

화 학

성명 : ()

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

- D**의 입체구조를 그리고 **A~D** 중에서 메조 화합물(meso compound)을 모두 쓰시오. [2점]

3. <자료 1>은 2015 개정 중학교 과학 교육과정에 제시된 ‘기체의 성질’ 단원의 교과서 내용 중 일부이다. 이 단원보다 먼저 제시된 ‘여러 가지 힘’ 단원의 교과서 내용 중 일부를 <자료 2>에 제시하였다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

[탐구 주제] 기체의 압력과 부피 관계 탐구하기

[탐구 목표] 압력에 따른 공기의 부피 변화를 관찰하여 기체의 압력과 부피의 관계를 설명할 수 있다.

[실험 방법]

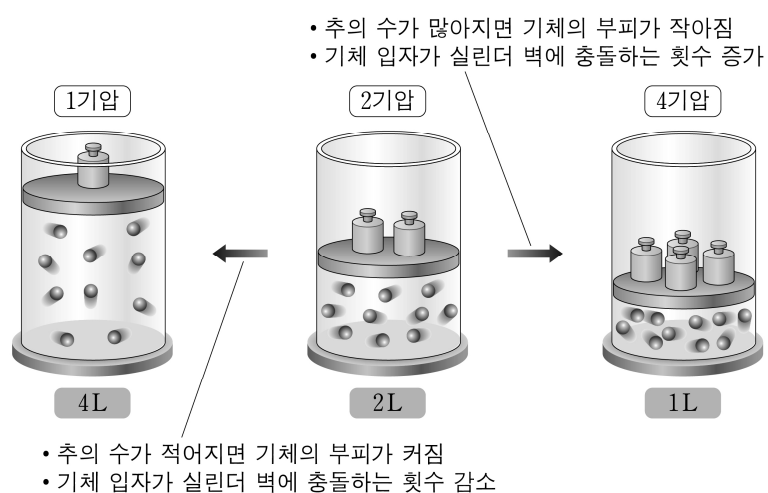
- (1) 주사기의 피스톤을 잡아당겨 공기 60mL를 넣는다.
- (2) 주사기와 압력계를 연결한다.
- (3) 주사기의 피스톤을 눌러 압력계의 눈금을 0.5 기압씩 증가시키면서 주사기의 눈금을 읽어 기록한다.

[결과 및 논의]

- (1) 실험 결과를 표로 작성한다.
- (2) 표의 자료를 활용하여 (㉠)을/를 가로축으로, (㉡)을/를 세로축으로 한 그래프를 작성한다.
- (3) 실험 결과를 일반화하여 규칙성을 찾는다.

영국의 과학자 보일(R. Boyle)은 “일정한 온도에서 일정량의 기체 부피는 압력(단위 면적당 힘)에 반비례한다.”라는 것을 밝혔는데, 이를 보일의 법칙이라고 한다.

기체 입자 운동 모형으로 보일의 법칙을 어떻게 설명할 수 있을까? 그림과 같이 기체 입자 개수의 변화 없이 일정한 온도에서 실린더에 올려놓은 추의 수가 많아지면 기체 입자가 운동할 수 있는 공간이 줄어들어 기체 입자가 실린더 벽에 충돌하는 횟수가 증가한다. 따라서 실린더 안의 기체 압력은 커진다. 반대로 실린더에 올려놓은 추의 수가 적어지면 기체 입자가 운동할 수 있는 공간이 넓어져서 기체 입자가 실린더 벽에 충돌하는 횟수가 감소한다. 따라서 실린더 안의 기체 압력은 작아진다.



<자료 2>

고무풍선에 힘을 가하면 고무풍선이 찌그러지면서 모양이 변하고, 볼링공에 힘을 가해 굴리면 볼링공의 빠르기가 변한다. 또 날아오는 테니스공을 라켓으로 힘껏 치면 테니스공이 순간적으로 찌그러지는 동시에 테니스공의 빠르기와 운동 방향이 함께 변한다. 물체의 운동 상태는 빠르기와 운동 방향으로 나타낼 수 있다. 물체의 모양이나 운동 상태를 변하게 하는 원인을 힘이라고 한다. 물체의 모양이나 운동 상태의 변화를 관찰하면 물체에 힘이 작용하는지 알 수 있다.

<작성 방법>

- 괄호 안의 ㉠과 ㉡에 해당하는 개념을 <자료 1>에서 찾아 각각 쓰고, 가로축과 세로축에 해당하는 변인의 유형을 각각 쓸 것.
- 오수벨(D. Ausubel)의 유의미 학습이론에 근거하여 수업을 진행할 때, <자료 2>의 힘 개념을 포섭자로 하여 <자료 1>의 압력 개념을 포섭하는 과정을 설명할 것.
- 힘 개념으로 압력 개념을 포섭하는 학습이 어떤 유형의 유의미 학습인지 쓸 것.

4. <자료 1>은 2015 개정 고등학교 화학 I 교육과정에 근거한 ‘화학 결합’과 관련된 수업 후, A 교사와 B 교사가 나눈 대화의 일부이다. <자료 2>는 피아제(J. Piaget)의 인지 발달 이론에 대한 설명이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

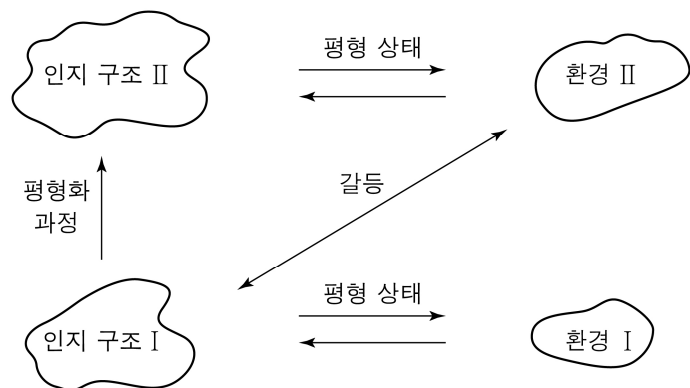
A 교사: 지난 수업 시간에 화학 결합을 설명할 때, 원자의 홀전자가 결합에 참여한다는 것을 가르쳤어요. 수업 후 C 학생이 “암모니아의 질소 원자는 바닥 상태 전자 배치에서 홀전자가 3개이므로 수소 원자 3개와 결합한다는 것은 알겠는데, 메테인의 경우에는 탄소 원자가 바닥 상태에서 홀전자가 2개인데 왜 수소 원자 2개가 아니라 4개와 결합하는지는 이해하지 못하겠다.”고 말하더라고요.

B 교사: 저의 경우도 비슷한 질문을 한 D 학생이 있었어요. 원자들이 화학 결합을 할 때 (㉠)을/를 고려해야 한다는 것을 ‘화학 결합’에서 가르쳤는데, D 학생이 몰랐더라고요. 만약 D 학생의 생각대로 1개의 탄소 원자에 2개의 수소 원자가 결합하면, (㉠)에 맞지 않아 불안정하다고 설명했어요. 이런 방법으로 암모니아와 물도 설명했더니 더욱 잘 이해했어요.

A 교사: 그렇군요. 저는 C 학생에게 메테인에서는 탄소 원자의 s 오비탈 1개와 p 오비탈 3개가 4개의 혼성 오비탈을 만들어서 탄소 원자의 전자 4개가 홀전자로 재배치되기 때문에 4개의 수소 원자와 결합할 수 있다고 설명했어요.

<자료 2>

피아제(J. Piaget)에 의하면 인지 발달은 새로운 환경에 맞는 새로운 인지 구조를 획득하는 과정이며, 조직화, 적응, 평형화 과정을 거친다. 그림과 같이 환경 I 과 평형 상태를 유지하는 학습자의 인지 구조 I 이 새로운 환경 II를 만날 때, 갈등이 일어나면서 비평형 상태가 된다. 그 후, 학습자의 변화된 인지 구조 II가 형성되면서 환경 II와 새로운 평형 상태를 이룬다.



<작성 방법>

- <자료 1>의 괄호 안의 ㉠에 해당하는 내용을 쓸 것.
- 2015 개정 고등학교 화학 I 교육과정에 위배되는 내용을 <자료 1>에서 1가지를 찾아 제시할 것.
- <자료 2>의 피아제(J. Piaget) 인지 발달 이론에 근거하여, C 학생의 인지 구조 I의 사례와, 이에 대응하는 환경 I의 사례를 <자료 1>에서 각각 찾아 제시할 것.

5. <자료 1>은 2015 개정 고등학교 통합과학 교육과정에 제시된 내용 체계 일부와 학습 목표에 따른 교수·학습 활동을 STS 수업 모형에 적용한 수업 설계를 순서 없이 제시한 것이다. <자료 2>는 이 수업에서 다룰 실험이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오 [4점]

<자료 1>

[내용 체계]

영역	핵심 개념	일반화된 지식	내용 요소 통합과학
환경과 에너지	발전과 (㉠)	발전기를 이용하여 생산된 전기 에너지가 가정에 공급된다.	발전기 전기 에너지 전력 수송
		화석연료를 대체하기 위하여 다양한 (㉠)을/를 개발하고 있다.	태양 에너지 핵발전 태양광 발전 (㉠)

[학습 목표]

탄소를 배출하지 않으면서 에너지를 얻을 수 있는 방법을 제시하고 실천할 수 있다.

[교수·학습 활동]

단계	교수·학습 활동
A	탄소를 배출하지 않으면서 에너지를 얻을 수 있는 구체적인 방안을 제시한다. 제시한 방안들을 평가하고, 문제점을 해결하기 위한 재조사를 수행한다. 다양하게 제시된 방안 중에서 실행하기 적절한 것을 선택한다.
B	햇빛, 바람, 지열, 파도 등으로부터 에너지를 얻거나 음식물 쓰레기와 같은 폐기물로부터 에너지를 얻을 수 있는 방법 등을 조사한다. 또한 새로운 과학 기술의 발달로 과거에는 사용할 수 없었던 에너지를 전기 에너지로 전환하는 방법도 알아 본다.
C	탄소를 배출하지 않으면서 에너지를 얻을 수 있는 다양한 방법과 기술들을 실생활에 적용시키면서 주변 친구들과 정보와 아이디어를 공유한다. 또한 이러한 과정에서 나타난 새로운 질문거리를 찾는다.
D	화석 연료가 고갈되어 가고, 탄소를 배출하면서 지구 온난화와 대기 오염 등 환경 문제를 일으키는 상황을 동영상으로 보여 준다.

<자료 2>

[물의 전기 분해와 수소 연료 전지]

(1) 백탄 2개의 위쪽을 알루미늄박으로 감싼다.

(2) 수산화 나트륨 수용액에 백탄을 담근 후 그림 (가)와 같이 9V 건전지에 연결하여 물을 전기 분해한다.

(3) 10분 정도 지난 후 건전지를 떼어 내고 그림 (나)와 같이 발광 다이오드와 전압계를 연결하여 전압을 측정한다.

수산화 나트륨 수용액

백탄

건전지

(가)

수산화 나트륨 수용액

백탄

발광 다이오드

전압계

(나)

<작성 방법>

○ <자료 1>에서 괄호 안의 ㉠에 해당하는 내용을 쓰고, [교수·학습 활동]의 A~D를 STS 수업 모형에 따라 순서대로 쓸 것.

○ <자료 2>의 실험은 <자료 1>의 [교수·학습 활동] 중 어느 단계에서 이루어지는 것이 적절한지 STS 수업 모형의 단계명을 쓸 것.

○ <자료 2>의 그림 (가)에서 건전지의 (-)극에 연결된 전극 표면에서의 기체 발생과 관련된 화학 반응식을 쓸 것.

화 학 [전공 B] (8면 중 5 면)

한국교육과정평가원

6. 다음은 수소 원자의 $2p$ 궤도함수에 대한 자료와 이와 관련된 식이다.

[$2p$ 궤도함수]

$$\psi_{211} = \frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \sin\theta e^{i\phi}$$

$$\psi_{210} = \frac{1}{4\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \cos\theta$$

$$\psi_{21-1} = \frac{1}{8\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{\frac{5}{2}} r e^{-\frac{r}{2a_0}} \sin\theta e^{-i\phi}$$

[실수 함수로 나타낸 $2p$ 궤도함수]

$$\psi_{2p_x} = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_{211} + \psi_{21-1})$$

$$\psi_{2p_y} = \frac{1}{i\sqrt{2}} (\psi_{211} - \psi_{21-1})$$

$$\psi_{2p_z} = \psi_{210}$$

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

[$\hat{L}_z$ 연산자]

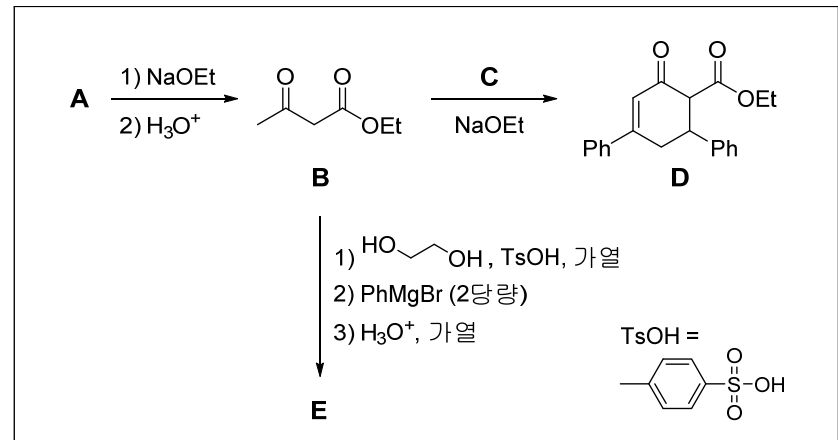
$$\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$$

[오일러 식]

$$e^{\pm ix} = \cos x \pm i \sin x$$

ψ_{2p_z} 궤도함수의 마디 평면(nodal plane)은 xy 평면임을 보이는 과정을 쓰시오. 또한, ψ_{211} 궤도함수 전자의 궤도 각운동량의 z 축 성분 값(L_z)을 구하여 쓰시오. 그리고 주어진 식을 이용하여 ψ_{2p_y} 궤도함수를 구하여 쓰고, ψ_{2p_y} 궤도함수 전자의 경우에는 궤도 각운동량의 z 축 성분을 확정된 값으로 구할 수 없는 이유를 서술하시오. [4점]

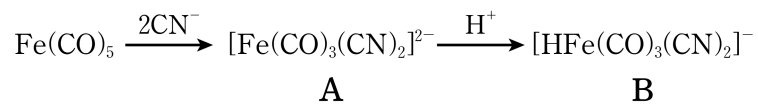
7. 다음은 **A** ($C_4H_8O_2$)의 클라이젠 축합반응(Claisen condensation)을 통해 얻은 중간 생성물 **B**로부터 최종 주생성물 **D**와 **E** ($C_{16}H_{14}O$)를 각각 합성하는 반응식이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



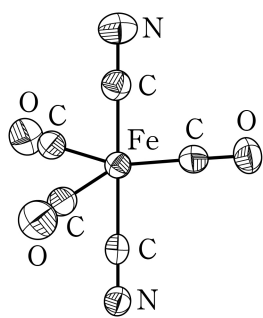
A와 **E**의 구조를 각각 그리고, **B**로부터 **D**를 합성하기 위해 필요한 화합물 **C** ($C_{15}H_{12}O$)의 구조를 그리시오. 또한, **B**와 NaOEt가 같은 당량으로 반응할 때 생성되는 가장 안정한 음이온의 공명 구조를 모두 그리시오. [4점]

8. 다음은 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 으로부터 삼각 쌍뿔 구조의 **A**와 팔면체 구조의 **B**를 합성하는 반응식, **A**의 구조 및 D_{3h} 점군의 지표표를 나타낸 것이다.

○ 반응식



○ **A**의 구조



○ D_{3h} 점군의 지표표

	E	$2C_3$	$3C_2$	σ_h	$2S_3$	$3\sigma_v$		
A_1'	1	1	1	1	1	1		$x^2 + y^2, z^2$
A_2'	1	1	-1	1	1	-1	R_z	
E'	2	-1	0	2	-1	0	(x, y)	$(x^2 - y^2, xy)$
A_1''	1	1	1	-1	-1	-1		
A_2''	1	1	-1	-1	-1	1	z	
E''	2	-1	0	-2	1	0	(R_x, R_y)	(xz, yz)

A가 그림과 같이 3개의 CO 리간드가 모두 적도방향에 놓여 있는 구조로 생성되는 이유를 π -결합과 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론에 근거하여 설명하고, 이때 C—N 신축 진동에 해당하는 기약 표현을 쓰시오. 또한, **B**가 18-전자 화학중임을 확인하는 과정을 서술하고, **B**의 3가지 기하 이성질체 중 대칭 급(class)의 개수가 가장 많은 점군에 해당하는 이성질체 구조를 그리시오. (단, Fe의 원자 번호는 26이다.) [4점]

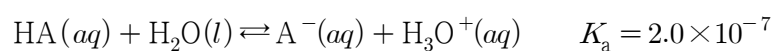
9. 표는 d^3 정팔면체 착화합물 ML_6 의 3개의 스핀 허용 전이에 해당하는 자료이다.

스핀 허용 전이	파수	$\frac{E}{B}$	$\frac{\Delta_o}{B}$
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{2g}$	ν_1		
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(F)$	ν_2	x	
${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(P)$	ν_3	32	16

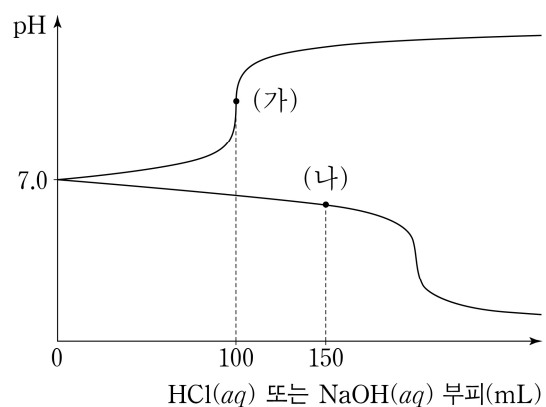
ν_3 가 $a \text{ cm}^{-1}$ 일 때, ML_6 의 결정장 안정화 에너지(CFSE, cm^{-1})를 구하는 과정과 그 결과의 절댓값을 제시하고, x 의 값을 구하여 쓰시오. 또한, 스핀 허용 전이 ${}^4A_{2g} \rightarrow {}^4T_{1g}(P)$ 에서 들뜬 상태에 해당하는 d 전자 배치를 쓰시오. (단, M은 4주기 전이 금속이고, L은 한자리 중성 리간드이다. B 는 착이온의 라카(Racah) 인자이고 E 는 전이에 해당하는 에너지(cm^{-1})이다. 스핀-궤도 짝지음, 뒤틀림(distortion), 같은 상태 향의 혼합(mixing)은 무시한다.) [4점]

10. 자료는 일양성자성 약산 HA의 해리 평형식과 25℃에서의 산 해리 상수(K_a)를 나타낸 것이다. 그림은 x mol HA와 y mol NaA를 녹여 만든 200 mL의 수용액에, 0.2 M HCl(aq) 또는 0.2 M NaOH(aq)을 가하면서 얻은 적정 곡선을 나타낸 것이다.

[자료]



[그림]



x 를 구하여 쓰고, 당량점 (가)에서의 pH 값을 쓰시오. 또한, (나)에서의 pH를 구하는 과정과 그 결과를 제시하시오. (단, 온도는 25℃로 일정하다.) [4점]

11. 다음은 4가지 반응에 대한 25℃에서의 표준 환원 전위(E°) 또는 평형 상수(K)에 대한 자료이다.

- | | |
|--|------------------------------|
| (1) $\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 2\text{H}^+(aq) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(l)$ | $E_1^\circ = 1.77 \text{ V}$ |
| (2) $\text{O}_2(g) + a\text{H}^+(aq) + b\text{e}^- \rightleftharpoons c\text{H}_2\text{O}_2(aq)$ | $E_2^\circ = 0.69 \text{ V}$ |
| (3) $\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$ | $K = 1.0 \times 10^{-14}$ |
| (4) $\text{O}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-(aq)$ | $E_4^\circ = x \text{ V}$ |

b 의 값을 쓰고, (3)에서 25℃에서의 표준 깁스(Gibbs) 에너지 변화(ΔG°)를 K 와 F 를 포함하는 값으로 쓰시오. 또한, x 를 구하는 과정과 그 결과를 제시하시오. (단, 25℃에서, $\frac{RT}{F} \ln 10 = 0.059 \text{ V}$ 이다. R 는 기체 상수, T 는 절대 온도, F 는 패러데이 상수이다.)

[4점]

<수고하셨습니다.>