

2020학년도 중등학교교사 임용후보자 선정경쟁시험

화 학

수험 번호 : ()

성 명 : ()

제1차 시험	3 교시 전공 B	11문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하십시오.
- 모든 문항에는 배점이 표시되어 있습니다.

1. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정의 목표이고, <자료 2>는 자유학기제 프로그램으로 화학 관련 연구소를 진로탐방한 후 학생이 작성한 소감문의 일부이다.

<자료 1>

- 가. 자연 현상에 대한 호기심과 흥미를 갖고, 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- 나. 자연 현상 및 일상생활의 문제를 과학적으로 탐구하는 능력을 기른다.
- 다. 자연 현상을 탐구하여 과학의 핵심 개념을 이해한다.
- 라. (㉠)을/를 인식하고, 이를 바탕으로 민주 시민으로서의 소양을 기른다.
- 마. 과학 학습의 즐거움과 과학의 유용성을 인식하여 평생 학습 능력을 기른다.

<자료 2>

오늘은 친구들과 ○○화학연구소를 방문했다. 우리를 친절하게 맞아주신 박사님과 인터뷰를 하면서 과학자들의 삶을 깊게 들여다 볼 수 있었다.

과학자가 되려면 대학원을 졸업해야 한다는 것은 어렵듯이 알고 있었다. 대학원에서는 지도교수님이나 선배들로부터 실험 방법이나 결과 분석 등을 배운다고 하셨다. 이렇게 연구한 내용은 학술대회에서 발표하거나 학술지에 게재한다고 하셨다.

연구소에서 과학 실험을 할 때에는 고가의 첨단 분석 장비와 비싼 시약을 사용하는 경우가 종종 있어, 연구비가 많이 필요하다고 하셨다. 연구비는 정부나 기업에서 제공하는데, 연구비를 받기 위한 경쟁이 심하다는 얘기도 하셨다. 박사님은 이렇게 받은 연구비로 우리나라의 발전에 필요한 성과를 내며 보람을 느낀다고 하셨다. 그리고 과학 실험을 하며 환경이나 안전 문제에도 신경을 많이 기울이고 있다고 하셨다.

㉠ 집으로 돌아와 그간 수행평가를 대비해 정리해 온 자료집을 펼쳤다. 과학 관련 신문기사 스크랩 뒤쪽에 연구소에서 받아온 홍보자료를 꽂아 두었다. 박사님과 함께 찍은 사진이랑 분석 장비 사진도 출력해서 함께 넣었다. 이제 이 소감문을 출력해서 제일 마지막에 꽂으면 된다. 자료집을 처음 만들기 시작할 때는 여러 직업에 대해 잘 몰랐지만, 이렇게 정리하며 비교해 보니 어른들이 하는 일을 더 잘 이해할 수 있어 뿌듯했다.

... (하략) ...

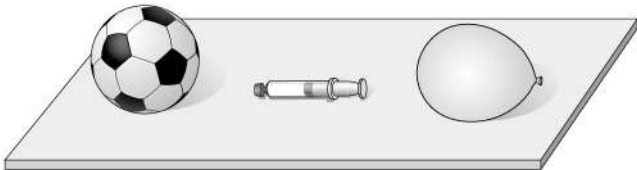
<자료 2>의 내용을 참고하여 <자료 1>의 ㉠과 관련되는 과학의 본성 1가지를 쓰시오. 또한, 수행평가의 방법 중에서 밑줄 친 ㉠처럼 학생이 만든 자료집을 가장 잘 평가할 수 있는 평가 방법을 쓰시오. [2점]

2. 다음은 어떤 기체의 상태 방정식이다.

$$p = \frac{nRT}{V-nb} - \frac{n^2a}{V^2}$$

이 기체 n 몰이 일정한 온도 T 에서 부피 V_1 로부터 V_2 까지 가역 팽창할 때 기체가 한 일은 (㉠)이다. 또한, $dU = TdS - pdV$ 와 맥스웰 관계식(Maxwell relations)으로부터 구한 이 기체의 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ 를 이용하면 이 과정에서 기체의 내부 에너지 변화는 (㉡)이다. ㉠, ㉡에 해당하는 식을 n, V_1, V_2, T, a, b, R 를 사용하여 쓰시오. (단, a 와 b 는 0보다 큰 상수이며, n, p, V, T, S 는 각각 기체의 몰수, 압력, 부피, 절대 온도, 엔트로피이고, R 는 기체 상수이다.) [2점]

3. 다음은 로슨(A. Lawson)의 순환 학습 모형 3가지 중 1가지를 적용한 수업의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

단계	교수 · 학습 활동
탐색	- 교사는 학생에게 “축구공, 한쪽 끝이 막힌 주사기, 그리고 풍선을 뜨거운 물에 담그면 어떻게 될까?”라는 서술적 질문을 제시한다.  - 학생은 실험을 통해 “축구공이 팽팽해져요”, “주사기의 피스톤이 밀려나요”, “풍선이 부풀어 올라요.”라고 답한다. - 교사는 “왜 온도가 높아지면 축구공이 팽팽해지는 것일까?”라는 두 번째 질문을 제시한다. - 학생은 ㉠ 찌그러진 탁구공을 뜨거운 물에 넣으면 분자 운동 때문에 원래대로 모양이 돌아왔던 경험을 떠올려 ‘온도가 높아지면 기체 분자의 운동이 활발해지기 때문에 축구공이 팽팽해진다’라는 잠정적인 설명을 생각해 낸다. - 학생은 이 잠정적 설명으로 주사기의 피스톤이 밀려난 것과 풍선이 부풀어 오른 이유를 설명한다.
용어 도입	... (생략) ...
개념 적용	... (생략) ...

<작성 방법>

- 이 수업에 적용된 순환 학습 모형을 쓰고, 그 판단 근거를 제시할 것.
- 밑줄 친 ㉠에서 사용한 과학적 사고가 무엇인지 쓰고, 그 판단 근거를 위 수업 내용과 관련지어 제시할 것.

4. <자료 1>은 활성화 에너지를 학습한 학생이 ‘온도에 따른 반응 속도 측정하기’ 실험 후 작성한 V도(Vee diagram)이고, <자료 2>는 지도 교사가 고윈(D. Gowin)의 V도 작성 방법을 바탕으로 설정한 판단 근거에 따라 학생의 V도를 평가한 결과이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<작성 방법>

- ㉠에 해당하는 용어를 제시하고, 밑줄 친 ㉡을 활성화 에너지 개념을 사용하여 과학적으로 옳은 설명으로 기술할 것.
- <자료 2>에서 밑줄 친 ‘초점 질문’과 ‘기록’이 미충족으로 평가된 이유를 제시할 것.

<자료 1>

이론(개념)적 측면
... (중략) ...

[㉠]
㉡ 온도가 높아지면 분자 운동이 활발해지고 충돌 횟수가 증가하기 때문에 반응 속도가 빨라진다.

[원리]
온도가 높아질수록 반응 속도는 빨라진다.

[개념]
... (생략) ...

방법론적 측면
... (중략) ...

[초점 질문]
반응 속도는 어떻게 달라지는가?

↻
능동적 상호작용

[지식 주장]
온도가 높을수록 반응 속도가 빠르다.

[변환]

[기록]

온도(°C)	19	38	60
걸린 시간(s)	105	36	12
반응 속도(1/s)	0.010	0.028	0.083

※ 반응 속도를 단순히 걸린 시간의 역수로 나타냄.

[사건/사물]

- ① 삼각 플라스크 3개를 준비하여 바닥에 각각 ×표시를 하고, 동일한 농도의 싸이오황산 나트륨($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 수용액을 50 mL씩 넣는다.
- ② 시험관 3개에 각각 동일한 농도의 묽은 염산을 10 mL씩 넣는다.
- ③ 삼각 플라스크와 염산이 담긴 시험관 1개를 실온에 두었다가 용액의 온도를 측정한다.
- ④ 시험관의 염산을 삼각 플라스크에 재빨리 붓고, 붓는 순간 초시계를 작동하여 ×표가 보이지 않을 때까지 걸린 시간을 측정한다.
- ⑤ 과정 ③과 ④를 실온 대신 서로 다른 두 온도에서 반복한다.
- ⑥ 용액의 온도와 ×표가 보이지 않을 때까지 걸린 시간을 표에 적는다.

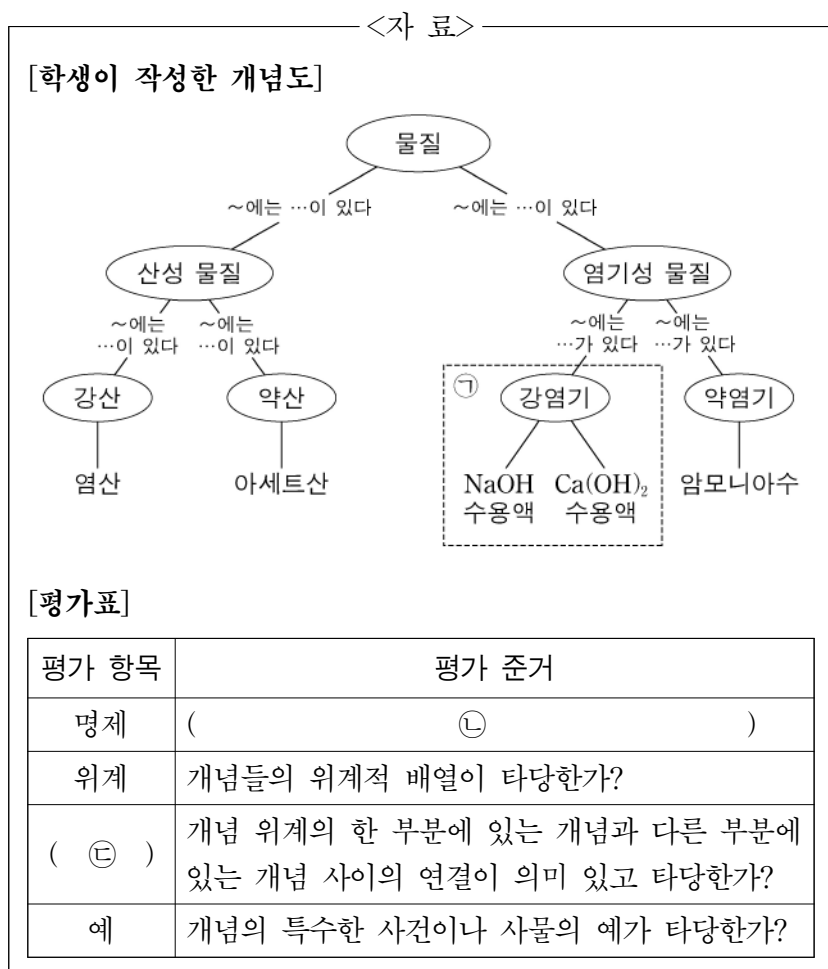
온도(°C)			
걸린 시간(s)			

<자료 2>

항목	판단 근거	평가 결과
초점 질문	학습할 사건이나 사물에 관한 탐구에 초점을 맞출 수 있도록 탐구 변인을 포함하고 있는가?	미충족
㉠	관찰한 사건이나 사물이 나타나는 이유를 타당하게 설명하고 있는가?	미충족
원리	초점 질문과 관련된 개념들 사이의 관계를 타당하게 나타내고 있는가?	충족
기록	사건과 사물에 진술된 과정에 따라 관찰 하거나 측정한 것을 정확하게 기록하고 있는가?	미충족
... (하략) ...		

5. 교사는 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 화학Ⅱ의 ‘반응 엔탈피와 화학 평형’ 단원에 대한 수업을 진행한 후 학생들에게 개념도를 작성하게 하였다. <자료>는 [학생이 작성한 개념도]와 교사가 작성한 [평가표]이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오.

[4점]



— <작성 방법> —

- 학생이 ‘KOH 수용액’을 추가로 학습하여 ㉠ 부분에 추가할 경우, 오수벨(D. Ausubel)이 제시한 유의미학습의 유형 중 어떤 포섭이 일어나는지 쓰고, 그 판단 근거를 제시할 것.
- 노박과 고윈(J. Novak & D. Gowin)이 제시한 평가 준거에 근거하여 ㉡과 ㉢에 해당하는 내용을 제시할 것.

6. <자료>는 수소 원자에서 전자의 바닥 상태(ψ_{1s})와 임의의 상태(ψ_A)를 표현하는 파동 함수와 부피 미분소 및 정적분에 대한 것이다.

-〈자 료〉-

○ 정규화된 파동 함수:

$$\psi_{1s}(r, \theta, \phi) = \left(\frac{1}{\pi a_0^3} \right)^{1/2} e^{-r/a_0}$$

$$\psi_A(r, \theta, \phi) = \left(\frac{1}{\pi a_0^3} \right)^{1/2} \left(1 - \frac{r}{a_0} \right) e^{-r/a_0}$$

(a_0 : 보어 반지름, r : 거리, θ : 여위각, ϕ : 방위각)

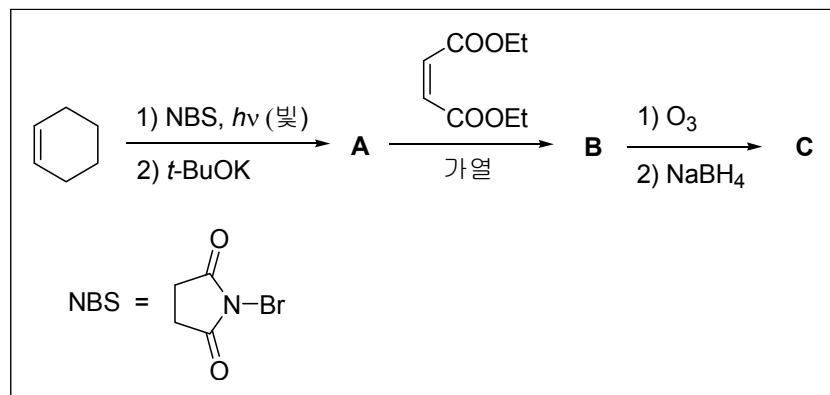
○ 부피 미분소: $dV = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$

○ 정적분 : $\int_0^{\infty} x^n e^{-bx} dx = \frac{n!}{b^{n+1}}$

(n : 양의 정수, b : 양의 실수)

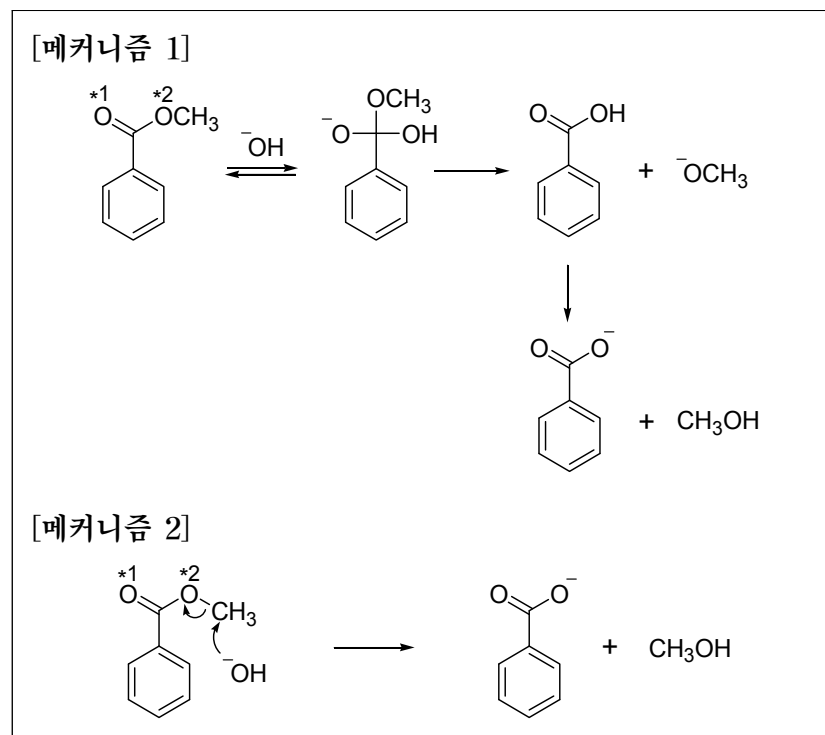
〈자료〉를 사용하여 각 상태의 전자 확률밀도 식을 r, a_0, π 를 포함하는 식으로 쓰시오. 각 상태에서 핵으로부터 전자까지의 거리에 대한 기댓값을 $\langle r \rangle_{1s}$ 와 $\langle r \rangle_A$ 라 할 때, 기댓값의 차이 $\langle r \rangle_A - \langle r \rangle_{1s}$ 를 구하는 적분식을 쓰고, 계산 결과를 a_0 를 포함하는 식으로 쓰시오. (단, 적분식은 적분 구간과 $r, \theta, \phi, a_0, \pi$ 를 포함하여 표현하시오.) [4점]

7. 다음은 cyclohexene으로부터 중간 주생성물 **A**와 **B**를 거쳐 최종 주생성물 **C**($C_{14}H_{24}O_6$)를 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



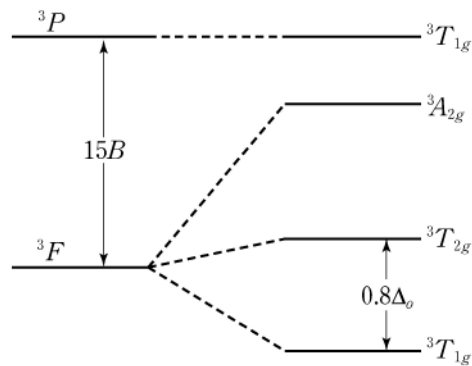
A와 **C**의 구조를 그리시오. 또한, **B**의 입체 구조를 그리고 이와 같은 입체 구조가 얻어지는 이유를 전이 상태 구조를 그려서 설명하시오. [4점]

8. 다음은 methyl benzoate의 염기성 가수분해 반응 메커니즘을 [메커니즘 1]과 [메커니즘 2]로 제시한 것이다. 두 메커니즘 중 타당한 메커니즘을 결정하기 위해 ^{18}O 동위원소 표지 실험을 구상하였다.



Methyl benzoate에서 *1 산소가 ^{18}O 인 경우, 각 메커니즘에서 ^{18}O 로 표지된 생성물의 구조를 그리시오. *2 산소가 ^{18}O 인 경우, 각 메커니즘에서 ^{18}O 로 표지된 생성물의 구조를 그리시오. 타당한 메커니즘을 결정하려면 *1 산소와 *2 산소 중 어떤 산소가 ^{18}O 이어야 하는지 선택하고 그 이유를 쓰시오. [4점]

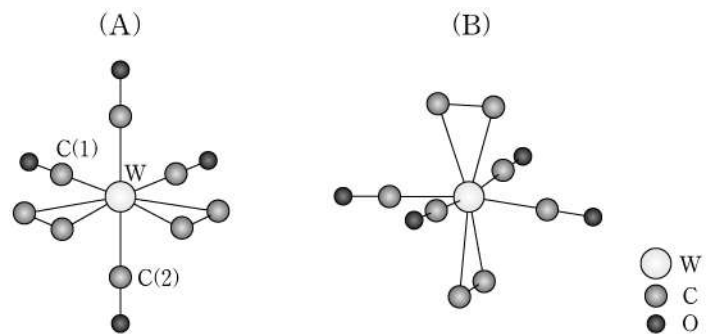
9. 그림은 정팔면체장에 놓여있는 d^2 이온의 에너지 상관 도표이고, 표는 니켈(Ni)의 2가지 화합물 (가)와 (나)의 점군과 자기성을 나타낸 것이다.



	(가) $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	(나) $\text{trans}-[\text{Ni}(\text{CN})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2-}$
점군	O_h	D_{4h}
자기성	상자기성	반자기성

화합물 (가)의 전자 흡수 스펙트럼으로부터 구한 $\frac{\Delta_o}{B}$ 값이 10이고 ${}^3A_{2g} \rightarrow {}^3T_{1g}(F)$ 전이에 해당하는 에너지가 $E(\text{cm}^{-1})$ 일 때, 위의 상관 도표를 이용하여 $\frac{E}{B}$ 값을 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 또한, (가)와 (나)의 자기성을 O_h 와 D_{4h} 에서의 d 궤도함수 갈라짐과 전자 배치를 이용하여 설명하시오. (단, Ni의 바닥 상태 전자 배치는 $[\text{Ar}]3d^84s^2$ 이며 B 는 Racah 인자이고, B 와 Δ_o 의 단위는 cm^{-1} 이다. 스핀-궤도 짝지음 및 같은 상태 항의 혼합(mixing)은 무시한다.) [4점]

10. 그림은 C_{2v} 와 D_{2d} 의 점군에 속하는 $[\text{W}(\text{CO})_4(\eta^2-\text{C}_2\text{H}_4)_2]$ 화합물의 시스 (A)와 트랜스 (B)의 구조를 수소를 제외하고 나타낸 모형이고, 표는 D_{2d} 점군의 지표표이다.



D_{2d}	E	$2S_4$	C_2	$2C_2'$	$2\sigma_d$		
A_1	1	1	1	1	1		$x^2 + y^2, z^2$
A_2	1	1	1	-1	-1	R_z	
B_1	1	-1	1	1	-1		$x^2 - y^2$
B_2	1	-1	1	-1	1	z	xy
E	2	0	-2	0	0	$(x, y), (R_x, R_y)$	(xz, yz)

$[\text{W}(\text{CO})_4(\eta^2-\text{C}_2\text{H}_4)_2]$ 이 18-전자 화학중임을 확인하는 과정을 쓰시오. 화합물 (A)에서 $\text{W}-\text{C}(1)$ 와 $\text{W}-\text{C}(2)$ 중 결합 길이가 긴 것을 쓰고, 그 이유를 π 결합에 근거하여 설명하시오. 또한, 화합물 (B)의 적외선(IR) 스펙트럼에서 예상되는 CO의 신축 진동 기본 흡수띠의 수를 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. (단, W의 바닥 상태 전자 배치는 $[\text{Xe}]4f^{14}5d^46s^2$ 이다.) [4점]

11. 농도를 모르는 염산(HCl)과 어떤 약산(H₃A)의 혼합 수용액을 0.100 M 수산화 소듐(NaOH) 수용액으로 적정하였다. <자료>는 [H₃A의 pK_a], [적정 과정]과 [적정 결과]이다.

<자 료>

[H₃A의 pK_a]

$pK_{a1} = 2.15, pK_{a2} = 7.20, pK_{a3} = 12.38$

[적정 과정]

- 적정 I
 - 혼합 수용액 10.0 mL를 준비한다.
 - 브로모크레졸 그린 지시약을 넣고 NaOH 수용액으로 적정한다.
- 적정 II
 - 혼합 수용액 10.0 mL를 새로 준비한다.
 - 페놀프탈레인 지시약을 넣고 NaOH 수용액으로 적정한다.

[적정 결과]

	종말점, V _{NaOH}	지시약(변색 범위, pH)
적정 I	27.0 mL	브로모크레졸 그린(3.8~5.4)
적정 II	38.0 mL	페놀프탈레인(8.3~10.0)

- V_{NaOH} : 첨가한 0.100 M NaOH 수용액의 부피

혼합 수용액에서 염산의 농도(M)를 구하시오. 또한, 적정 II에서 V_{NaOH}가 28.0 mL일 때 일어나는 중화 반응의 화학 반응식을 쓰고 이때의 pH를 구하는 과정과 결과를 쓰시오. (단, 적정 오차는 없다고 가정한다.) [4점]

<수고하셨습니다.>