2024학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

화 학

수험 번호 : ( )　　**성 명 :** ( )

제1차 시험	2교시 전공A	12문항 40점	시험 시간 90분

○ 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하시오.
○ 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

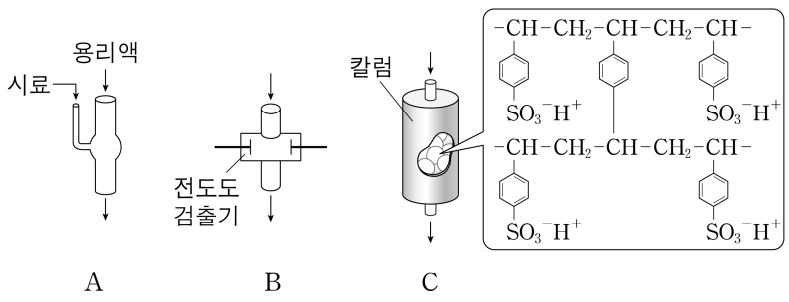
1. 다음은 $^{1}H_2$에 대한 분광학 자료이다.

○ 회전 상수($\tilde{B}$) : $60.8\,cm^{-1}$
○ 진동 파수($\tilde{\nu}$) : $4400\,cm^{-1}$
○ 결합 해리 에너지(D_0) : $432\,kJ\,mol^{-1}$

$^{2}H_2$의 $\tilde{B}(cm^{-1})$를 쓰시오. $^{2}H_2$의 $\tilde{\nu}$가 $3118\,cm^{-1}$일 때, $^{2}H_2$의 $D_0(kJ\,mol^{-1})$를 쓰시오. (단, $^{1}H_2$와 $^{2}H_2$는 핵간 퍼텐셜 에너지 곡선이 동일하다. $1\,cm^{-1}$는 $0.01\,kJ\,mol^{-1}$의 에너지에 해당한다.) [2점]

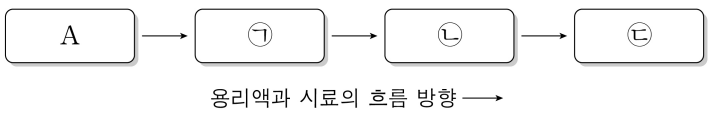
2. 다음은 묽은 KOH 용리액을 사용하여 음이온을 분석하는 이온 크로마토그래프(ion chromatograph)의 [**부품**] 및 [**모형도**]와 [**억제 칼럼의 역할**]을 나타낸 것이다.

[**부품**]



화살표는 용리액과 시료의 흐름 방향을 나타낸다.

[**모형도**]



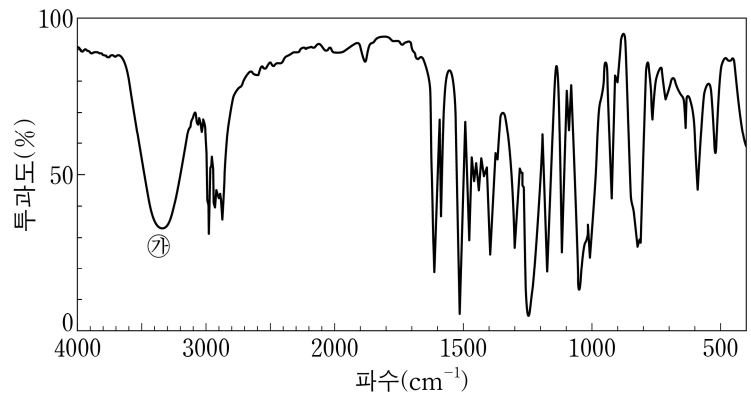
[**억제 칼럼의 역할**]

억제 칼럼을 사용하면 용리액의 K^+ 이온이 (㉣)(으)로 교환되어 (㉤)(이)가 생성되기 때문에 전도도 검출기의 바탕 신호가 크게 감소한다.

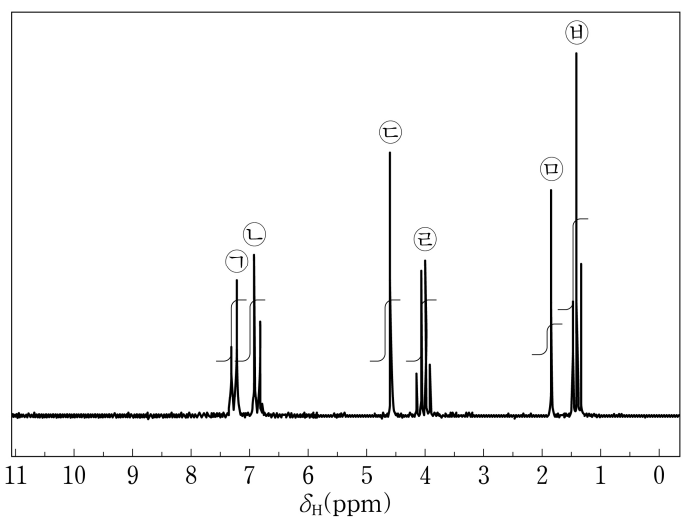
[**모형도**]의 ㉠~㉢에 해당하는 것을 [**부품**]에서 찾아 각각 B, C, D로 쓰고, [**억제 칼럼의 역할**]에서 괄호 안의 ㉣과 ㉤에 적합한 화학종을 각각 쓰시오. [2점]

3. 어떤 화합물 A($C_9H_{12}O_2$)를 H_2CrO_4와 반응시키면 카복실산이 생성된다. A의 IR과 ^{1}H NMR 스펙트럼이 그림과 같을 때, A의 구조를 그리고, ^{1}H NMR 스펙트럼에서 IR 밴드 ㉮에 해당하는 작용기에 포함된 수소의 피크를 ㉠~㉤에서 찾아 쓰시오. [2점]

[IR 스펙트럼]



[^{1}H NMR 스펙트럼(90 MHz, $CDCl_3$)]



4. 다음은 사각 평면 구조인 $[Ni(CN)_4]^{2-}$의 Ni−C σ결합을 설명할 때 사용하는 Ni의 sp^2d 혼성 궤도함수 중 2개를 나타낸 것이다.

$$\psi_1 = \frac{1}{2}\psi_{4s} + \sqrt{\frac{1}{2}}\,\psi_{4p_x} + \frac{1}{2}\psi_{3d_{x^2-y^2}}$$

$$\psi_2 = \frac{1}{2}\psi_{4s} - \sqrt{\frac{1}{2}}\,\psi_{4p_y} + a\psi_{3d_{x^2-y^2}}$$

ψ_2의 a 값을 쓰시오. ψ_1이 Ni−C σ결합에 사용될 때 $\frac{4p_x \text{ 궤도함수의 기여도}}{4s \text{ 궤도함수의 기여도}}$의 값을 쓰시오. (단, 모든 궤도함수는 정규화되어 있다.) [2점]

한국교육과정평가원

5. <자료 1>은 협동 학습 모형을 활용한 예비 교사의 수업 계획의 일부이다. <자료 2>는 미세 먼지에 대한 전문가 모둠 1의 조사 계획이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

[**학습 목표**]
미세 먼지 농도에 대해 조사하고, 미세 먼지가 인간 사회에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

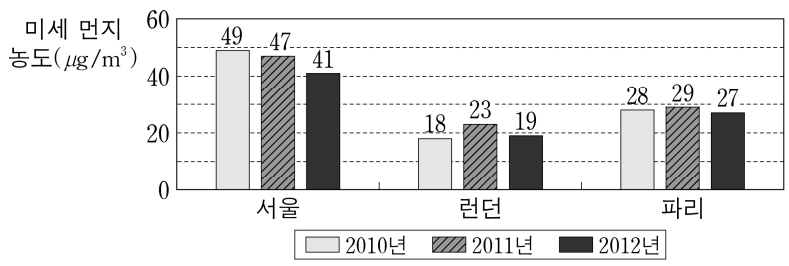
[**수업 과정**]
(가) 4명으로 이루어진 원모둠 4개를 구성한다.
(나) 각 원모둠의 학생들은 아래와 같은 4개의 주제를 다룰 전문가 모둠으로 1명씩 나누어 이동하고, 각자 다른 주제를 조사하여 학습한다.

전문가 모둠 1 : (㉠)
전문가 모둠 2 : 미세 먼지와 건강의 연관성
전문가 모둠 3 : 미세 먼지와 산업 활동의 관계
전문가 모둠 4 : 미세 먼지가 농작물에 미치는 영향

(다) 전문가 모둠에서 활동을 마친 후에 학생들은 각자의 원모둠으로 돌아와 자신이 학습한 내용을 모둠원들에게 설명한 후, 토론을 통하여 학습 목표를 달성한다.
(라) 모둠별 학습이 끝난 후 미세 먼지가 인간 사회에 미치는 영향에 대한 이해도를 ㉡ 개별 평가한다.

<자료 2>

- 다음은 서울, 런던, 파리의 미세 먼지의 연평균 농도에 대한 그래프이다.



- 미세 먼지의 농도가 서울, 런던, 파리 각 도시에 따라 어떤 차이가 있는지 조사한다.
- 2010년부터 2012년까지 3년 동안의 서울, 런던, 파리 각 도시별 미세 먼지 농도의 변화를 조사한다.

<작성 방법>

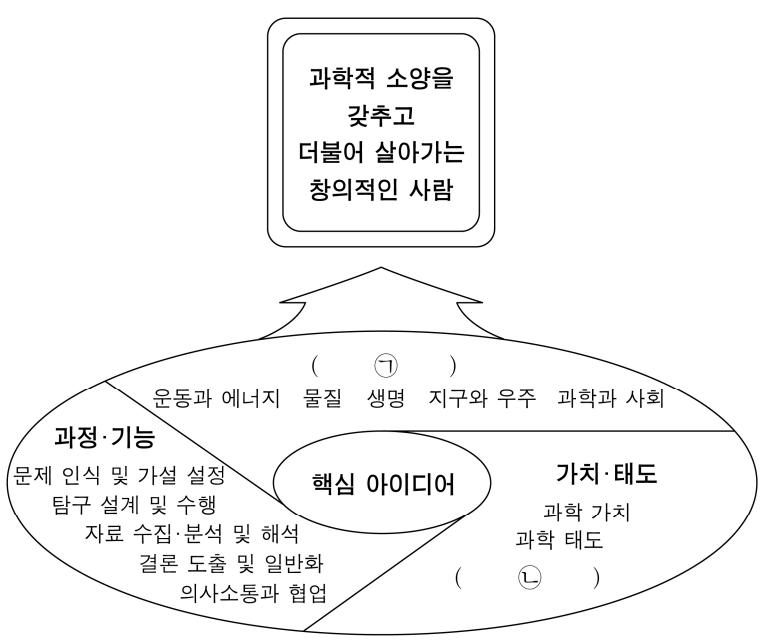
○ 모둠별 학습에서 일어날 수 있는 무임승차를 줄이기 위해 <자료 1>에서 활용된 방안을 서술할 것.
○ <자료 1>의 괄호 안의 ㉠에 해당하는 내용을 <자료 2>의 내용을 참고하여 서술할 것.
○ <자료 1>에 사용된 협동 학습 모형의 '학습 내용의 전체를 알기 어렵다'는 점을 보완하기 위한 예비 교사의 역할 1가지를 서술하고, '개별 평가만 이루어지기 때문에 협력에 적극적이지 않을 수 있다'는 점을 보완할 수 있는 평가 방안 1가지를 밑줄 친 ㉡의 결과를 활용하여 서술할 것.

6. <자료 1>은 2022 개정 과학과 교육과정 중 '교육과정 설계의 개요'의 일부이고, <자료 2>는 기체의 압력과 부피의 관계를 알아보는 수업에서 학생들에게 제시한 탐구 목표 및 과정이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

과학과 교육과정은 미래 사회를 살아갈 시민으로서 '과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람'을 육성하는 것을 목적으로 한다. 과학과 교육과정에서는 과학 (㉠), 과정 · 기능, 가치 · 태도가 복합적으로 발현되어 나타나는 총체적인 능력인 역량을 함양하고자 한다.

… (중략) …



… (중략) …

과학과 과정 · 기능은 학생들이 과학 학습을 통해 개발할 것으로 기대하는 과학과 탐구 기능과 과정에 해당하는 것으로, ㉢ 문제 인식 및 가설 설정, 탐구 설계 및 수행, 자료 수집 · 분석 및 해석, 결론 도출 및 일반화, 의사소통과 협업을 근간으로 영역별 특성을 반영하였다.

과학과 가치 · 태도는 과학 가치(과학의 심미적 가치, 감수성 등), 과학 태도(과학 창의성, 유용성, 윤리성, 개방성 등), (㉡) (과학문화 향유, 안전 · 지속가능 사회에 기여 등) (으)로 구성하였다.

… (하략) …

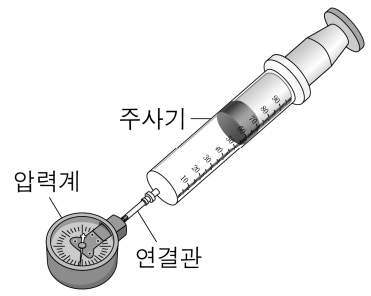
<자료 2>

[탐구 목표]

기체의 압력과 부피는 어떤 관계가 있을까?

[탐구 과정]

(가) 주사기 속 기체의 부피가 60 mL가 되도록 피스톤의 위치를 조절한 다음, 주사기를 압력계에 연결한다.



(나) 압력계의 눈금이 0.5 기압씩 커지도록 피스톤을 누르면서 주사기 속 기체의 부피를 측정한다.

(다) (가)~(나)를 3회 반복하여 그 결과를 표에 기록하고, 평균값을 구한다.

압력(기압)		1	1.5	2	2.5	3
부피 (mL)	1회	60				
	2회	60				
	3회	60				
	평균값	60				

(라) (다)에서 측정한 결과를 그래프로 나타내고, 기체의 압력과 부피의 관계를 해석한다.

(마) 기체의 압력과 부피의 관계를 기록하고, 그 관계가 기체의 종류를 다르게 했을 때도 성립할지를 생각하여 기록하고, ㉣ 모둠별로 토의하고 발표한다.

<작성 방법>

- <자료 1>의 괄호 안의 ㉠과 ㉡에 해당하는 용어를 순서대로 쓸 것.
- 학생이 <자료 2>의 (다)와 (라) 과정을 수행할 때, 개발할 것으로 기대하는 것 1가지를 <자료 1>의 밑줄 친 ㉢의 '과정 · 기능'의 요소 5가지 중에서 찾아 쓰고, 이에 해당하는 활동 내용을 <자료 2>의 (다)와 (라)에서 찾아 서술할 것.
- 학생이 <자료 2>의 밑줄 친 ㉣을 수행할 때 개발할 것으로 기대하는 것 1가지를 <자료 1>의 밑줄 친 ㉢의 '과정 · 기능'의 요소 5가지 중에서 찾아 쓸 것.

7. <자료>는 2022 개정 과학과 교육과정 통합과학2에서 산화와 환원을 산소의 이동이라고 이해하는 학생의 선개념을 과학적 개념으로 변화시키기 위한 예비 교사의 수업 계획의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

(가) 다음 반응에서 일어나는 산화와 환원을 설명하도록 하여 산화와 환원을 산소의 이동으로만 이해하는 학생의 선개념을 파악한다.

$2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2$

(나) $2AgNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$ 반응에서 산화되는 것과 환원되는 것을 찾아보게 한다.

(다) 학생들이 (나)에서 제시된 반응을 설명하는 과정을 통해 산화와 환원을 (㉠)(으)로 설명할 수 있다는 것을 이해하게 한다.

(라) $2AgNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$ 반응에서 Ag와 Cu의 산화수 변화를 계산해 본다.

<작성 방법>

○ <자료>의 (가)~(나)에서 학생들이 경험할 수 있는 인지갈등의 내용을 서술할 것.

○ 2022 개정 과학과 교육과정 통합과학2의 성취기준에 근거하여, 괄호 안의 ㉠에 해당하는 내용을 쓰고, 이를 활용하여 (가)의 반응에서 환원을 설명할 것.

○ 2022 개정 과학과 교육과정 통합과학2의 성취기준에 근거하여, 예비 교사가 이 수업 계획에서 수정해야 할 1가지를 기술할 것.

8. 다음은 xy-평면에서 반지름 a의 원운동을 하는 질량이 m인 자유 입자에 대한 자료와 cyclic-C_{10}의 구조이다.

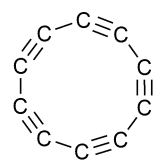
○ 파동함수(ψ) 및 에너지(E):

$$\psi_{m_l}(\phi) = \frac{e^{im_l\phi}}{\sqrt{2\pi}},\ E_{m_l} = \frac{m_l^2\hbar^2}{2ma^2},\ m_l = 0, \pm1, \pm2, \ldots$$

(ϕ는 방위각, m_l은 양자수)

○ 각운동량 연산자 : $\hat{l_z} = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial\phi}$

○ Cyclic-C_{10}의 구조



질량이 m인 자유 입자가 $m_l = +3$인 상태일 때, ϕ의 기댓값($\langle\phi\rangle$)을 구하는 과정과 그 값을 쓰시오. Cyclic-C_{10}에서 분자 평면에 수직인 π 궤도함수에 들어 있는 전자(e_π)가 반지름 R의 원운동을 하는 자유 입자라고 가정할 때, 최고 점유 준위(highest occupied level)에 들어 있는 e_π의 각운동량의 크기($|l_z|$)를 쓰고, 1개의 e_π가 들뜨는데 필요한 최소 에너지를 $\hbar, m_e, R$을 포함하는 식으로 쓰시오. (단, m_e는 전자의 질량이고, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$이며 h는 플랑크 상수이다. Cyclic-C_{10}의 분자 평면에 놓인 π 궤도함수에 들어 있는 전자는 고려하지 않는다.) [4점]

9. 다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응에 대한 [**실험**]과 제안된 [**반응 메커니즘**]이다.

[**실험**]

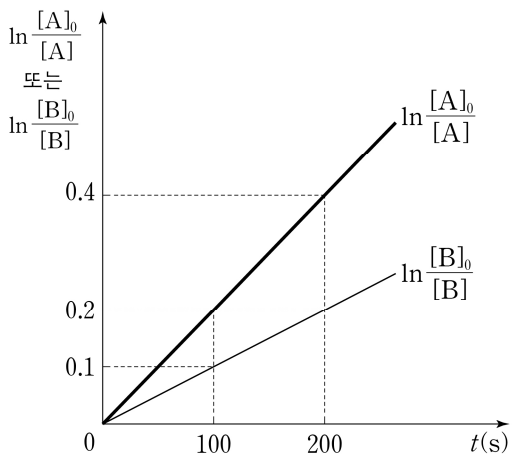
<반응식>

$$A + B \xrightarrow{k} C$$

<실험 과정 및 결과>

○ A의 초기 농도($[A]_0$)는 0.07 M이고, B의 초기 농도($[B]_0$)는 0.12 M이다.

○ 반응 시간(t)에 따른 A의 농도([A])와 B의 농도([B])를 측정하여, t에 따른 $\ln\frac{[A]_0}{[A]}$와 $\ln\frac{[B]_0}{[B]}$의 그래프를 얻었다.



○ 실험 결과로부터 다음 관계식을 유도하였다.

$$kt = \frac{1}{[B]_0 - [A]_0}\left(\ln\frac{[A]_0}{[A]} - \ln\frac{[B]_0}{[B]}\right)$$

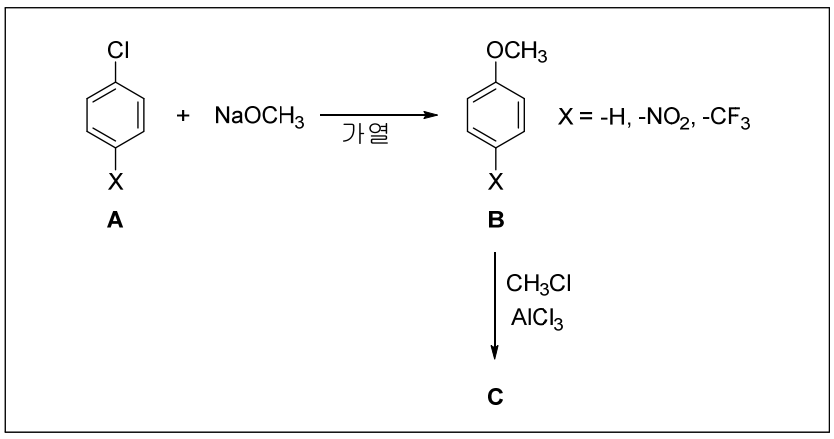
[**반응 메커니즘**]

$$A + B \underset{k_{-1}}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} D \quad \text{(빠름)}$$

$$D \xrightarrow{k_2} C \quad \text{(느림)}$$

[**실험**]에서 $[A] = 0.035$ M이 되는 t(s) 값과 전체 반응의 k 값을 쓰시오. [**반응 메커니즘**]에서 정류-상태 근사를 이용하여 $\frac{d[C]}{dt}$를 구하는 과정을 쓰고, 그 결과를 k_1, k_{-1}, k_2, [A], [B]를 포함하는 식으로 쓰시오. (단, 온도는 일정하고, k, k_1, k_{-1}, k_2는 반응 속도 상수이다.) [4점]

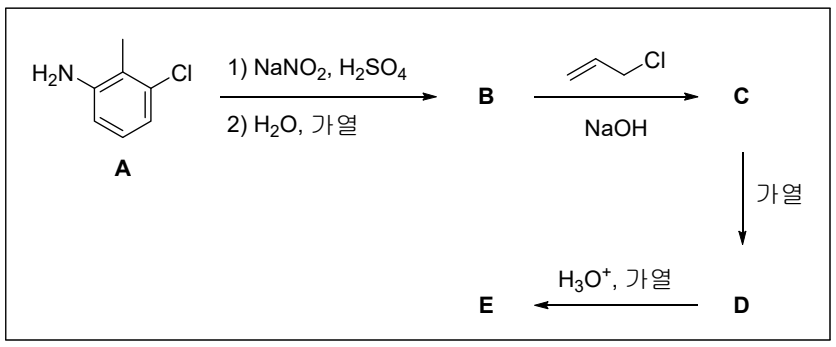
10. 다음은 방향족 화합물 **A**의 치환 반응을 나타낸 것이다. (단, 각 반응에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



A의 X가 각각 $-H$, $-NO_2$, $-CF_3$일 때, 동일 조건에서 **B**를 생성하는 반응의 반응 속도가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하고, 그 이유를 서술하시오. 또한, X가 $-NO_2$일 때, **B**($C_7H_7NO_3$)를 생성하는 중간체의 구조를 그리고, 최종 주생성물 **C**($C_8H_9NO_3$)의 구조를 그리시오. [4점]

한국교육과정평가원

11. 다음은 3-chloro-2-methylaniline (**A**)으로부터 중간 주생성물 **B**(C_7H_7ClO), **C**와 **D**를 거쳐 최종 주생성물 **E**($C_{10}H_{11}ClO$)를 합성하는 반응을 나타낸 것이다. **C**, **D**, **E**의 분자식은 모두 같고, **B**와 **D**의 IR 스펙트럼은 3300 cm^{-1} 부근에서 강하고 넓은 밴드를 보인다. (단, 각 반응에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



C, **D**, **E**의 구조를 각각 그리시오. **D**로부터 **E**가 생성되는 반응 메커니즘을 굽은 화살표를 사용하여 제시하시오. [4점]

12. 다음은 금속 M의 산화물 A와 B에 대한 설명이다.

- ○ A의 입방 단위 세포에서 양이온 M^{a+}는 모든 꼭짓점에, O^{2-}은 모든 모서리 중심에 놓인다.
- ○ B의 단위 세포에서 양이온 M^{b+}는 입방 조밀 쌓임으로 배열되고, O^{2-}은 모든 사면체 구멍을 채운다.
- ○ A와 B에서 단위 세포 모서리 길이(pm)는 각각 l_1, l_2이고, 인접한 이온 간 거리는 각각 r_1, r_2이다.
- ○ M과 O의 원자량은 각각 m, 16이다.

M^{a+}의 a 값을 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. $\frac{r_2}{r_1}$를 l_1, l_2가 포함된 식으로 쓰고, B의 밀도($g\,cm^{-3}$)를 l_2, m이 포함된 식으로 쓰시오. (단, M은 임의의 원소 기호이고, 아보가드로 수는 $6\times10^{23}\,mol^{-1}$이다.) [4점]

<수고하셨습니다.>