크의 높이와 너비가 어떻게 변화하는지 쓰고 그 근거를 서술하시오. (단, t_M 은 머무름이 없는 화합물의 머무름 시간이고, (가)와 (나)는 열린관 칼럼을 사용하였다. (가)와 (나)의 조건은 정지상 차이 이외에는 동일하다.) [4점]

<수고하셨습니다.>