2025학년도 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 반응물 R가 중간체 I를 거쳐 생성물 P가 생성되는 반응에 대하여 제안된 2가지 [**반응 메커니즘**]과, 메커니즘을 검증하기 위한 실험에서 얻은 R, I, P에 대한 [**시간(t)에 따른 농도 그래프**]이다.

[**반응 메커니즘**]

○ 메커니즘 (가)

$\mathrm{R} \rightarrow \mathrm{I}$　　k_1

$\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{R}$　　k_2

$\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{P}$　　k_3

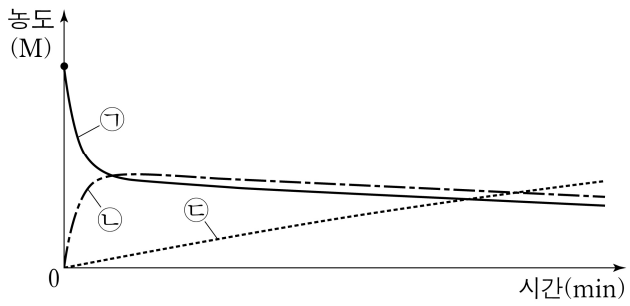
○ 메커니즘 (나)

$\mathrm{R} \rightarrow \mathrm{I}$　　k_4

$\mathrm{I} \rightarrow \mathrm{P}$　　k_5

($k_1 \backsim k_5$: 반응 속도 상수)

[**시간(t)에 따른 농도 그래프**]



[**시간(t)에 따른 농도 그래프**]에서 중간체 I에 해당하는 것을 ㉠~㉢ 중에서 찾아 쓰시오. [**시간(t)에 따른 농도 그래프**]에 근거하여 선택한 메커니즘에 부합하는 속도식 $\left(\frac{d[\mathrm{P}]}{dt}\right)$을 반응 속도 상수와 [R]를 포함하는 식으로 쓰시오. [2점]

2. 다음은 2원자 분자의 회전 운동에 대한 자료이다.

[**에너지**]

$E_J = hc\tilde{B}J(J+1) \quad (J=0,1,2,\cdots)$

(h : 플랑크 상수, c : 빛의 속도, $\tilde{B}$: 회전 상수, J : 각운동량 양자수)

[**볼츠만(Boltzmann) 분포**]

$$N_J = N_t \frac{(2J+1)\mathrm{e}^{-\beta E_J}}{\sum_J (2J+1)\mathrm{e}^{-\beta E_J}} \qquad \beta = \frac{1}{k_\mathrm{B} T}$$

N_J : 양자수가 J인 상태에서의 개체수

N_t : 전체 입자수

k_B : 볼츠만 상수

T : 절대온도

회전 라만 전이의 선택 규칙(selection rule)에 근거하여 $J=2$ 상태의 분자에 허용되는 전이를, 양자수의 변화를 이용하여 모두 쓰시오. 회전 운동에 대한 $\frac{N_2}{N_1}$ 값을 h, c, $\tilde{B}$, k_B, T를 포함한 식으로 쓰시오. (단, 원심 일그러짐과 Stark 효과는 무시하고, 분자 수 분포는 볼츠만 분포를 따른다.) [2점]

3. 다음은 2가지 [**반쪽 반응과 25℃에서의 표준 환원 전위(E°)**]와 금속 M을 전극으로 사용하는 [**전지**]를 선 표기법으로 나타낸 것이다.

[**반쪽 반응과 25℃에서의 표준 환원 전위(E°)**]

$\mathrm{M}^{2+}(aq) + 2\mathrm{e}^- \rightleftarrows \mathrm{M}(s)$ $\quad E_1^\circ = +0.33\,\mathrm{V}$

$\mathrm{MY}^{2-}(aq) + 2\mathrm{e}^- \rightleftarrows \mathrm{M}(s) + \mathrm{Y}^{4-}(aq)$ $\quad E_2^\circ = ?$

[**전지**]

$\mathrm{M}(s)\,|\,\mathrm{MY}^{2-}(aq,\ 0.10\,\mathrm{M}),\ \mathrm{Y}^{4-}(aq,\ 0.10\,\mathrm{M})$

$\quad \| \mathrm{M}^{2+}(aq,\ 0.10\,\mathrm{M})\,|\,\mathrm{M}(s)$

25℃에서 MY^{2-}의 K_f가 1.0×10^{18}일 때 E_2°의 값을 쓰시오. [**전지**] 반응의 자유 에너지 변화(ΔG)를 F를 포함하는 식으로 쓰시오. (단, K_f는 $\mathrm{M}^{2+}(aq) + \mathrm{Y}^{4-}(aq) \rightleftarrows \mathrm{MY}^{2-}(aq)$의 평형 상수이다. 25℃에서 $\ln10\times\frac{RT}{F}$는 0.060 V로 가정한다. R는 기체 상수, T는 절대 온도, F는 패러데이 상수이다.) [2점]

4. 다음은 용질 A～C의 혼합물에 대한 [**분배 계수(K_D)**], [**머무름 인자와 분배 계수의 관계식**] 및 [**크로마토그램**]을 나타낸 것이다.

[**분배 계수(K_D)**]

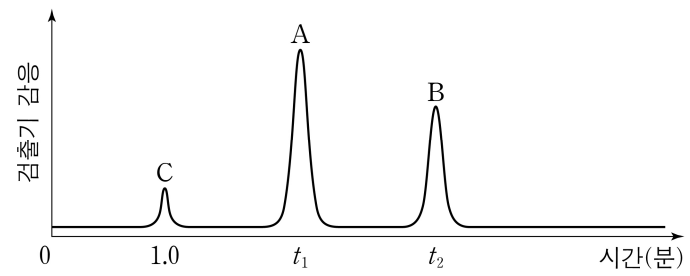
용질	A	B	C
$K_\mathrm{D} = \frac{[\text{용질}]_{\text{정지상}}}{[\text{용질}]_{\text{이동상}}}$	6	12	0

[**머무름 인자(retention factor)와 분배 계수의 관계식**]

$$k = K_\mathrm{D} \times \frac{\mathrm{V}_{\text{정지상}}}{\mathrm{V}_{\text{이동상}}}$$

(k: 머무름 인자, $\frac{\mathrm{V}_{\text{정지상}}}{\mathrm{V}_{\text{이동상}}}$: 정지상과 이동상의 부피 비)

[**크로마토그램**]



$\frac{\mathrm{V}_{\text{정지상}}}{\mathrm{V}_{\text{이동상}}}$가 $\frac{1}{5}$인 분리 칼럼을 이용하여 A～C를 용리시킬 때, A의 머무름 시간인 t_1의 값을 쓰시오. A와 B의 분리 인자(separation factor, α)를 쓰시오. (단, 온도는 25℃로 일정하고 C는 정지상에 머무르지 않는 화합물이다. α는 상대 머무름(relative retention) 또는 선택 인자(selectivity factor)라고도 한다.) [2점]

한국교육과정평가원

5. <자료>는 2022 개정 과학과 교육과정(교육부 고시 제2022-33호)에 대해 예비 교사들이 교육실습 협의회에서 나눈 대화이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자 료>

예비 교사 A : 화학은 기초 학문으로서 미래의 진로를 선택하는 데 많은 도움이 된다는 것을 학생들이 인식했으면 좋겠어요. ㉠ '물질과 에너지'와 '화학 반응의 세계'는 2022 개정 과학과 교육과정의 진로 선택 과목이에요. '화학 반응의 세계'에 대해 보다 자세하게 이야기해 볼까요?

예비 교사 B : 네. ㉡ '화학 반응의 세계'는 고등학교 '화학', 고등학교 진로 선택 '물질과 에너지'와 융합 선택 '융합과학 탐구'와 긴밀하게 연계되어 있지요. '화학 반응의 세계'는 어떤 영역으로 구성되어 있나요?

예비 교사 A : ㉢ '화학 반응의 세계'는 '산 염기 평형', '산화·환원 반응', '탄소 화합물과 반응'의 3개 영역으로 구성되어 있는데, 그 중 '탄소 화합물과 반응'은 어떻게 지도해야 할까요?

예비 교사 C : 네. 성취기준 적용 시 고려할 사항에 따르면, ㉣ '탄소 화합물과 반응' 영역에서는 다양한 탄소 화합물의 반응의 종류를 중점으로 지도해야 한다고 되어 있어요.

예비 교사 B : 그럼, '산 염기 평형' 영역도 성취기준 적용 시 고려할 사항이 있나요?

예비 교사 A : 네. ㉤ 일반 선택 과목 '화학'의 '역동적인 화학 반응' 영역에서 중화 적정 곡선을 다뤘어요. 그것과 연계하여 '화학 반응의 세계'의 '산 염기 평형' 영역에서는 ㉥ 중화 적정 곡선을 다룰 때 학생들의 수학적 사고에 기반한 컴퓨팅 사고력과 디지털 소양을 함양하도록 수업을 구성해야 해요. 교육과정의 교수·학습에서도 그와 관련된 구체적인 내용을 안내하고 있어요.

예비 교사 C : 교육과정의 특징을 고려하여 수업설계를 해야겠네요.

<작성 방법>

○ 2022 개정 과학과 교육과정에 근거하여 밑줄 친 ㉠~㉤ 중 잘못된 것 2가지를 찾아 그 기호를 쓰고, 잘못된 내용을 각각 수정하여 서술할 것.

○ 밑줄 친 ㉥에 적절한 수업 활동 1가지를 교육과정에 기반하여 서술할 것.

6. <자료 1>은 온도계의 발명과 관련된 역사적 내용의 일부이고, <자료 2>는 2022 개정 과학과 교육과정(교육부 고시 제2022-33호)의 가치·태도의 내용 요소를 나타낸 것이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

(가) 1600년 무렵부터 갈릴레오와 당대 사람들은 당시 수준에서 온도를 비교할 수 있는 도구인 '온도계'를 사용하였는데, 온도계를 만드는 작업에는 고정점(fixed point)을 확정하는 일이 필요했다. 그런데 여러 사람들이 제안한 ㉠ 고정점은 기준과 관련된 문제점을 가지고 있었다.

(나) ㉡ 달렌스(J. Dalence)는 버터의 녹는점을, 후크(R. Hooke)는 증류수의 어는점을, 보일(R. Boyle)은 아니스 열매 기름이 응고할 때의 온도를, 뉴턴(I. Newton)은 '혈온(blood heat)'으로 불리던 사람 몸의 온도를 고정점으로 사용하였다. 헬리(E. Halley)는 ㉢ 포도주를 증류하여 얻은 알코올을 끓이는 실험을 여러 번 수행했을 때 자신이 만든 온도계가 언제나 같은 높이로 올라가는 것을 관찰하고 알코올의 끓는점을 고정점으로 사용할 것을 제안했다.

(다) 이러한 상황에 대해 드 뤽(J.-A. De Luc)은 다음과 같은 경고의 글을 발표했다. "㉣ 과학자들은 자신들이 주장하는 고정점이 확실하다고 믿었기 때문에 다른 과학자들의 조언에는 거의 주의를 기울이지 않는다. 또한, 그들이 제기한 불확실성 등에서 비롯한 일종의 혼란에도 주의를 기울이지 않는다. 우리는 여전히 거기에서 벗어나지 못하고 있다."

(라) 온도를 과학적으로 측정하려는 노력은 그 이후로도 지속되었다. 산토레(S. Santorre)가 눈금을 표시한 최초의 온도계를 만들어 온도를 측정하였다. 파렌하이트(D. Fahrenheit)는 화씨 단위 온도계를, 셀시우스(A. Celsius)는 섭씨 단위 온도계를, 켈빈(B. Kelvin)은 켈빈 온도 체계를 만들었다. ㉤ 국제도량형총회에서는 국제단위계의 온도로 켈빈(K) 단위를 사용하기로 하였다.

<자료 2>

구분 \ 범주	내용 요소
가치·태도	• 과학의 심미적 가치 • 과학 유용성 • 자연과 과학에 대한 감수성 • 과학 창의성 • 과학 활동의 윤리성 • 과학 문제 해결에 대한 개방성 • 안전·지속가능 사회에 기여 • 과학 문화 향유

<작성 방법>

○ 밑줄 친 ㉠의 1가지를 밑줄 친 ㉡에 기반하여 서술하고, 밑줄 친 ㉢에서 사용된 과학적 추론 방법을 서술할 것.

○ 밑줄 친 ㉣ 상황에서 나타난 문제를 해결하기 위해 가장 필요한 가치·태도의 내용 요소를 <자료 2>에서 1가지 찾아 쓸 것.

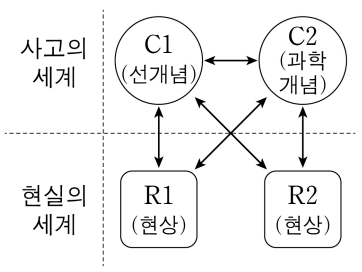
○ 밑줄 친 ㉤에서 드러나는 과학의 본성 1가지를 서술할 것.

7. <자료 1>은 중학교 '과학'의 질량보존 법칙에 대해 드라이버(R. Driver)의 개념 변화 학습 모형을 적용한 교수·학습 계획이고, <자료 2>는 하슈웨(M. Hashweh)의 인지 갈등 모형을 나타낸 것이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

학습 목표		화학 반응 전후의 질량이 보존되는 것을 설명할 수 있다.
단계		교사·학생 활동
생각의 표현		• 염소가 포함된 수돗물에 질산 은 수용액을 넣어 흰색 앙금이 생기는 실험 영상을 학생에게 보여주고, 이 반응에서 총 질량이 어떻게 변할지 생각하게 한다. • 학생은 앙금이 생겼으므로 총 질량이 증가한다고 발표한다.
(가)	명료화와 교환	• 학생에게 앙금이 생기는 화학 반응이 일어날 때의 질량 변화에 대해 조별 토의 후 그 결과를 발표하고, 자신의 생각과 다른 점을 기록하게 한다.
	상충된 상황에 노출	• 학생에게 다음의 실험을 수행하게 한다. ① 탄산 나트륨(Na_2CO_3) 수용액과 염화 칼슘($CaCl_2$) 수용액의 질량을 측정한다. ② 탄산 나트륨 수용액과 염화 칼슘 수용액을 섞은 후 일어나는 변화를 관찰하고, 질량을 측정한다. • 두 용액을 섞은 후, 용액의 총 질량은 섞기 전과 비교하여 어떻게 변했는지 질문한다. • 학생은 용액의 총 질량이 섞기 전과 섞은 후가 같다고 대답한다.
	새로운 생각의 구성	• 염소가 포함된 수돗물에 질산 은 수용액을 넣는 실험에서 실험 전후의 총 질량이 동일함을 설명한다. • 학생은 모형을 이용하여 화학 반응 전, 후의 질량이 보존됨을 설명한다.
	새로운 생각의 평가	• 학생 개념의 적절성을 평가하고, 학생에게 새로 학습한 개념이 타당하다는 것을 인식할 수 있게 한다.
생각의 응용		• 다른 종류의 화학 반응을 제공하여 재구성한 생각을 적용하게 한다.
생각의 변화 검토		• 학생들의 이전 생각과 새로운 생각의 차이를 비교한다.

<자료 2>

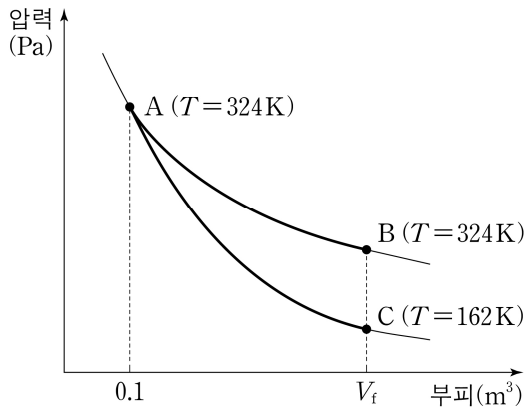


<작성 방법>

○ <자료 1>의 단계에서 (가)에 해당하는 명칭을 쓸 것.

○ <자료 2>의 C1, C2, R2에 대응하는 내용을 <자료 1>에 기반하여 순서대로 서술할 것.

8. 다음은 1 mol의 이상 기체가 상태 A로부터 상태 B까지 등온 가역 팽창하는 과정과 상태 A로부터 상태 C까지 단열 가역 팽창하는 과정을 각각 나타낸 그림이다. 단열 가역 팽창 과정에서 기체가 한 일은 −2592 J이다.



$C_{V,m}$의 값을 쓰시오. 단열 가역 팽창 과정의 $\Delta S_{계} = 0$이다. 이때 V_f를 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 상태 C로부터 상태 B까지 변하는 과정의 ΔU의 값을 쓰시오. (단, $C_{V,m}$, $\Delta S_{계}$, ΔU는 각각 일정 부피 몰열용량($J\,K^{-1}\,mol^{-1}$), 계의 엔트로피 변화($J\,K^{-1}$), 내부 에너지 변화(J)이다. T는 절대 온도이고, 온도에 따른 $C_{V,m}$의 변화는 무시하며, 기체상수 R는 $8.0\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$로 가정한다.) [4점]

한국교육과정평가원

9. 다음은 한 변의 길이가 L인 정사각형 표면의 2차원 상자 속에서 운동을 하는 질량이 m인 입자 1개에 대한 자료이다.

[2차원 상자 속 입자의 파동함수]

$$\psi_{n_1,n_2}(x,y)=\frac{2}{L}\sin\left(\frac{n_1\pi x}{L}\right)\sin\left(\frac{n_2\pi y}{L}\right) \qquad \begin{cases}0\le x\le L\\0\le y\le L\end{cases}$$

(n_1, n_2 : 양자수)

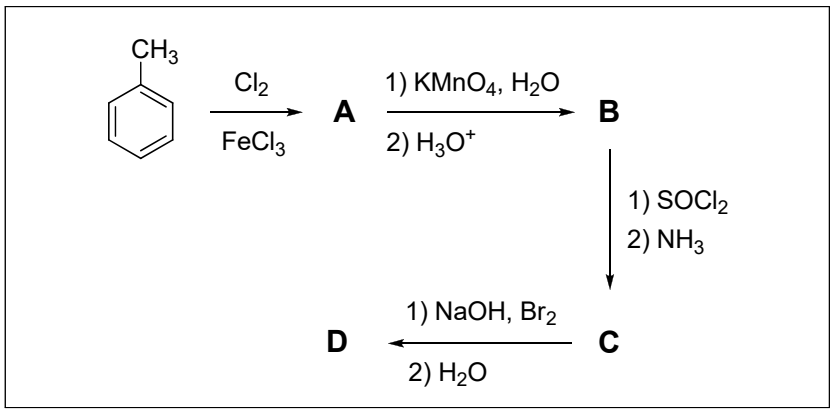
[입자의 에너지]

$$E_{n_1,n_2}=(n_1^2+n_2^2)\frac{h^2}{8mL^2}$$

(m : 입자의 질량, h : 플랑크 상수)

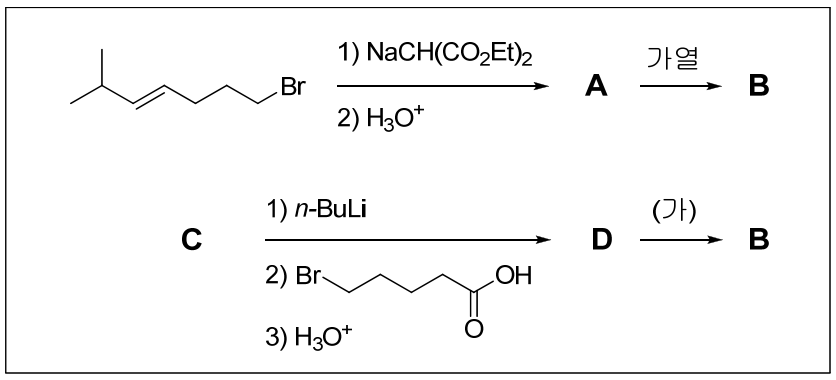
영점 에너지(zero point energy)를 h, m, L을 포함한 값으로 쓰시오. 에너지 준위 도표(energy level diagram)에 쌓음 원리에 따른 전자 4개의 바닥 상태 전자 배치를 그리고, 홀전자 수를 쓰시오. 또한, 바닥 상태 전자 배치에서 전자가 점유되지 않은 최저의 에너지 준위에 해당하는 파동 함수를 쓰시오. [4점]

10. 다음은 톨루엔으로부터 중간 주생성물 **A**, **B**와 **C** (C_7H_6NOCl)를 거쳐 최종 주생성물 **D** (C_6H_6NCl)를 합성하는 반응식을 나타낸 것이다. (단, **A**의 ^{1}H NMR 스펙트럼에서 방향족 수소의 피크는 2가지 화학적 이동(chemical shift)으로 나타난다. 각 반응에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



A, **B**, **D**의 구조를 각각 그리시오. 또한, **C**가 **D**로 전환되는 과정에서 생성되는 중간체 (C_7H_4NOCl)의 구조를 그리시오. [4점]

11. 다음은 (*E*)-7-bromo-2-methyl-3-heptene으로부터 **A**($C_{11}H_{18}O_4$)를 거쳐 카복실산 **B**($C_{10}H_{18}O_2$)를 합성하는 반응과, **C**로부터 **D**($C_{10}H_{16}O_2$)를 거쳐 **B**를 합성하는 반응을 나타낸 것이다. (단, **C**는 삼중 결합을 가진 화합물이고, 각 반응에서는 적절한 분리 · 정제 과정을 수행하였다.)



A, **B**, **C**의 구조를 각각 그리시오. 또한, 중간 주생성물 **D**로부터 **B**를 합성하기 위한 반응조건 (가)를 쓰시오. [4점]

12. 그림은 이온 결합 화합물 $X_mY_n(s)$의 입방 단위 세포이다. Y 음이온이 입방 조밀 쌓임 격자를 형성하고, X 양이온은 인접한 4개의 Y 음이온이 이루는 정사면체 중심에 놓여 있다. 이 결정에서 Y의 반지름은 r이고, X와 인접한 Y 사이의 이온간 거리 a는 $\frac{3}{2}r$이며, 입방 단위 세포의 모서리 길이 l은 $2\sqrt{3}\,r$이다.

X_mY_n 결정에서 한 개의 입방 단위 세포에 있는 X와 Y 이온의 입자수를 각각 쓰시오. 이 입방 단위 세포 내에서 X와 X의 이온간 거리를 구하는 과정을 제시하고, 그 결과를 r를 포함하는 값으로 쓰시오. 또한, 이 입방 단위 세포의 부피에서 X 이온이 차지하는 부피의 비율을 구하시오. (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이고, 구(sphere)로 가정한다.) [4점]

<수고하셨습니다.>