2019학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

화 학

수험 번호 : ( )　　**성 명 : ( )**

제1차 시험	2교시 전공A	14문항 40점	시험 시간 90분

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

1. 다음의 <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정의 화학 I, II에 제시된 '교수·학습 방향'의 일부이고, <자료 2>는 실험실 안전 수칙의 일부이다. 괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 용어를 순서대로 쓰시오. [2점]

<자료 1>

○ 실험의 목적과 방법을 이해하고 실험을 수행할 수 있도록 지도하며, (㉠) 예방을 위하여 실험 기구의 사용 방법, 화학 약품을 다룰 때의 주의 사항 및 안전 사항, (㉠) 발생 시 대처 방안을 사전에 지도한다.
○ 실험 기구나 재료는 수업을 진행하기 전에 미리 점검하고 충분히 준비하되, 환경 보존을 고려하여 필요 이상으로 사용하지 않도록 유의한다.
○ 실험 후 발생하는 (㉡)은/는 올바른 방법으로 수거 처리하여 환경을 오염시키지 않도록 한다.

<자료 2>

[실험 전]
○ 안전 설비와 비상구의 위치를 알아둔다.
○ 실험복, 보안경 등 안전 장비를 착용한다.
○ 긴 머리는 단정하게 묶는다.
○ 실험실 안에서는 선생님의 안내에 따른다.

[실험 중]



[실험 후]
○ 실험 후에 정리 정돈을 한다.
○ 실험할 때 나온 (㉡)은/는 종류별로 지정된 곳에 모아 처리한다.

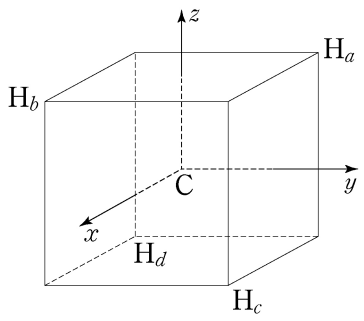
[실험 (㉡) 처리 방법]
○ 강산은 묽은 수산화 나트륨 수용액으로 중화하고 물로 희석하여 폐수통에 버린다.
○ 독극물이나 수은 등은 따로 배출하고, 신속하게 처리를 의뢰한다.

2. 다음은 cyclopentadienyl anion ($C_5H_5^-$)에 대한 자료이다.

○ 구조 :
○ π 전자는 반지름이 r인 원형 고리를 따라 자유롭게 운동하는 입자이다.
○ π 전자의 에너지 연산자는 $H = -\frac{\hbar^2}{2m_e r^2}\frac{d^2}{d\phi^2}$이고, 고유함수는 $\psi_m(\phi) = Ae^{im\phi}$이다. (단, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$이고, m_e는 전자 질량이며, A는 상수이다.)

$\psi_m(\phi)$에 대응되는 H의 고유값(E_m)을 쓰고, $C_5H_5^-$의 HOMO에 있는 전자가 LUMO로 전이할 때 흡수하는 빛 에너지(E)를 구하시오. [2점]

3. 그림은 CH_4 분자의 C가 정육면체 중심에, 수소 원자 H_a~H_d가 네 꼭짓점에 위치한 것을 나타낸 것이다. ψ_a, ψ_b는 각각 H_a, H_b와 결합하는 C의 sp^3 혼성 궤도함수이고, N은 정규화 상수이다.

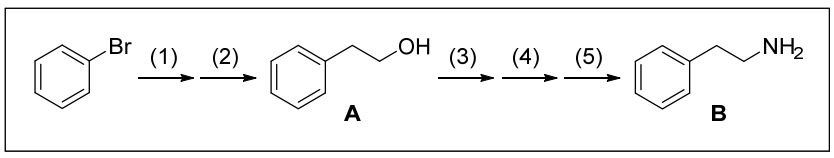


$$\psi_a = N(2s - 2p_x + 2p_y + 2p_z)$$

$$\psi_b = N(2s + \boxed{\text{㉠}})$$

㉠에 해당하는 선형 조합과 $|N|$을 각각 쓰시오. [2점]

4. 다음은 bromobenzene으로부터 중간 주생성물 **A**를 거쳐 최종 주생성물 **B**를 합성하는 과정이다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



<보 기>

㉠ NaN_3　　㉡ Mg, THF　　㉢ 1) CH_3CHO, 2) H_2O

㉣ MsCl, Et_3N　　㉤ 1) , 2) H_2O　　㉥ 1) $LiAlH_4$, 2) H_2O

※ MsCl = methanesulfonyl chloride

(1)~(5)에 들어갈 적절한 반응 조건을 <보기>의 ㉠~㉥에서 1가지씩 골라 순서대로 쓰시오. [2점]

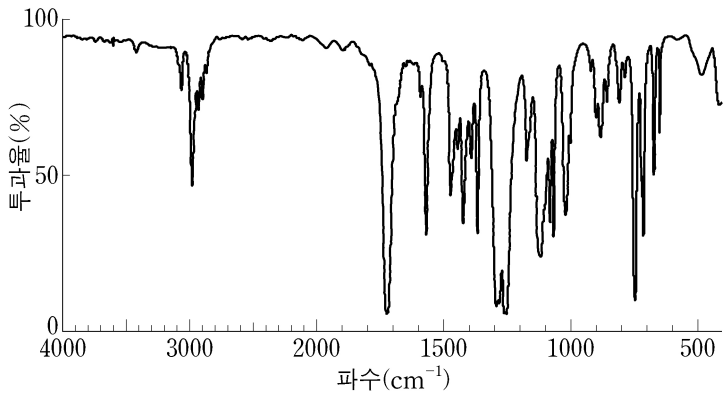
5. 그림은 글루탐산(glutamic acid)이 pH = 1.0인 수용액에서 가장 많이 존재하는 형태의 구조를 나타낸 것이다. 25 ℃에서 글루탐산의 pK_{a1}, pK_{a2}, pK_{a3}은 각각 2.16, 4.15, 9.58이다.

H_A, H_B, H_C를 산도(acidity)가 큰 것에서 작은 것의 순서로 나열하시오. 또한, 글루탐산이 pH = 3.0인 수용액에서 가장 많이 존재하는 형태의 구조를 그리시오. [2점]

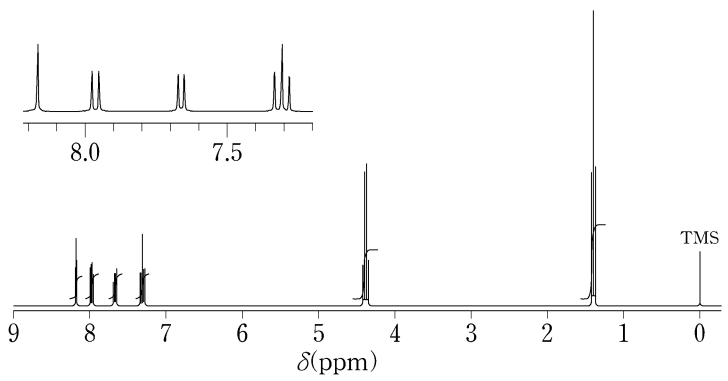
한국교육과정평가원

6. 다음은 분자식이 $C_9H_9BrO_2$인 화합물의 IR와 ^{1}H NMR 스펙트럼이다. 이 화합물의 구조를 그리고, 8.17 ppm 피크에 해당하는 수소에 동그라미로 표시하시오. (단, ^{1}H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 그림은 7.2~8.2 ppm 영역의 피크를 확대한 것이며, ^4J 짝지음은 생략되었다.) [2점]

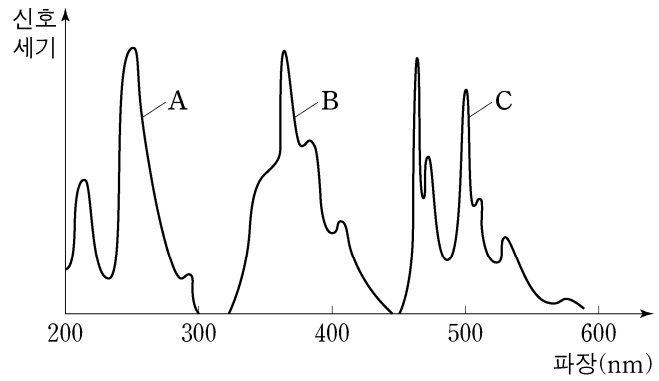
[IR 스펙트럼]



[^{1}H NMR 스펙트럼(300 MHz, $CDCl_3$)]



7. 그림은 어떤 물질 X의 스펙트럼을 나타낸 것이다. A~C는 형광, 들뜸, 인광 스펙트럼을 순서 없이 나타낸 것이다.



그림에서 B는 (㉠) 스펙트럼이다. 계간 전이 후 일어나는 (㉡)은/는 들뜬 상태에서 바닥 상태로의 전이가 (㉢) 전이이므로 (㉠)보다 수명이 길고 신호 세기가 작게 나타난다. 괄호 안의 ㉠~㉢에 해당하는 용어를 순서대로 쓰시오. (단, 그림에서 A~C의 신호 세기 척도는 서로 다르다.) [2점]

8. 다음은 어떤 염기 MOH 수용액에 대한 자료이다.

<자 료>

○ M의 몰질량 : m g/mol
○ 25 ℃에서 MOH 수용액의 밀도 : d g/mL
○ 25 ℃에서 $[OH^-] = 1.00 \times 10^{-5}$ mol/L

이 수용액에서 M^+의 ppm 농도를 쓰시오. 이 수용액에서 $[OH^-]$의 불확정도(uncertainty)가 $\pm 0.46 \times 10^{-5}$ mol/L일 때, 불확정도를 포함한 pOH 값은 $5.00 \pm a$이다. a를 구하시오. (단, $y = \log_{10} x$에서 y의 불확정도 dy는 y를 미분하여 얻을 수 있고, $\ln 10 = 2.30$이다. 또한, MOH는 완전 해리한다.) [2점]

9. <자료 1>은 초임 교사가 '물의 어는점'을 주제로 작성한 학생 활동지의 일부이고, <자료 2>는 수석 교사가 학생 활동지를 검토한 후 초임 교사와 나눈 대화의 일부이다.

<자료 1>

성취 기준	[9과05-03] 상태 변화가 일어날 때의 온도 변화에 대한 자료를 해석하여 녹는점, 어는점, 끓는점을 찾을 수 있다.
실험 목표	물을 냉각하면서 온도 변화를 측정하여 물의 어는점을 찾을 수 있다.
실험 과정	① 비커에 잘게 부순 얼음 조각과 소금을 넣는다. ② 시험관에 증류수 5 mL를 넣고 온도계가 꽂혀 있는 고무마개로 막은 후, 과정 ①의 비커에 넣는다. ③ 1분 간격으로 온도를 측정하여 표에 기록하면서 시험관 속 물의 상태도 함께 관찰한다. ④ 가로축은 시간, 세로축은 온도로 하여 실험 결과를 그래프로 나타낸다.
정리	그래프를 해석하여 어는점을 찾는다.

<자료 2>

수석 교사 : ㉠ 저의 경험에 비추어 보면 학생들이 이 실험을 할 때 1분 간격으로 온도를 측정하다가 0 ℃가 되면 바로 측정을 멈추는 경우가 종종 있었어요. 그렇게 하는 학생들은 선생님께서 설정하신 실험 목표를 달성하기 어려워요.

초임 교사 : 그러면 실험 과정 ③을 조금 더 구체적으로 보완하겠습니다.

수석 교사 : 이 실험에는 관찰, 측정, 자료 해석의 탐구 기능이 포함되어 있네요. 2015 개정 과학과 교육과정의 내용 체계와 교수·학습 방향에서 제시한 '증거에 기초한 토론과 논증' 기능도 연계되도록 해보세요.

초임 교사 : 이 실험 정리 단계에서 '증거에 기초한 토론과 논증' 기능을 연계하려면 학생들이 (㉡)을/를 증거로 (㉢)을/를 논증하고 토론하도록 하면 되겠지요?

수석 교사 : 좋아요. 그리고 '[9과05-02] 여러 가지 물질의 상태 변화를 관찰하고, 상태 변화 시 나타나는 현상을 입자 모형으로 설명할 수 있다.'는 성취 기준을 다음 차시에서 달성하는 것으로 단원을 재구성할 수 있습니다. 2015 개정 과학과 교육과정의 내용 체계와 교수·학습 방향에 제시된 기능 중 (㉣)을/를 다음 차시의 학습 목표에 포함해 보세요.

초임 교사 : 네. 그렇게 하면 (㉣) 기능도 연계하는 수업이 되어 학생들이 물질의 상태 변화에서 관찰되는 현상을 입자 모형으로 표현할 수 있을 것 같습니다.

㉠에서 수석 교사가 실험 목표를 달성하기 어렵다고 말한 이유가 무엇인지 서술하시오. 또한, 괄호 안의 ㉡, ㉢에 적절한 내용을 구체적으로 서술하고, 2015 개정 과학과 교육과정에 제시된 기능 중 괄호 안의 ㉣에 해당하는 것을 쓰시오. [4점]

10. <자료 1>은 교사 학습 공동체에 참여한 과학 교사의 대화이고, <자료 2>는 교사 A가 샤를 법칙을 주제로 계획한 교수·학습 활동이다.

<자료 1>

교사 A: 제가 지난주에 '과학과 핵심 역량'을 기를 수 있는 여러 가지 교수법에 관한 연수에 참여했는데요. '과학'에서는 기본 개념의 통합적인 이해와 탐구 경험을 통하여 학생들이 과학과 핵심 역량을 함양하도록 해야 한다고 합니다.

교사 B: 저도 그 연수에 참여했는데, 2015 개정 과학과 교육과정에서는 과학적 탐구 능력 함양을 위하여 교사 중심 확인 실험보다 (㉠) 실험을 강조하고 있다는 것을 알게 되었습니다.

교사 C: 저는 이렇게 (㉠)을/를 강조하는 과학 교육의 근거가 되는 학습 이론이 무엇인지 궁금하더라고요.

교사 D: 제 생각에는 브루너(J. Bruner)의 수업 이론에서 지식의 구조, 학습의 계열성, 강화와 함께 강조하고 있는 (㉡)의 중요성을 고려한 것 같아요.

교사 E: 맞아요. 오수벨(D. Ausubel)도 (㉡)과 유사한 의미로 학습 과제를 자신의 인지 구조에 기꺼이 관련시키려는 태도 즉, 학습 태세를 강조하고 있어요.

교사 D: 그리고 ㉢ 학습자 스스로 지식을 구성하여 학습한다는 구성주의 학습 이론에 근거하여 학생의 과학 탐구 경험을 강조하고 있는 것 같아요.

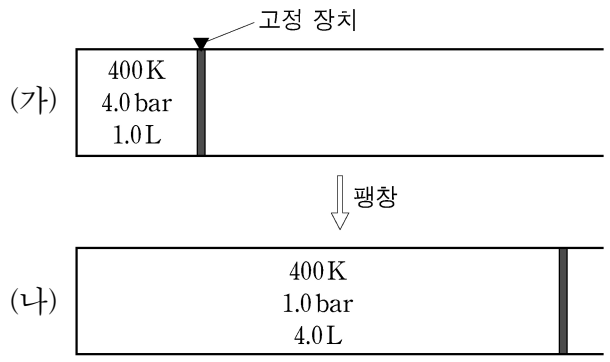
교사 A: 지난번 교사 학습 공동체 모임에서 함께 계획했던 '샤를 법칙' 수업은 교사 중심 확인 실험으로 구성된 것 같았어요. 그래서 제가 이것을 (㉠) 실험 수업으로 계획해 보았는데요. 적절하게 구성되었는지 오늘 선생님들과 함께 검토해 보면 좋겠습니다.

<자료 2>

단계	교수·학습 활동
(가)	• 교사는 다음의 시범 실험을 학생들에게 보여 준다. 학생들은 시범 실험을 관찰하고, 공통점과 차이점 및 궁금한 점을 이야기한다. ① 삼각 플라스크 입구에 부푼 고무풍선을 씌운 후 얼음물이 들어 있는 비커에 넣고 관찰한다. ② 삼각 플라스크 입구에 고무풍선을 씌운 후 뜨거운 물이 들어 있는 비커에 넣고 관찰한다. ③ 냉장고에서 쭈그러진 작은 페트병을 꺼내 밖에 몇 분 동안 둔 후 관찰한다.
(나)	• 교사는 온도에 따른 기체의 부피 변화를 알아볼 수 있는 실험 준비물과 실험 과정이 안내된 활동지를 학생들에게 나누어 준다. • 학생들은 정해진 실험 과정에 따라 실험을 수행하고 실험 결과를 활동지에 기록하고 분석한다.
(다)	• ( )
(라)	• 교사가 샤를 법칙으로 정리해 주고 분자 운동으로 설명해 준다. 학생들은 교사의 강의를 듣고 궁금한 점이 있으면 질문한다.

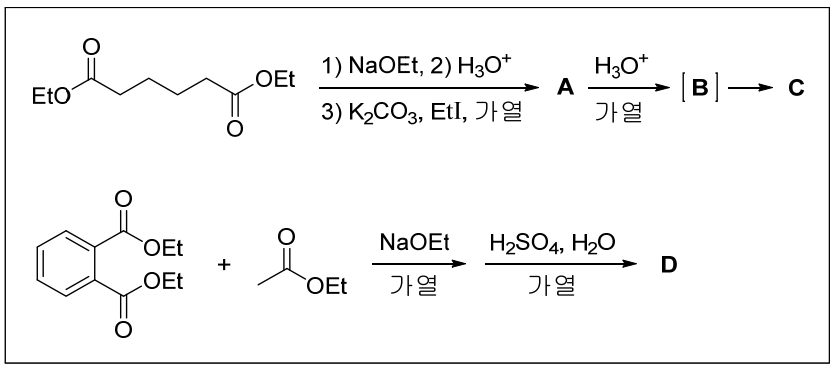
괄호 안의 ㉠, ㉡에 해당하는 적절한 용어를 순서대로 쓰시오. 교사 A가 ㉡을 강화하기 위하여 계획한 단계를 (가)~(라)에서 찾고, 그렇게 판단한 이유를 쓰시오. ㉠의 실험 수업이 되도록 (나)를 재구성하여 서술하시오. 재구성한 (나)와 (라)의 내용을 고려하여 ㉢의 구성주의 학습 이론이 반영된 (다)의 교수·학습 활동을 서술하시오. [4점]

11. 그림 (가)는 실린더에 들어 있는 이상 기체 X의 초기 상태를, (나)는 (가)의 고정 장치를 제거한 후 X가 팽창하여 도달한 상태를 나타낸 것이다. 실린더 외부 온도는 400 K, 압력은 1.0 bar로 각각 일정하다.



이 변화에서 X가 외부에 한 일의 양($|w|$)과 흡수한 열(q)을 J 단위로 계산하시오. 또한, 실린더 안의 엔트로피 변화($\Delta S_{계}$)와 밖의 엔트로피 변화($\Delta S_{주위}$)를 J/K 단위로 각각 계산하시오. (단, 피스톤의 질량과 마찰은 무시하고, $1\,\text{bar} = 10^2\,\text{J/L}$, $\ln 2 = 0.69$이다.) [4점]

12. 다음은 diethyl hexanedioate로부터 중간 주생성물 **A** ($C_{10}H_{16}O_3$)와 중간체 **B** ($C_8H_{12}O_3$)를 거쳐 최종 주생성물 **C** ($C_7H_{12}O$)를 합성하는 반응식과, diethyl phthalate와 ethyl acetate로부터 최종 주생성물 **D** ($C_9H_6O_2$)를 합성하는 반응식을 나타낸 것이다. (단, 각 단계에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)



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

한국교육과정평가원

13. (가)~(다)는 정팔면체 착이온 **A**~**D** 사이의 전자 전이 반응식이고, k_1, k_2는 25 ℃에서의 반응 속도 상수이며, $k_1 < k_2$이다. (가)와 (나)는 X 전이 메커니즘으로, (다)는 Y 전이 메커니즘으로 반응이 일어난다. X, Y는 각각 내부권과 외부권 중 하나이다.

(가) $[Co(NH_3)_6]^{3+} + [Cr(H_2O)_6]^{2+} \xrightarrow{k_1} [Co(NH_3)_6]^{2+} + [Cr(H_2O)_6]^{3+}$
A **B**

(나) $[Co(NH_3)_6]^{3+} + [Ru(NH_3)_6]^{2+} \xrightarrow{k_2} [Co(NH_3)_6]^{2+} + [Ru(NH_3)_6]^{3+}$
A **C**

(다) $[Co(NH_3)_5Cl]^{2+} + [Cr(H_2O)_6]^{2+} \rightarrow [Co(NH_3)_5(H_2O)]^{2+} + [Cr(H_2O)_5Cl]^{2+}$
D **B**

B와 **C**의 바닥 상태에서 금속 이온의 d 궤도함수 갈라짐에 따른 전자 배치를 그리고, 이에 근거하여 k_1이 k_2보다 작은 이유를 설명하시오. (다)의 전자 전이 메커니즘을 구체적으로 설명하고, (다)에서 **D**가 **B** 대신 $[Ru(H_2O)_6]^{2+}$과 반응하면 (가)와 같은 메커니즘으로 전자가 이동하는 이유를 설명하시오. (단, Cr과 Co의 원자 번호는 각각 24, 27이고, $_{44}$Ru은 $_{26}$Fe과 같은 8족 원소이다.) [4점]

14. 다음은 25 ℃에서 x mol의 Na_3B와 y mol의 NaOH가 녹아 있는 염기 혼합 용액 1 L를 준비한 후, HCl 표준 용액으로 적정한 실험이다. 25 ℃에서 H_3B의 pK_{a1}, pK_{a2}, pK_{a3}은 각각 2.30, 6.76, 11.30이다.

[실험 과정 및 결과]
- ○ 혼합 용액 25.00 mL를 취하여 적당한 지시약을 넣고 0.100 M HCl 표준 용액으로 적정하였다.
- ○ 표준 용액 15.00 mL를 가했을 때 Na_3B의 첫 번째 당량점에 도달하였고, 5.00 mL를 추가하였을 때 두 번째 당량점에 도달하였다.

x와 y를 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 또한, 두 번째 당량점에서 용액의 pH를 구하시오. 그리고 $H_2B^-(aq)$을 HCl 표준 용액으로 적정할 때, 종말점이 명확하게 나타나지 않는 이유를 쓰시오. [4점]

<수고하셨습니다.>