2020학년도 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. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 통합과학 과목의 '화학 변화'와 관련하여 제시된 [성취기준 해설]과 [평가 방법 및 유의 사항]의 일부이고, <자료 2>는 교사가 이 단원의 학습을 평가하기 위해 세운 [평가 계획]이다.

<자료 1>

(6) 화학 변화

[성취기준 해설]

- 지구와 생명의 역사에 큰 영향을 미친 연소, 철광석의 제련, 호흡, 광합성 등이 (㉠) 반응의 사례임을 다룬다.
- (㉠) 반응은 산소 또는 전자의 이동으로 다루되, 산화수는 다루지 않는다. 생명 현상에서 나타나는 (㉠) 반응의 예로 미토콘드리아의 세포 호흡과 엽록체의 광합성을 다룬다.

[평가 방법 및 유의 사항]

- (㉠) 반응의 예는 협동 학습을 통한 자료 검색, 종합, 발표 등의 과정을 평가하거나 (㉡) 등을 활용할 수 있다.

<자료 2>

[평가 계획]

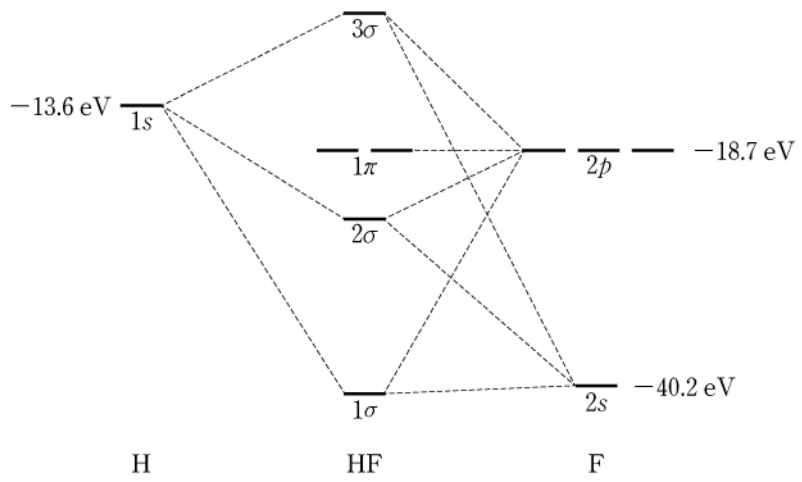
- 모둠별로 발표할 과제를 부여한다.
- 학생들에게 아래와 같은 체크리스트를 주고, 다른 모둠이 발표하는 것에 대해 학생들끼리 서로 평가하도록 한다.

※ 각각의 항목에 대해 1~3점으로 평가한다.

평가 준거	1모둠	2모둠	3모둠	…
발표가 체계적으로 구성되었다.				
신뢰성 있는 자료를 수집하였다.				
모둠 내 역할 분담이 잘 이루어졌다.				
… (하략) …				

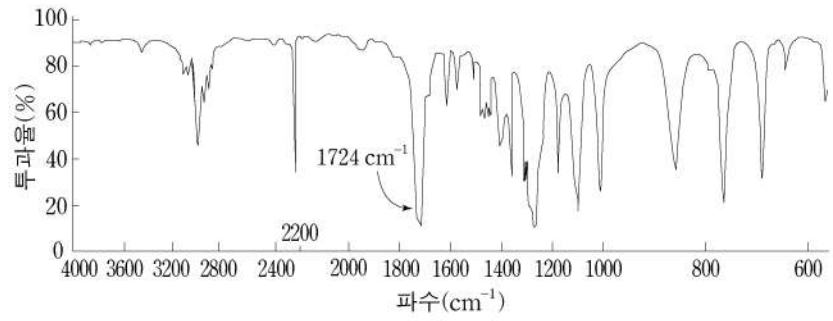
㉠에 공통으로 해당하는 용어를 쓰고, <자료 2>의 밑줄 친 부분과 같은 평가 방법 ㉡의 이름을 쓰시오. [2점]

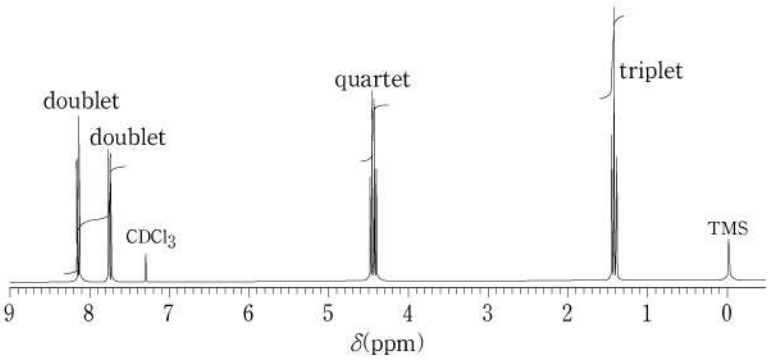
2. 그림은 플루오린화 수소(HF) 분자에 대한 분자 궤도함수(MO) 에너지 준위를 나타낸 것이다.

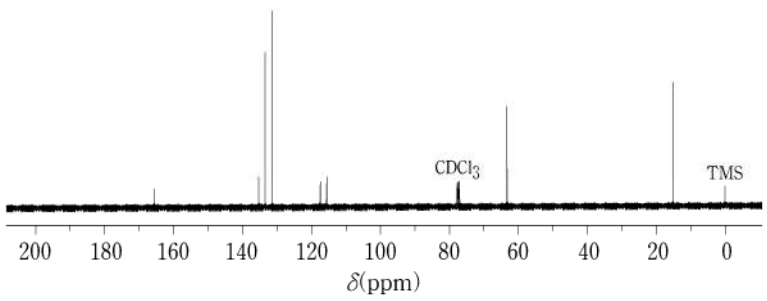


HF^+의 전자 바닥 상태(electronic ground state)의 항기호(term symbol)를 쓰고, HF^+의 전자 들뜬 상태 중 가장 낮은 에너지를 갖는 상태(lowest electronically excited state)에 해당하는 전자 배치를 쓰시오. [2점]

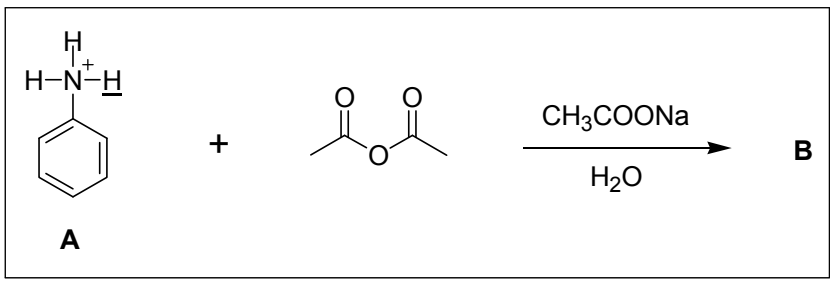
3. 다음은 분자식이 $C_{10}H_9NO_2$인 방향족 화합물의 IR, ^1H NMR (300 MHz), ^{13}C NMR (75 MHz) 스펙트럼이다. 이 화합물의 구조를 그리시오. [2점]





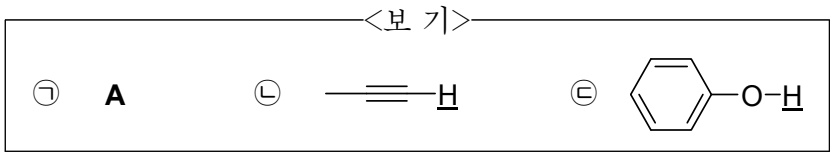


4. 다음은 수용액에서 아닐리늄(anilinium) 이온 **A**로부터 생성물 **B**를 만드는 과정이다. (단, 반응 후 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)



주생성물 **B**의 구조를 그리시오. 또한, 밑줄 친 수소에 해당하는 pK_a만을 고려할 때, <보기>에 주어진 화합물을 pK_a 값이 작은 것부터 큰 순서로 나열하시오. [2점]

<보 기>



한국교육과정평가원

5. <자료 1>은 '물질의 성질' 단원 내용에 대해 예비 교사들이 교재 연구를 하며 나눈 대화이고, <자료 2>는 2015 개정 과학과 교육과정의 일부와 관련 내용에 대해 화학 교사가 작성한 성취기준이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

예비 교사 1: 탄산음료에 빨대를 넣고 입김을 불어 넣으면 이산화 탄소가 모두 빠져 나오겠지?
예비 교사 2: 이산화 탄소가 모두 나올 것 같지는 않은데?
예비 교사 1: 왜 그럴까?
예비 교사 2: 날숨 속에도 이산화 탄소가 들어있기 때문이야.
예비 교사 1: 그렇다면 탄산음료에서 이산화 탄소를 모두 제거하는 방법은 없을까?
예비 교사 3: [그림]과 같이 순수한 질소 기체를 탄산음료에 계속 불어넣으면 되겠지.

[그림]

예비 교사 1: 질소가 어떻게 이산화 탄소를 물속에서 제거해?
예비 교사 3: 그건 2009 개정 과학과 교육과정의 화학Ⅱ에서 다루는 내용인 '기체의 (㉠)은/는 해당 기체의 (㉡)에 비례한다'는 헨리 법칙(Henry's law)으로 설명할 수 있어. 순수한 질소로 이루어진 기포에는 이산화 탄소가 없으므로 이산화 탄소의 (㉡)은/는 0이야. 이런 기포가 지속적으로 만들어지면 헨리 법칙에 따라 용액에서 기포로 이산화 탄소가 유입되어 이산화 탄소가 거의 다 제거될 수 있을 거야.
예비 교사 2: (가) 이것과 관련된 내용은 2015 개정 과학과 교육과정의 중학교 과학에서 다루고 있어. 하지만 헨리 법칙이라는 말은 중학교 교과서에 나오지 않아.
예비 교사 3: 그렇지. 그 법칙을 이해하려면 기체의 (㉡)을/를 알아야 하는데, 그것은 2015 개정 과학과 교육과정의 화학Ⅱ에서 다루기 때문이야. 교사가 중학교 과학을 가르칠 때, 이렇게 헨리 법칙과 같은 심도 있는 내용까지 교재 연구를 해서 알고 있는 것이 좋아.
예비 교사 1: 중학교에서 (㉠)에 영향을 미치는 요인 중 하나로 말하는 압력은 실제로는 (㉢)을/를 말하는 거구나. 또 다른 요인은 뭐지?
예비 교사 2: (나) 또 다른 요인은 (㉣)(이)야. 이것이 (㉠)에 영향을 미치는 것은 르샤틀리에 원리(Le Châtelier's principle)로 설명할 수 있어. 이산화 탄소가 물에 녹는 과정은 흡열 과정이기 때문에, (㉣)이/가 높아지면 (㉠)이/가 감소하는 것이지.

<자료 2>

[과학과 교육과정]

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소
			중학교
			1~3학년
물질의 성질	물리적 성질과 화학적 성질	물질은 고유한 성질을 가지고 있다.	• 밀도 • (㉠) … (하략) …

[○○고등학교 화학Ⅱ 성취기준]

영역	성취기준
물질의 성질	혼합 기체에서 몰 분율을 이용하여 (㉡)의 의미를 설명할 수 있다.

<작성 방법>

○ 예비 교사 2의 밑줄 친 (가) 부분에 해당하는 내용 요소인 ㉠을 쓰고, ㉡에 공통으로 해당하는 용어를 쓸 것.
○ ㉢을 고려하여 [그림]에서 탄산음료의 이산화 탄소를 더 빨리 제거할 수 있는 실험 방법을 1가지 제안할 것.
○ 예비 교사 2의 밑줄 친 (나) 부분에 나타난 오류를 찾아 수정할 것.

6. 다음은 예비 교사가 '화학 반응에서의 양적 관계' 단원에 협동 학습 모형을 적용한 [수업 계획]과 이 계획에 대한 [예비 교사와 지도 교사의 대화]이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

[수업 계획]

1. 소단원 : 화학 반응에서의 양적 관계

2. 수업 모형 : (㉠) 모형

3. 학습 목표
   - 여러 가지 화학 반응을 반응식으로 나타낼 수 있다.
   - 화학 반응식으로부터 반응물과 생성물 사이의 양적 관계를 설명할 수 있다.

4. 수업 과정
   (가) 질소와 수소가 반응하여 암모니아가 생성되는 반응식을 제시하고, 각 물질의 계수의 비, 분자수의 비, 몰수의 비, 부피의 비, 질량의 비 등을 계산하는 방법을 설명한 후 학습 자료를 배부한다.
   (나) 학생의 성취 수준 등을 고려하여 4명을 한 모둠으로 구성하고, 모둠 학습의 의미와 규칙을 설명해준다.
   (다) 모둠별로 학습지를 나누어 준 후, 메테인(CH_4)의 연소 반응, 마그네슘과 염산의 반응 등을 반응식으로 나타내고 양적 관계를 계산하는 내용으로 상호 학습하게 한다.
   (라) 모둠 학습이 끝난 후 (㉡)
   (마) 개별 향상 점수와 모둠 점수를 계산한 뒤, 모둠 점수를 학급 게시판에 공지하고 우수한 성적을 거둔 모둠에게 적절한 보상을 한다.

[예비 교사와 지도 교사의 대화]

지도 교사 : 여러 협동 학습 모형 중에서 특별히 (㉠) 모형을 선택한 이유가 있나요?

예비 교사 : 전통적인 소집단 학습과 달리 ㉢ 개별적 책무성을 강조할 수 있기 때문입니다. 그런데 학생들이 화학 반응식 완성하기를 잘 할 수 있을지 궁금합니다.

지도 교사 : 반응식은 잘 완성하는 편입니다. 그보다는 화학 반응식을 완성한 뒤 양적 관계를 계산할 때 주의가 필요합니다. 적지 않은 학생들이 (㉣)을/를 계산할 때에도 계수의 비를 그대로 이용하는 실수를 하거든요.

<작성 방법>

○ ㉠에 해당하는 협동 학습 모형을 쓰고, ㉡에 해당하는 수업 내용을 밑줄 친 ㉢과 관련지어 쓸 것.
○ (마)에서 개별 향상 점수를 부여하는 것은 어떤 교육적 가치를 갖는지 1가지 쓸 것.
○ ㉣에 해당하는 적절한 용어를 (가)에서 찾아 쓸 것.

7. 다음은 AB와 B_2로부터 AB_2가 생성되는 반응에 대한 자료이다.

[반응식]

$$2AB + B_2 \rightarrow 2AB_2$$

[반응 메커니즘]

단계 1 : $AB + AB \xrightarrow{k_1} A_2B_2$ $\quad E_{a1}$

단계 2 : $A_2B_2 \xrightarrow{k_2} AB + AB$ $\quad E_{a2}$

단계 3 : $A_2B_2 + B_2 \xrightarrow{k_3} AB_2 + AB_2$ $\quad E_{a3}$

(k_1, k_2, k_3는 각 단계에서의 반응 속도 상수이고, E_{a1}, E_{a2}, E_{a3}는 각 단계에서의 활성화 에너지이다.)

$[A_2B_2]$에 대해 정류 상태 근사법을 적용하여 [반응 메커니즘]에 대한 속도 법칙을 k_1, k_2, k_3를 포함하는 식으로 쓰시오. 또한, 단계 3이 단계 2에 비해 매우 느리다고 가정할 때($k_2 \gg k_3[B_2]$), 이 근사 안에서 전체 반응에 대한 활성화 에너지를 E_{a1}, E_{a2}, E_{a3}를 포함하는 식으로 쓰시오. 그리고 단계 2가 단계 3에 비해 매우 느리다고 가정할 때($k_2 \ll k_3[B_2]$), [AB]가 초기 농도 $[AB]_0$의 $\frac{1}{8}$이 되는 시간을 구하는 과정과 그 결과를 반응 속도 상수를 포함하는 식으로 쓰시오. [4점]

한국교육과정평가원

8. 그림 (가)는 300 K에서 얻은 $H^{35}Cl$ 분자의 고분해능 적외선(IR) 흡수 스펙트럼이고, 그림 (나)는 3가지 분자 N_2, Br_2, $H^{35}Cl$의 온도에 따른 진동-회전 바닥 상태($v=0, J=0$) 준위의 분자 분율을 나타낸 것이다.

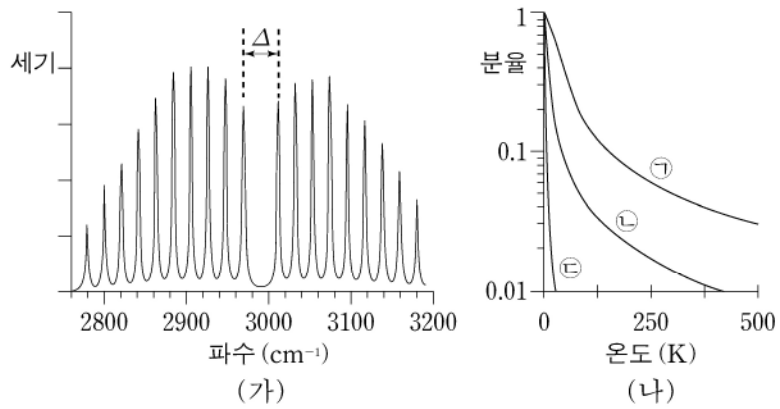
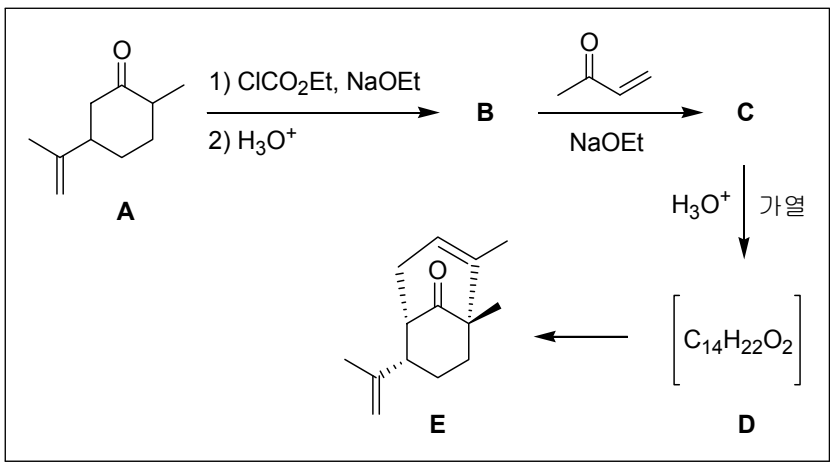


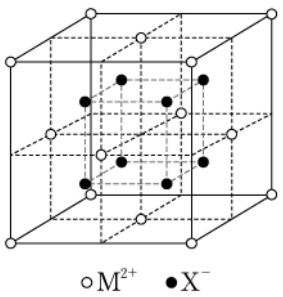
그림 (가)의 중앙 두 봉우리 파수 차 $\Delta(\mathrm{cm}^{-1})$를 분자의 회전 상수 $\overline{B}(\mathrm{cm}^{-1})$를 포함하는 식으로 쓰고, 이 분자의 결합 길이를 Δ, $\hbar$, 빛의 속력 c, 두 원자의 질량 m_{H}, m_{Cl}을 포함하는 식으로 쓰시오. 또한, 그림 (나)의 ㉠, ㉡, ㉢ 중에서 $H^{35}Cl$ 분자에 해당하는 것을 고르고 그 이유를 쓰시오. (단, $\hbar = \frac{h}{2\pi}$이고, h는 플랑크 상수이다. 분자 진동은 조화 진동으로 가정하고, 원심력에 의한 분자의 일그러짐은 무시한다.) [4점]

9. 다음은 반응물 **A**로부터 중간 주생성물 **B**, **C**와 중간체 **D**를 거쳐 최종 주생성물 **E**를 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)



중간 주생성물 **B**, **C**와 중간체 **D**의 구조를 그리시오. 또한, **D**가 **E**로 전환되는 반응 과정에서 다리걸친(bridged) 고리가 형성되는 단계의 메커니즘을 굽은 화살표를 사용하여 그리시오. [4점]

10. 그림은 이온 결합 화합물 $MX_2(s)$의 입방 단위 세포이며, 여기에서 M^{2+}은 면심 입방 구조를 이루고 X^-은 인접한 4개의 M^{2+}이 이루는 정사면체의 중심에 놓여 있다. 표는 온도 T에서 $MX_2(s)$와 관련된 화학 반응식과 반응 엔탈피(ΔH^0)를 나타낸 것이다.



화학 반응식	ΔH^0 (kJ/mol)
$M(s) \rightarrow M(g)$	H_1
$M(g) \rightarrow M^+(g) + e^-$	H_2
$X_2(g) \rightarrow 2X(g)$	H_3
$X^-(g) \rightarrow X(g) + e^-$	H_4
$M^+(g) + X^-(g) \rightarrow MX(s)$	H_5
$MX_2(s) + M(s) \rightarrow 2MX(s)$	H_6

금속 이온(M^{2+})의 배위수를 쓰시오. 또한, 단위 세포에서 모서리의 길이가 a일 때, M^{2+}과 인접한 X^-사이의 이온간 거리를 쓰시오. 온도 T에서 $MX_2(s)$의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f^0)를 구하는 과정을 쓰고, 그 결과를 $H_1 \sim H_6$를 포함하는 식으로 나타내시오. (단, 온도 T에서 $M(s)$과 $X_2(g)$의 $\Delta H_f^0 = 0$이다.) [4점]

11. 표는 50℃에서 기체 크로마토그래피를 수행하여 얻은 화합물 A~C의 머무름 시간(retention time)을 나타낸 것이다.

화합물	머무름 시간(초)
머무르지 않는 화합물	30
A	75
B	210
C	788

화합물 A와 B의 머무름 인자(retention factor) k_A, k_B와 두 화합물의 선택 인자(selectivity factor) α를 구하시오. 또한, 90℃에서 기체 크로마토그래피를 수행한다면 50℃에서 수행한 결과와 비교하여 화합물 C에 해당하는 봉우리의 머무름 시간, 높이와 너비는 어떻게 변화하는지 설명하시오. (단, α는 상대 머무름(relative retention) 혹은 분리 인자(separation factor)라고도 한다.) [4점]

한국교육과정평가원

12. <자료>는 25℃에서 납(Pb)과 관련된 반응의 반응식과 표준 전위(E°), 그리고 선 표시법으로 표시한 어떤 전지와 전지 전압($E_{\text{전지}}$)을 나타낸 것이다.

<자 료>

반응 1 : $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftarrows Pb(s)$	$E_1^{\circ} = -0.13\,V$
반응 2 : $PbI_2(s) + 2e^- \rightleftarrows Pb(s) + 2I^-(aq)$	$E_2^{\circ} = a\,V$
반응 3 : $PbI_2(s) \rightleftarrows Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq)$	$E_3^{\circ} = b\,V$
전지 : $Pb(s)\mid PbI_2(s)\mid KI(0.10M) \parallel S.H.E.$	$E_{\text{전지}} = 0.31\,V$

a와 b를 구하시오. 또한, 반응 3의 평형 상수(K)를 구하는 과정을 쓰고 그 결과를 10의 지수 형식으로 나타내시오. (단, S.H.E.는 표준 수소 전극이며 25℃에서 $2.303\frac{RT}{F} = 0.059\,V$이다. R는 기체 상수, T는 절대 온도, F는 패러데이 상수이다.) [4점]

<수고하셨습니다.>