2014학년도 중등학교교사임용후보자선정경쟁시험

화 학

수험 번호 : ( ) 성 명 : ( )

1차 시험	2교시 전공A	21문항 50점	시험 시간 90분

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

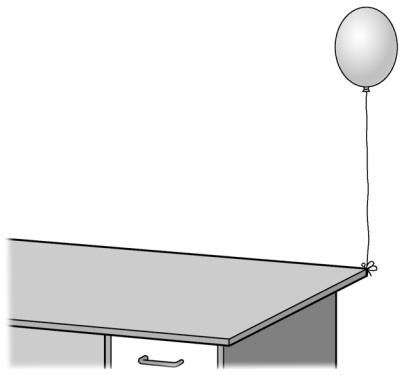
기입형 【1 ~ 15】

1. 다음을 읽고 ( ) 안에 공통적으로 들어갈 용어를 쓰시오. [2점]

> 1983년 미국에서는 '국가 위기'라는 보고서가 발표되었다. 국가 위기를 극복하기 위한 노력으로 미국과학진흥협회(AAAS)는 Project 2061 연구단을 구성하여 ( )의 함양을 학교 과학 교육의 목적으로 설정해서 '모든 미국인을 위한 과학(Science for All Americans)'을 달성하고자 노력하였다. 미국 국가연구위원회(NRC)에 의하면 ( )은/는 의사 결정, 사회적·문화적 행사의 참여, 경제적 생산성 등에 필요한 과학적 개념과 과정에 대한 지식과 이해이다. 한편, '2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정'에 제시된 공통교육과정의 '과학'의 목표는 자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 탐구하여 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상 생활의 문제를 해결할 줄 아는 ( )을/를 기르는 것이다.

2. 다음은 '어떤 풍선이 뜰까?'에 대한 실험의 일부이다.

> **[실험 과정]**
> (가) 헬륨을 넣은 풍선을 책상 모서리에 묶어 놓고, 풍선의 모습을 관찰한다.



(나) 산소가 들어 있는 풍선을 책상 모서리에 묶어 놓는다면, 어떻게 될지 생각해 보고, 그 이유를 <표>를 근거로 토의한다.

(25℃, 1기압)

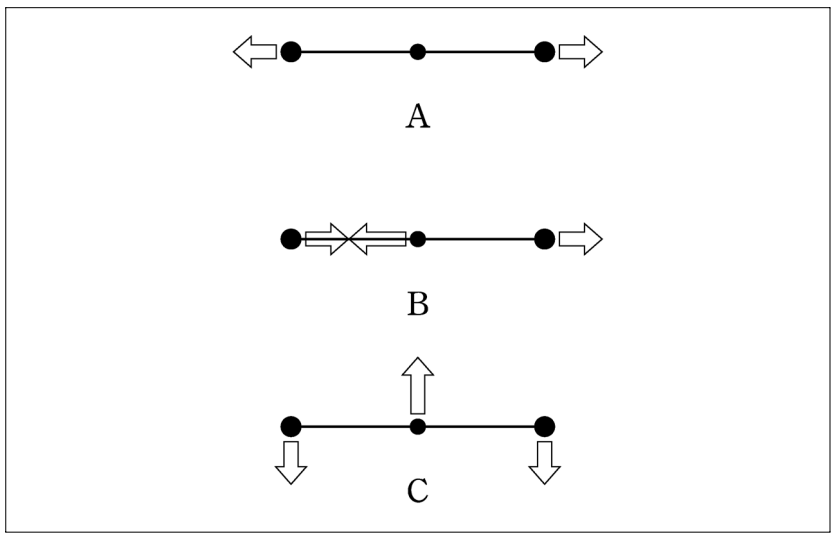
기체	헬륨	산소	공기
밀도(g/cm^3)	0.000163	0.00131	0.00118

… (하략) …

이 실험에서 과정 (나)에 적용된 기초 탐구 과정 2가지를 쓰시오. [2점]

3. 질량이 m_1과 m_2인 두 입자로 이루어진 1차원 조화 진동자에 대한 슈뢰딩거(Schrödinger) 방정식은 $-\frac{\hbar^2}{2\mu}\frac{d^2\psi}{dx^2}+\frac{1}{2}kx^2\psi=E\psi$ 와 같이 쓸 수 있고, 이때 어떤 상태 i의 파동 함수 ψ_i 는 $A\exp(-Bx^2)$이다. 상태 i의 에너지 E_i 를 $\mu, \hbar, B$가 포함된 식으로 쓰시오. (단, A는 정규화 상수이고 $B=\frac{\sqrt{\mu k}}{2\hbar}$이며 k는 힘 상수, μ는 m_1과 m_2의 환산 질량이다.) [2점]

4. 다음은 CS_2의 3가지 기준 진동 방식을 나타낸 것이다.



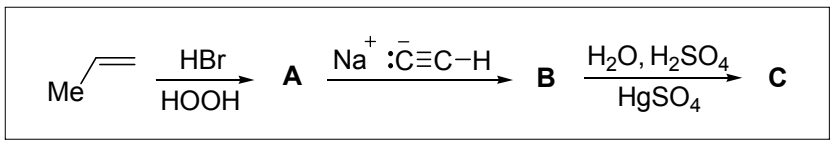
A ~ **C** 진동 방식이 라만(Raman) 활성인지 비활성인지 각각 쓰시오. [2점]

5. 다음은 A로부터 C가 생성되는 반응 메커니즘이다.

$$\mathrm{A} + \mathrm{A} \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} \mathrm{B} \xrightarrow{k_3} \mathrm{C}$$

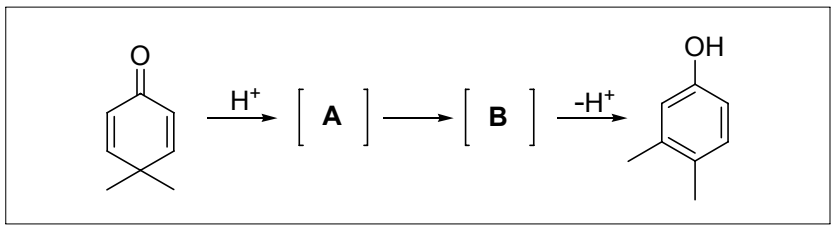
여기서 k_1 ~ k_3는 각 단일단계 반응의 속도 상수이며, A의 초기 농도는 $[\mathrm{A}]_0$이다. 정류 상태 근사법을 사용하여 [A]를 시간(t)의 함수로 나타내면 $[\mathrm{A}]=\frac{[\mathrm{A}]_0}{1+(\quad)t}$이다. (　　)에 들어갈 수식을 쓰시오. [2점]

6. 다음 반응에서 중간 생성물 **A**, **B**와 최종 주생성물 **C**($C_5H_{10}O$)의 구조를 각각 그리시오. (단, 각 단계에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.) [2점]



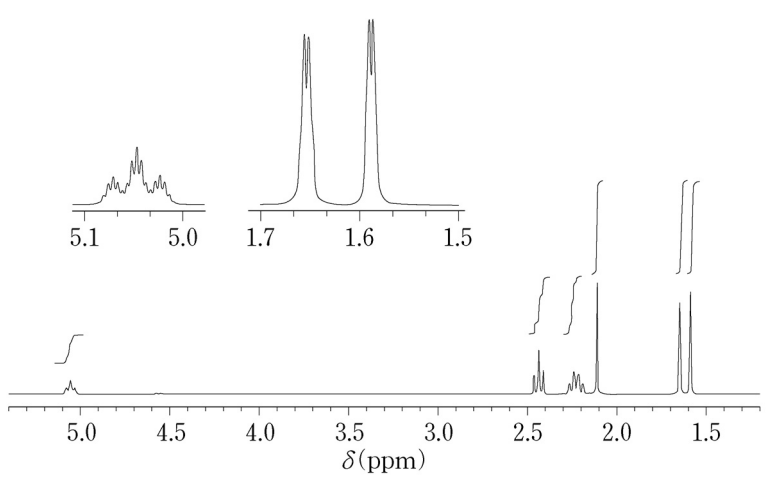
한국교육과정평가원

7. 다음은 산 촉매 조건에서 4,4-dimethyl-2,5-cyclohexadienone으로부터 중간체 **A**와 **B**를 거쳐 3,4-dimethylphenol이 생성되는 반응 경로를 나타낸 것이다. **B**의 공명 구조 3개를 그리시오. [2점]



8. 분자식이 $C_8H_{14}O$이고 탄소-탄소 이중 결합과 카보닐기를 가진 어떤 화합물이 있다. 이 화합물을 가오존분해(ozonolysis)하면 생성물 중 하나로 아세톤이 얻어진다. 이 화합물의 ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, DEPT-90, DEPT-135 스펙트럼은 다음과 같다. 이 화합물의 구조를 그리시오. (단, ^{1}H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 피크는 1.5 ~ 1.7 과 5.0 ~ 5.1 ppm 영역의 피크를 확대한 것이다.) [2점]

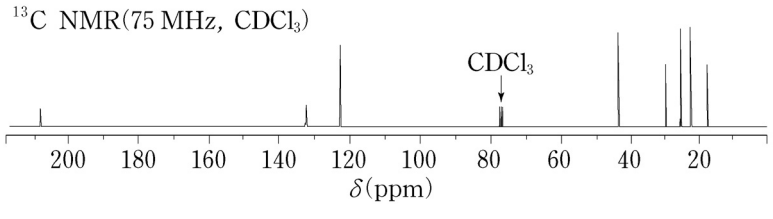
^{1}H NMR(300 MHz, $CDCl_3$)



DEPT-90

DEPT-135

^{13}C NMR(75 MHz, $CDCl_3$)

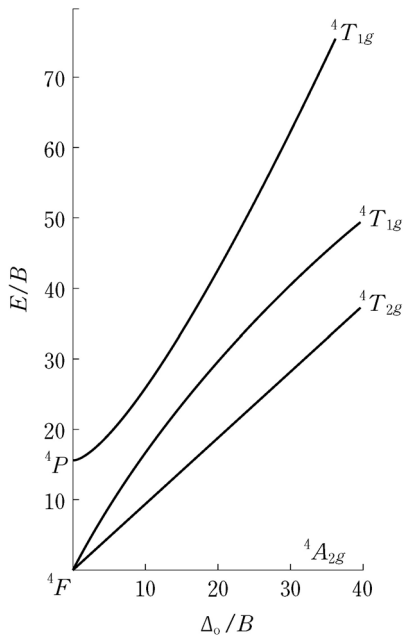


9. 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 모형에 근거한 **A** ~ **C** 구조의 점군을 각각 쓰시오. [2점]

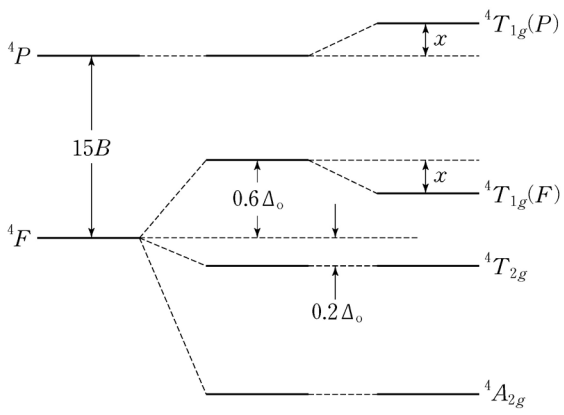
A : ClO_2F_3 **B** : IOF_3 **C** : XeO_3F_2

10. 탄소화 칼슘(CaC_2) 결정의 입방 단위 세포에서 Ca^{2+}은 꼭지점과 면의 중심에 놓여있고, C_2^{2-}는 이원자 이온 형태로 모서리의 중앙과 입방체의 중심에 놓여있다. 단위 세포 모서리의 길이가 a일 때, Ca^{2+}으로부터 두 번째로 가까운 C_2^{2-}까지의 이온 간 거리를 a로 쓰시오. [2점]

[11～12] 그림 (가)는 팔면체 구조의 d^3 전자 배치에 대한 Tanabe-Sugano 도표의 일부이고, 그림 (나)는 팔면체장에서 $^4T_{1g}(F)$와 $^4T_{1g}(P)$의 혼합(mixing)을 고려한 ^4F와 ^4P항의 갈라짐을 나타낸 모식도이다. 그림을 이용하여 다음 물음에 답하시오. (단, 그림 (나)에서 x는 혼합에 따른 에너지 변화이다.)



(가)



(나)

11. 착이온 $[Cr(en)_3]^{3+}$, $[CrF_6]^{3-}$, $[Cr(ox)_3]^{3-}$를 전자 흡수 스펙트럼에서 $^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(F)$ 전이에 해당하는 최대 흡수 파장이 긴 것부터 순서대로 나열하시오. (단, en은 ethylenediamine이고 ox는 oxalate이다.) [2점]

12. 착이온 $[Cr(en)_3]^{3+}$의 스핀 허용 전이는 3개($\nu_1 < \nu_2 < \nu_3$)이나, 전자 흡수 스펙트럼에서 22000 cm^{-1}(ν_1), 28000 cm^{-1}(ν_2) 2개의 전이만 나타나며 ν_3는 전하 이동 전이에 가려져 관측되지 않는다. $15B$ 값이 10000 cm^{-1}일 때, ν_3값을 예측하여 쓰시오. (단, B는 착이온의 Racah 파라미터이다.) [2점]

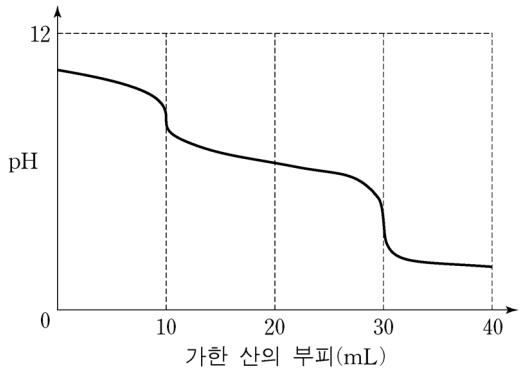
13. 크로마토그래피에서 사용되는 용량 인자(capacity factor, k)는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$k = \frac{\text{용질이 정지상에서 머문 시간}}{\text{용질이 이동상에서 머문 시간}}$$

어떤 크로마토그램에서 이동상의 머무름 시간(retention time, t_m)에 대한 벤젠의 머무름 시간(t_r)의 비($\frac{t_r}{t_m}$)는 5이다. 벤젠의 k 값을 쓰시오. [2점]

한국교육과정평가원

14. 다음은 Na_2CO_3와 $NaHCO_3$의 혼합 용액 10 mL를 0.1 M HCl 표준 용액으로 적정해서 얻은 적정 곡선이다.



초기 혼합 용액에서 $NaHCO_3$의 몰농도(M)를 쓰시오. [2점]

15. 다음은 수용액에서 화합물 ML_2가 생성되는 평형 반응식이다.

$$M^{2+}(aq) + 2L^{-}(aq) \rightleftarrows ML_2(aq)$$

$M^{2+}(aq)$과 $L^{-}(aq)$의 초기 농도가 각각 0.02 M과 0.03 M인 혼합 용액이 평형에 도달했을 때, 630 nm에서 흡광도가 1이었다. 이 반응의 평형 상수 값을 쓰시오. (단, 630 nm에서 $ML_2(aq)$의 몰흡광 계수는 100 $M^{-1}cm^{-1}$이고 $M^{2+}(aq)$과 $L^{-}(aq)$의 흡광도는 무시하며 빛의 통로 길이는 1 cm이다.) [2점]

서술형 【1 ~ 6】

1. 다음은 화학사의 일부 내용이다.

> 아랍의 연금술사들 이래로 광물에서 얻은 물질은 동물이나 식물에서 얻은 물질과는 별도로 분류되어 연구되었다. 19세기 초반의 많은 화학자들은 유기 화합물은 살아있는 식물이나 동물에 존재하는 생기를 통해서만 생성될 수 있다고 생각하였다. 이렇게 화학사에서 지속되어온 생기론은 1828년에 뵐러(F. Wöhler)가 요소를 만들면서 반박되었다.
>
> 뵐러는 시안산 은과 염화 암모늄을 반응시켜서 시안산 암모늄을 합성하려고 하였다. 그러나 용액을 건조시키는 동안에 시안산 암모늄은 요소로 전환되었다. 뵐러는 베르셀리우스(J. Berzelius)에게 '나는 사람이나 동물의 신장 없이 요소를 만들 수 있습니다.'라는 내용의 편지를 보냈다. 하지만 그는 자신이 생기론을 반박하였다고 주장하지는 않았다. 왜냐하면 뵐러 당시에는 동물의 뿔이나 혈액 등을 사용하여 만든 황혈염으로부터 시안산의 염류를 만들 수 있었기 때문이다.
>
> 1844년에 뵐러의 제자 콜베(H. Kolbe)가 비유기 물질로부터 아세트산을 합성하였다. 황철광과 탄소를 함께 가열하면 이황화 탄소가 생성된다는 것은 이미 알려져 있었다. 콜베는 이황화 탄소를 염소로 처리하면 사염화 탄소가 생성되며, 사염화 탄소의 증기를 가열된 관에 통과시키면 사염화 에텐으로 전환될 수 있다는 것을 알아 내었다. 콜베는 또 햇빛 아래에서 사염화 에텐을 염소, 물과 함께 반응시켜 삼염화 아세트산을 합성하였다. 한편, 삼염화 아세트산이 아세트산으로 전환될 수 있다는 것은 이미 알려져 있었다.

이 내용에서 쿤(T. Kuhn)의 이론에 따른 위기 상황의 사례를 찾아 쓰고, 그렇게 판단한 이유를 서술하시오. [3점]

2. 다음은 '물질의 녹는점'에 대한 실험 수행 과제와 이에 대한 <평가 기준표>이다.

[실험 목표]
녹는점은 물질에 따라 다르고, 같은 물질인 경우에는 양과 관계 없이 일정하다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있다.

[준비물]
로르산, 팔미트산, 비커, 시험관, 온도계, 스탠드, 집게, 삼발이, 쇠그물, 고무마개, 초시계, 알코올 램프, 윗접시 저울, 보안경, 장갑 등

[실험 과정]
로르산, 팔미트산을 녹이는 과정의 온도 변화를 관찰한다.

… (하략) …

<평가 기준표>

평가 요소	평가 기준
변인 통제	㉠
자료 변환	로르산, 팔미트산을 녹이는 과정의 온도 변화를 기록한 표의 자료를 그래프로 적절하게 그렸는가?
㉡	'로르산과 팔미트산의 녹는점은 서로 다르고, 각 물질의 녹는점은 양과 관계 없이 일정하다'고 진술하였는가?

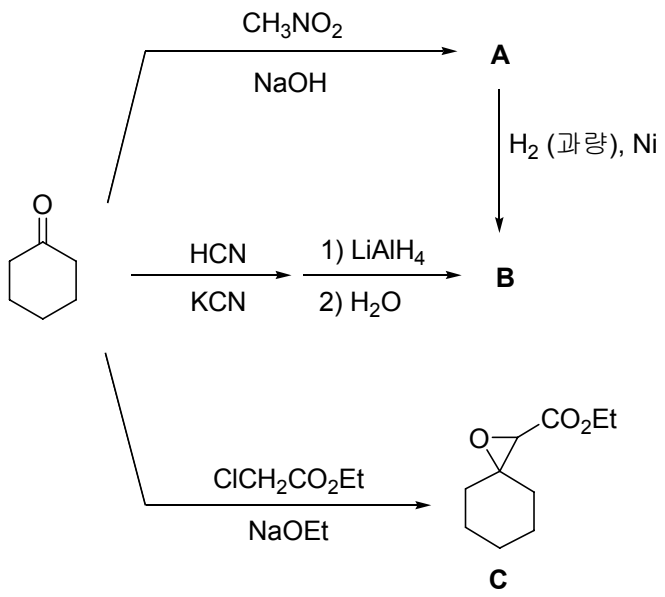
이 <평가 기준표>의 ㉠에 적절한 평가 기준을 제시하고, ㉡에 들어갈 평가 요소를 쓰시오. [3점]

3. 다음은 순환학습모형을 적용한 '혼합물'에 관련된 수업이다.

[학습 목표] 혼합물은 여러 가지 물질로 섞여 있음을 안다.	
단계	수업 내용
탐색	○ 검은색 사인펜의 잉크가 순물질인지 혼합물인지를 질문한다. ○ 다음의 실험을 수행하면서 질문에 대한 답을 찾게 한다. ① 준비된 거름종이의 한쪽 끝에서 1 cm 되는 곳에 연필로 가늘게 선을 긋고, 선의 중앙에 검은색 사인펜으로 작은 점을 찍는다. ② 눈금 실린더에 증류수를 10 mL 정도 넣고 거름종이의 점을 찍은 쪽의 끝이 물에 닿게 하고 점의 변화를 관찰한다. ○ 검은색 사인펜으로 찍은 점의 변화를 살펴보고, 검은색 사인펜의 잉크가 혼합물인 이유에 대하여 학생 자신의 언어로 표현하게 한다.
개념 도입	검은색 사인펜의 잉크는 혼합물이며, 한 가지 물질로 이루어진 것처럼 보이는 물질도 여러 가지 물질이 섞여 있는 혼합물인 경우가 많다는 것을 설명한다.
개념 적용	생활 주변에서 다양한 혼합물의 예를 찾아보게 한다.

이 수업 내용을 POE(예상-관찰-설명) 모형으로 재구성하여 각 단계에 해당하는 내용을 쓰시오. [3점]

4. 다음은 cyclohexanone으로부터 3가지 화합물을 각각 합성하는 반응식이다. 주생성물 **A**와 **B**의 구조를 그리고, 굽은 화살표를 사용하여 **C**가 생성되는 반응 메커니즘을 제시하시오. (단, 각 단계에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.) [4점]



한국교육과정평가원

5. 다음은 $PbC_2O_4(s)$ 포화 수용액에서의 평형 반응식과 평형 상수이다.

$PbC_2O_4(s) \rightleftarrows Pb^{2+}(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$	K_{sp}
$H_2C_2O_4(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + HC_2O_4^-(aq)$	K_1
$HC_2O_4^-(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + C_2O_4^{2-}(aq)$	K_2

반응 $PbC_2O_4(s) + 2H^+(aq) \rightleftarrows Pb^{2+}(aq) + H_2C_2O_4(aq)$의 평형 상수를 K_{sp}, K_1, K_2가 포함된 식으로 쓰고, $PbC_2O_4(s)$의 용해도를 K_1, K_2, $[H^+]$, $[C_2O_4^{2-}]$가 포함된 식으로 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. [3점]

6. 다음은 싸이오황산 소듐($Na_2S_2O_3$) 용액의 농도를 결정하는 실험이다.

[실험 과정]

(가) 0.1 M KIO_3 표준 용액 25 mL에 KI와 H_2SO_4 용액을 가하여 다음 반응을 완결시킨다.

$$a\,IO_3^-(aq) + b\,I^-(aq) + c\,H^+(aq) \rightarrow d\,I_2(aq) + e\,H_2O(l)$$

(나) 과정 (가)의 용액에 지시약(녹말)을 소량 가한 후 파란색이 없어질 때까지 $Na_2S_2O_3$ 용액으로 I_2을 적정한다.

$$I_2(aq) + 2S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2I^-(aq) + S_4O_6^{2-}(aq)$$

[실험 결과]

과정 (나)에서 소비된 $Na_2S_2O_3$ 용액의 부피는 25 mL이다.

과정 (가)에 대한 균형 반응식을 쓰고, $Na_2S_2O_3$ 용액의 몰농도(M)를 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. [4점]

<수고하셨습니다.>