

화 학

수험 번호 : ()

성 명 : ()

제1차 시험	3 교시 전공 B	8문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	---------	-----------

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

1. 다음은 러더퍼드(E. Rutherford)의 α 입자 산란 실험과 관련된 [상자 속 물체를 생각해보기] 활동에 대한 설명과 활동 후에 과학의 본성을 명시적으로 가르치기 위해 진행한 [화학 교사의 지도 내용]의 일부이다.

밑줄 친 ㉠은 기초 탐구 과정 중 어느 요소에 해당하는지 쓰시오. 그리고 밑줄 친 ㉡ ~ ㉣을 통해 가르칠 수 있는 서로 다른 과학의 본성을 각각 1가지씩 “과학적 모형은/이 ...”의 문장으로 제시하십시오.

[4점]

[상자 속 물체를 생각해보기]

- (가) (A)와 같이, 앞면과 뒷면이 뚫린 상자 속에 유리막대와 스티로폼 공을 설치한 후, 학생들이 상자 속에 있는 물체가 무엇인지 알 수 없도록 종이로 상자를 씌운 다음, 상자의 앞면에 철사 격자(6×6)를 만든다. 그리고 (B)와 같이 상자 뒤쪽에 종이를 붙인 스크린을 설치한다.
- (나) 모든 철사 격자 사이로 장난감 총을 한 발씩 쏜 후, 탄알 자국이 스크린에 붙인 종이에 있는지를 확인하여 예시 (C)와 같이 표(6×6)에 기록하게 한다.
- (다) ㉠ 각자 기록한 표를 보고 상자 속에 있는 물체의 모양을 생각하게 한다.

	1	2	3	4	5	6
1	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○
4	○	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○

○: 탄알 자국이 있음
×: 탄알 자국이 없음

[화학 교사의 지도 내용]

- (1) 이 활동에서 여러분은 기록한 표와 같은 2차원 자료로부터 ㉠ 상자 속을 직접 볼 수는 없지만 3차원 모양을 생각했어요. 우리가 X-선 사진을 보며 몸속의 뼈를 입체적으로 생각하는 것 처럼요.
- (2) 여러분이 생각한 모양이 다양하군요. 그러면 이제 종이를 벗겨서 상자 속에 있는 물체를 보세요. 그리고 다른 친구들이 생각한 모양과 비교하고, 그 모양을 어떻게 생각했는지 발표하고 평가해 봅시다.
- (3) (토론을 한 후) 모두들 다양한 모양을 생각했지만, 토론을 해보니 ㉡ 기록한 표에 기초하여 생각한 것들이 좋은 평가를 받았네요.
- (4) 그러나 여러분이 ㉢ 생각한 물체의 모양은 상자 속에 있는 물체의 모양과는 다르네요.
- (5) 이제 러더퍼드의 α 입자 산란 실험과 원자핵의 발견에 대해 알아보시다.

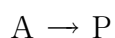
2. 다음은 수소 원자의 궤도함수 중 하나의 파동함수이다.

$$\psi = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0}\right)^{3/2} \frac{r}{a_0} e^{-r/2a_0} \cos \theta$$

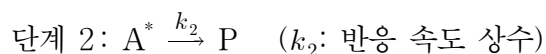
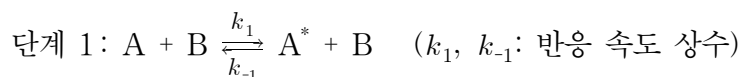
ψ 에서 궤도 각운동량 크기 L 과 궤도 각운동량의 x 축 성분 제곱의 기댓값 $\langle L_x^2 \rangle$ 을 각각 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. [4점]

3. 다음은 A가 B와 충돌하여 활성화된 후 P가 생성되는 반응에 대한 자료이다.

[반응식]



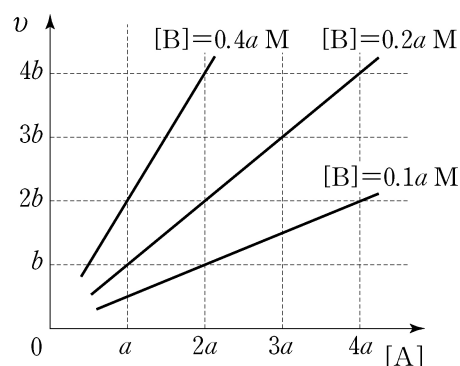
[반응 메커니즘]



[속도 법칙]

$$v = \frac{d[P]}{dt} = k_r [A]$$

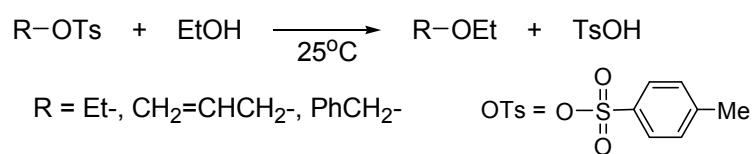
[B]가 각각 0.1a M, 0.2a M, 0.4a M일 때, [A]에 따른 P의 생성 속도(v)를 측정하였더니 그림과 같은 결과를 얻었다.



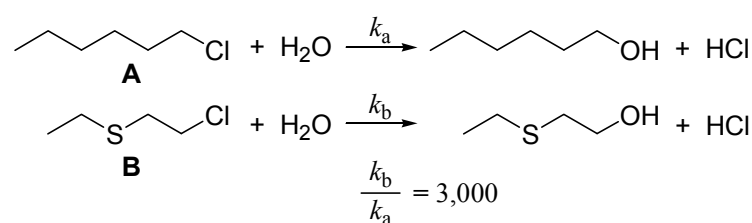
정류 상태 근사법을 이용하여 [반응 메커니즘]으로부터 $[A^*]$ 와 k_r 를 [B]가 포함된 식으로 각각 나타내시오. [속도 법칙]을 이용하여 그림과 같은 결과가 얻어지기 위한 조건과 그 이유를 쓰시오. (단, 온도는 일정하다.) [4점]

4. 다음은 [반응 1]에서 알킬 토실레이트(ROTs)의 가에탄올분해 (ethanolysis)와 [반응 2]에서 할로젠화 알킬의 가수분해 및 반응 속도의 비($\frac{k_b}{k_a}$)를 나타낸 것이다.

[반응 1]



[반응 2]



ROTs에서 R가 각각 Et-, CH₂=CHCH₂-, PhCH₂-일 때, 동일 조건에서 [반응 1]의 반응 속도가 큰 것부터 작은 것 순서대로 나열하고, 그 주된 이유를 서술하시오. 또한, [반응 2]에서 B에 대한 반응 메커니즘을 굵은 화살표를 사용하여 제시하고, B가 A보다 반응 속도가 더 큰 이유를 서술하시오. [4점]

5. 다음은 $\text{Mo}(\text{CO})_3(\text{PPh}_3)_3$ 의 기하 이성질체 중 하나인 X의 적외선(IR) 스펙트럼에 나타나는 CO의 신축 진동 기본 흡수띠에 대한 자료와 C_{2v} 및 C_{3v} 의 지표표이다.

[기본 흡수띠]

	$\nu_{\text{CO}} (\text{cm}^{-1})$
ν_1	1,835
ν_2	1,934

[지표표]

C_{2v}	E	C_2	$\sigma_v(xz)$	$\sigma_v'(yz)$		
A_1	1	1	1	1	z	x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z	xy
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y	xz
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x	yz

C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_v$		
A_1	1	1	1	z	$x^2 + y^2, z^2$
A_2	1	1	-1	R_z	
E	2	-1	0	$(x, y), (R_x, R_y)$	$(x^2 - y^2, xy), (xz, yz)$

$\text{Mo}(\text{CO})_3(\text{PPh}_3)_3$ 의 이성질체의 수를 쓰고, C_{2v} 점군에 해당하는 이성질체의 구조를 그리시오. 또한 위의 기본 흡수띠와 지표표를 이용하여 X의 구조를 확인하는 과정을 쓰고 그 구조를 그리시오.

[4점]

6. 다음은 어떤 정팔면체 착이온 $[\text{CrL}_6]^{2+}$ 의 d 궤도함수 갈라짐(Δ_0)과 평균 전자쌍 에너지(Π)이다. L은 한 자리 중성 리간드이다.

착이온	$\Delta_0 (\text{cm}^{-1})$	$\Pi (\text{cm}^{-1})$
$[\text{CrL}_6]^{2+}$	14,100	23,500

$[\text{CrL}_6]^{2+}$ 의 바닥 상태에서 d 궤도함수 갈라짐에 따른 전자 배치를 그리고, 이에 근거하여 바닥 상태 항을 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. 또한, 결정장 안정화 에너지(CFSE)의 절댓값과 순스핀 (spin-only) 자기 모멘트 값을 각각 구하시오. (단, Cr의 원자 번호는 24이고 뒤틀림(distortion)은 무시하며, 스핀 자기 모멘트 값의 단위는 Bohr magneton (BM)이다.) [5점]

7. 다음은 MX 수용액에서의 평형식, 평형 상수 및 농도와 관련된 식이다.

$\text{MX}(s) \rightleftharpoons \text{M}^{2+}(aq) + \text{X}^{2-}(aq)$	K_{sp}
$\text{X}^{2-}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{HX}^-(aq) + \text{OH}^-(aq)$	K_1
$\text{HX}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{X}(aq) + \text{OH}^-(aq)$	K_2
$\text{M}^{2+}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{MOH}^+(aq) + \text{H}^+(aq)$	K_3
$F_{\text{M}^{2+}} = [\text{M}^{2+}] + [\text{MOH}^+]$	$F_{\text{X}^{2-}} = [\text{H}_2\text{X}] + [\text{HX}^-] + [\text{X}^{2-}]$
$\alpha_{\text{M}^{2+}} = \frac{[\text{M}^{2+}]}{F_{\text{M}^{2+}}}$	$\alpha_{\text{X}^{2-}} = \frac{[\text{X}^{2-}]}{F_{\text{X}^{2-}}}$

$\alpha_{\text{X}^{2-}}$ 를 K_1, K_2 및 $[\text{OH}^-]$ 를 포함하는 식으로 나타내시오. 이 수용액에 대한 질량 균형식을 쓰고, $\text{MX}(s)$ 의 용해도를 $K_{\text{sp}}, \alpha_{\text{M}^{2+}}$ 및 $\alpha_{\text{X}^{2-}}$ 를 포함하는 식으로 구하는 과정과 그 결과를 쓰시오. [5점]

8. '중학생들은 밀도와 질량, 부피를 정확히 이해하지 못하고 혼용하여 사용하는 경향이 있다.'고 생각한 과학 교사는 POE 모형을 활용한 수업을 계획하였다. 다음은 과학 교사가 밀도 개념을 가르치기 위해 구성한 [POE 모형 수업의 계획]이다. 이에 대해 <작성 방법>에 따라 논술하시오. [10점]

[POE 모형 수업의 계획]

단계	교수-학습 활동
예측 (P)	<ul style="list-style-type: none"> 교사는 다음과 같은 실험 과정을 설명한다. <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> 1. 질량이 각각 20g인 둥근 모양의 나무토막, 스티로폼, 고무찰흙, 철 조각을 준비한다. 2. 물이 1/2 정도 들어있는 수조의 바닥에 각 물체를 넣고, 물에 뜨는지 가라앉는지를 관찰한다. </div> 학생은 ㉠ 실험 결과를 예측하고 ㉡ 그렇게 생각하는 이유를 기록한다.
관찰 (O)	<ul style="list-style-type: none"> 학생은 각각의 물체들이 뜨는지 가라앉는지를 관찰하고 기록한다.
설명 (E)	<ul style="list-style-type: none"> 학생은 자신이 예측한 것과 실험 결과가 일치하는지 비교하고, 결과가 다르게 나온 이유를 각자 기록한 후 모둠별로 토의한다. 실험에 사용한 4가지 물체의 부피를 모두 동일하게 했을 때 질량이 가장 큰 물체가 무엇인지 모둠별로 토의한다.

<POE 활동 후 교사의 설명>

• 학생들에게 밀도를 질량과 부피로 표현한 공식과 함께 설명한다.

•

(A)

<지도 상의 유의점>

- (1) 예측 단계에서 예측하고 그렇게 생각한 이유를 글로 쓰도록 한다.
- (2) 예측 단계에 충분한 시간을 할애하여 학생들이 의미 있는 활동을 하며 인지적 영역 뿐 아니라 정의적 영역에서도 도움이 되게 한다.
- (3) 설명 단계에서 예측과 결과가 다르게 나온 이유를 모둠별로 토의하게 한다.

<작성 방법>

- 서론, 본론, 결론으로 나누고 논리적으로 구성하여 표현할 것.
- POE 모형에서 예측 단계의 역할을 다음의 안내에 따라 서술할 것.
 - 밑줄 친 ㉠과 ㉡ 중 어느 것을 더 강조하여야 하는지 쓰고, 그 이유를 <지도 상의 유의점> (1)에서 나타난 교사의 의도를 고려하여 서술할 것.
 - 예측 단계의 역할이 무엇인지 인지적 영역과 정의적 영역에서 각각 1가지 서술할 것.
- 포스너와 스트라이크(G. Posner & K. Strike)가 제안한 개념 변화의 조건을 고려하여 POE 활동 후 수업 내용을 서술할 것.

[개념변화의 조건 요지]

- ① 불만족스러워야 함. (dissatisfaction)
 - ② 지적으로 이해할 수 있어야 함. (intelligible)
 - ③ 그럴듯해 보여야 함. (plausible)
 - ④ 유용해야 함. (fruitful)

- 제시된 <POE 활동 후 교사의 설명>에 있는 (A)에, 조건 ③을 충족하는 교수 내용을 서술할 것.
- 조건 ④를 충족하기 위해 교사의 설명 후에 추가할 수 있는 교수 내용(활동)을 서술하고, 간단한 예시 1가지를 제시할 것.

<수고하셨습니다.>