

2012학년도 중등교사신규임용후보자선정경쟁시험

화 학

1차 시험	2 교시 (전공)	40 문항 80점	시험 시간 120 분
-------	-----------	-----------	-------------

- 문제지 전체 면수가 맞는지 확인하시오.
- 문항의 배점이 1.5점과 2.5점인 문항에는 배점이 표시되어 있습니다. 나머지 문항은 2점입니다.
- 각 문항의 정답을 컴퓨터용 흑색 사인펜을 사용하여 답안지에 표시하시오.

1. 다음은 2009 개정 과학과 교육과정 중 화학 I, 화학 II 과목에 대한 내용 체계의 일부를 나타낸 것이다.

과목	영역	내용 요소	내용 요소
화학 I	담은꼴 화학반응	㉠ 산화 환원	광합성과 호흡, 철의 제련, 암모니아의 합성, 산화수
		산과 염기	염산, 암모니아, 아미노산, 핵산, ㉡ 중화 반응
화학 II	물질 변화와 에너지	반응열	에너지, 엔탈피, 에너지 보존, 헤스의 법칙
		반응의 자발성	자발성, (㉢), 자유 에너지
	화학평형	평형의 원리	㉣ 화학 평형, 평형 상수, 평형의 이동, 상평형, 용해 평형, 헨리의 법칙
		평형의 이용	산-염기 평형, 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
가. 화학 I 에서 ㉠ 을 다룰 때, 산소에 의한 산화·환원 반응 뿐만 아니라 전자 이동에 의한 산화·환원 반응을 이해 하도록 지도한다.
나. 화학 I 에서 ㉡ 을 다룰 때, 염의 가수분해에 의해 만들어진 용액의 특성을 설명할 수 있도록 지도한다.
다. 화학 II 에서 ㉢ 에 들어갈 내용 요소는 ‘엔트로피’이다.
리. 화학 II 에서 ㉣ 은 일정한 온도, 압력에서 자유 에너지의 변화가 없는 상태로 설명할 수 있도록 지도한다.

- ① 가, 다 ② 나, 다 ③ 나, 리
 ④ 가, 나, 리 ⑤ 가, 다, 리

2. 다음은 발견 학습(discovery learning) 모형을 적용하여 5 단계로 구성된 수업의 단계를 순서에 관계없이 나타낸 것이다.

단계	교사-학생 활동																		
(가)	• ㉠ 학생들은 토의를 통해 실험 결과로부터 발견한 규칙성을 발표한다. • 교사 활동: (㉡)																		
(나)	[학생들의 모둠 별 실험] 1) 피스톤을 50 mL 눈금에 놓고, 주사기의 끝을 압력계에 연결한 후 압력을 측정한다. 2) 피스톤을 눌러 부피를 줄여가면서 압력을 측정한다. <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 60%;">주사기 안의 기체의 부피 (mL)</td> <td>50</td> <td>45</td> <td>40</td> <td>35</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>주사기 안의 기체의 압력 (기압)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>기체의 부피 (mL) × 기체의 압력 (기압)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> • 교사는 시범 실험과 모둠 별 실험 결과 사이의 공통 점을 찾아보게 한다.	주사기 안의 기체의 부피 (mL)	50	45	40	35	30	주사기 안의 기체의 압력 (기압)						기체의 부피 (mL) × 기체의 압력 (기압)					
주사기 안의 기체의 부피 (mL)	50	45	40	35	30														
주사기 안의 기체의 압력 (기압)																			
기체의 부피 (mL) × 기체의 압력 (기압)																			
(다)	• 교사는 “자전거에 짐을 많이 실으면 바퀴에는 어떤 변화가 나타날까요?”라고 학생들에게 질문한다. • 학생들은 이에 대한 여러 가지 경험을 이야기하고, 교사는 그 내용과 관련시켜 본시 학습 주제로 유도한다.																		
(라)	• 교사는 일상생활에서 발견할 수 있는 ‘보일의 법칙’의 예를 찾아보게 한다.																		
(마)	[교사의 시범 실험] • 풍선이 들어 있는 밀폐된 용기 안의 공기를 빼낸다. 교사는 ㉢ “풍선의 부피가 달라졌나요?”라고 질문한다. • 용기 안에 공기를 다시 넣고, 풍선의 부피 변화를 관찰 하게 한다. 잠시 후, ㉣ “풍선의 부피가 변한 원인은 무엇 일까요?”라고 질문한다.																		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
가. 수업 순서로 (다) → (마) → (나) → (가) → (라)는 적절하다.
나. ㉠ 에서 학생들이 규칙성을 제대로 발견하지 못하면, ㉡ 에서는 피드백(feed-back)을 통해 규칙성을 찾을 수 있도록 지도한다.
다. (나) 단계에는 가설-연역적 추론 과정이 적용되었다.
리. ㉢ 은 ㉣ 보다 더 수렴적인 질문이다.

- ① 가, 다 ② 가, 리 ③ 나, 다
 ④ 가, 나, 리 ⑤ 나, 다, 리

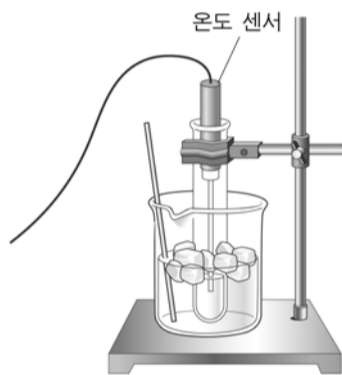
3. 다음은 중학교 과학을 지도하는 김 교사가 계획한 실험 과정과 이 과정에 따라 예비 실험한 결과이다.

[실험 주제]

- 냉각 곡선을 그려 어는점 알아내기

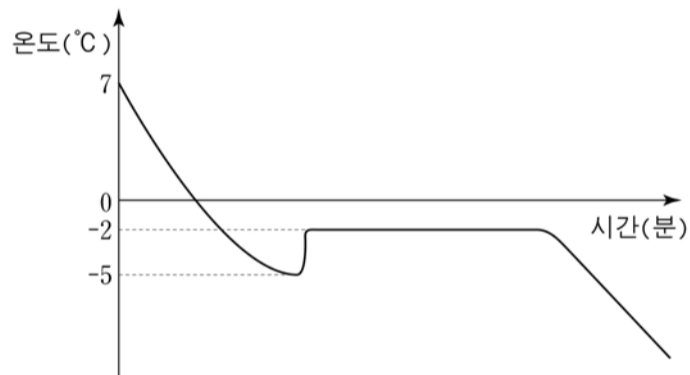
[실험 과정]

- (가) 500 mL 비커에 얼음을 넣고 여기에 물을 약간 넣는다.
 (나) 그림과 같이 소량의 순수한 물이 들어있는 시험관에 온도 센서를 넣고, 클램프를 이용하여 시험관을 얼음물이 들어 있는 비커의 가운데에 고정시킨다.
 (다) 비커의 얼음물에 소금을 넣고 얼음물을 유리막대로 저어 주면서 시험관 속의 물의 온도를 측정한다.



[예비 실험 결과]

- 1기압에서 실험한 결과 다음과 같은 형태의 그래프를 얻었다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

—<보 기>—

- ㄱ. 과냉각 현상이 일어나지 않도록 하려면 실험 과정 (다)에 '시험관 속의 물을 저어준다'와 같은 과정을 포함시킬 필요가 있다.
 ㄴ. 예비 실험에서 사용한 온도 센서로 어는점을 측정할 때, 측정된 온도 값에 5°C를 더하여 데이터를 보정하도록 지도한다.
 ㄷ. 2007년 개정 과학과 교육과정의 내용에 따르면, 7학년에서는 물이 얼 때의 상태 변화를 열에너지와 관련지어 설명하도록 한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 다음은 중학교 교사가 발생 학습(generative learning) 모형의 단계에 따라 작성한 개략적인 교수·학습 지도안이다.

(가) 화학적 변화에서의 질량 변화에 대한 학생의 선개념을 조사한다.

(나) 다음 자료를 제시하고 학생으로 하여금 자신의 생각을 발표하게 한다. 이때, 교사는 학생들의 발표를 장려한다.

- 공기 중에서 나무 조각을 태웠을 때와 밀폐된 유리병 속에서 나무 조각을 태웠을 때, 각각의 질량 변화를 예상하고 그렇게 예상한 까닭을 발표해 봅시다.

(다) 교사는 학생들에게 다음의 실험을 수행하게 한다.

- 염산이 들어있는 유리병을 마개로 막고, 이 유리병과 대리석 조각을 저울에 함께 올려놓고 전체 질량을 측정한다.
- 대리석 조각을 염산이 들어있는 유리병에 넣고 마개로 막은 다음 질량 변화를 관찰한다.

학생들이 실험을 마친 후 교사는 토론을 통하여 학생들이 자신의 개념을 과학적 개념과 비교할 수 있도록 지도한다.

(라) ㉠ 교사는 (다)에서 학습한 과학적 개념이 적용되는 사례를 제시하고, 이를 설명하게 한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. (나)는 질문과 대답을 통하여 학생들이 자신의 개념을 명료하게 인식하는 단계이다.
 ㄴ. 이 수업의 목표를 '화학적 변화에서 질량이 보존되는 것을 설명할 수 있다'로 설정하는 것은 적절하다.
 ㄷ. ㉠으로 '공기가 들어있는 밀폐된 용기 속의 철 못이 녹을 때의 질량 변화'는 적절하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 용해도와 관련된 교수·학습 지도안이다.

단계	교사-학생 활동
도입	선수 학습 내용인 ㉠ ‘온도에 따른 고체의 용해도’를 간단히 설명한다.
전개	(가) 온도에 따른 기체의 용해도 실험 <ul style="list-style-type: none"> 같은 양의 사이다가 들어있는 시험관을 얼음물, 실온의 물, 50°C의 물이 들어있는 비커에 각각 넣고, ㉡ 발생하는 기포의 개수를 세어 비교한다. 기체의 용해도와 온도의 관계를 생각해 보도록 한다. (나) 기체의 용해도와 온도의 관계 이해 <ul style="list-style-type: none"> ㉢ 기체의 용해도와 온도의 관계를 이해하지 못하는 학생들에게 <u>냉각되지 않은 사이다와 냉장고에서 방금 꺼낸 사이다의 병마개를 동시에 따서 기포 발생 정도를 보여준다.</u>
정리	기체의 용해도와 온도의 관계를 이해하는지 평가한다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

㉠ 오수벨(D. Ausubel)의 이론에 의하면, ㉠과 본시 학습 과제를 연결하는 것은 상위적 학습에 해당된다.

㉡ ㉡에는 기초 탐구과정 중 측정이 포함되어 있다.

㉢ 비고츠키(L. Vygotsky)의 이론에 의하면, ㉢은 ‘기체의 용해도와 온도의 관계’를 이해하도록 하기 위해 제공되는 비계 설정(scaffolding)이다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
 ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

6. 다음은 수소 원자의 1s 오비탈에서 전자를 발견할 확률 분포를 이해하기 위한 실험이다.

[실험 과정]

(가) 흰 종이의 중앙에 붉은색의 작은 점을 표시하고, 중앙으로부터 반지름이 1cm, 2cm, 3cm, 4cm, 5cm인 동심원을 그린다.

(나) 과정 (가)의 흰 종이를 고무판 위에 올려놓고, 그림과 같이 1m 정도의 높이에서 원의 중심을 향해 볼펜을 반복하여 떨어뜨린다.

[실험 결과 및 정리]

㉠ 중앙의 붉은 점을 수소의 원자핵에 비유한다면, 단위 면적 당 찍힌 점의 수가 다르다는 것은 무엇을 의미하는가?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

㉠ 이 실험에서 단위 면적 당 찍힌 점의 수가 많다는 것은 전자를 발견할 확률이 높다는 것을 의미한다.

㉡ ㉠에 옳게 답하기 위해서는 비유물과 목표물의 구성 요소를 대응시키는 유추(analogy) 과정이 필요하다.

㉢ 이 실험으로는 원자핵에서 전자를 발견할 확률이 0이라는 것을 설명할 수 없다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
 ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

7. 다음은 공기의 무게에 대한 대안 개념 유형과 김 교사가 지도하는 학생들의 선개념을 알아보기 위해 만든 검사 문항이다.

[대안 개념 유형]

- 공기는 무게가 없다.
- ㉠ 공기는 음(negative)의 무게를 가진다.
- 공기는 중력 방향으로 작용하는 무게가 있다.
- ㉡ 공기뿐만 아니라 모든 물질의 무게를 부피와 연관지어 생각하기 때문에 무게와 부피를 동일시한다.

[김 교사의 검사 문항]

그림과 같이 수평을 이루고 있는 윗접시 저울에 공기통 A와 B를 올려놓으면 어떻게 될까요? (단, 공기통 A보다 B에 더 많은 공기가 들어 있으며, 공기가 들어있는 두 통의 부피는 같고, 공기통 자체의 무게도 같다.)

(가) A 쪽이 내려간다.
 (나) B 쪽이 내려간다.
 (다) 변화가 없다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

㉠ 대안 개념을 조사하는 활동은 개념 변화를 위한 수업에 필요하다.

㉡ (나)를 답으로 선택한 학생은 ㉠과 같이 인식하고 있는 학생으로 판단된다.

㉢ ㉡과 같이 인식하고 있는 학생은 무게가 같은 속이 찬 알루미늄구와 강철구를 보여 주었을 때 알루미늄구가 더 무겁다고 응답한다.

- ① ㉠ ② ㉡ ③ ㉠, ㉡
 ④ ㉡, ㉢ ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

11. 다음은 학생 A가 작성한 화학 II 과목의 용액 단원에 대한 수행 평가 활동지이다.

수행 평가 활동지

1 다음 준비물을 적절하게 사용하여 0.10 M 아세트산 수용액 250 mL를 만드는 과정을 적고, 그 과정에 따라 정확한 농도의 아세트산 수용액을 만드시오.

- 준비물
1.0 M 아세트산 수용액, 증류수, 부피 플라스크(250 mL), 눈금 실린더(250 mL), 비커(250 mL), 증류수병, 스포이트, 피펫, 유리막대

(1) 만드는 과정

(가) 필요한 1.0 M 아세트산 수용액의 부피를 계산한다.
 (나) 피펫을 이용하여 (가)에서 계산한 부피의 1.0 M 아세트산 수용액을 취한 후, 눈금 실린더에 넣는다.
 (다) 증류수를 눈금 실린더의 250 mL 눈금선까지 채우고 용액을 잘 섞는다.

(2) (1)의 과정에 따라 0.10 M 아세트산 수용액 250 mL를 만드시오.

2 아세트산의 ①이온화 상수(K_a)가 1.8×10^{-5} 일 때 여러분이 만든 묽은 용액의 pH를 계산하시오.

(생략)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 학생 A가 0.10 M 아세트산 수용액을 만드는 활동에는 클로퍼(L. Klopfer)의 과학 교육 목표 분류로 볼 때 '수공적 실험 기능'이 포함된다.

ㄴ. 학생의 수행 평가에 대한 평가 준거로 '적절한 기구를 사용하였는가?'를 포함하는 것은 적절하다.

ㄷ. 약산의 표준 용액으로부터 묽은 용액을 제조할 때, 묽은 용액의 pH를 계산하기 위해서 교사는 ①보다 표준 용액의 이온화도를 제시해 주는 것이 더 적절하다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12. 다음은 화학 II 과목의 총괄 평가 문항이다.

[평가 문항]

PCl_5 의 분해 반응이 화학 평형 상태에 있다.

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g) \quad \Delta H > 0$$

평형 상태에서 조건의 변화를 줄 때 나타나는 변화로 옳은 것만을 <다음>에서 있는 대로 고른 것은?

<다음>

A. 평형을 이루고 있는 반응계의 온도를 높여주면 평형은 정반응 쪽으로 이동한다.

B. 평형을 이루고 있는 반응계를 압축하면 평형은 역반응 쪽으로 이동한다.

C. 평형을 이루고 있는 반응계의 온도를 높여주면 역반응 속도는 느려진다.

(가) A (나) B (다) A, B (라) A, B, C

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. <다음>의 B를 '평형을 이루고 있는 일정한 부피의 반응계에 헬륨을 첨가하면 평형은 역반응 쪽으로 이동한다'로 바꾸어도 평가 문항의 정답이 달라지지 않는다.

ㄴ. <다음>의 C는 흡열 반응과 발열 반응을 엔탈피 변화로 구별할 수 있는지를 평가하려는 것이다.

ㄷ. (라)를 답으로 선택하는 학생에게 반응 속도와 온도의 관계를 이해하도록 지도할 필요가 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

13. 1 몰의 일원자 이상 기체를 작동 물질로 사용하여 다음의 순환 과정을 거치는 기관을 작동시켰더니 효율이 0.70이었다.

단계 1: 1000 K, 5.0 L에서 10 L로 등온 가역 팽창
 단계 2: 단열 가역 팽창
 단계 3: 등온 가역 압축
 단계 4: 단열 가역 압축

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이다.)

<보 기>

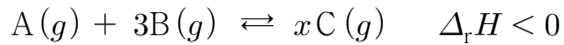
ㄱ. 단계 2의 최종 온도는 300 K이다.

ㄴ. 기관이 고열원으로부터 공급받은 열은 $8.3 \times 1000 \times \ln 2 \text{ J}$ 이다.

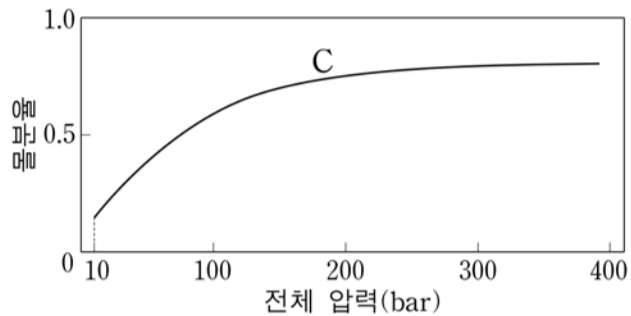
ㄷ. 단계 4에서 증가된 기관의 내부 에너지는 $\frac{3}{2} \times 8.3 \times 700 \text{ J}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14. 다음은 600 K에서 $K_p = 4.0$ 인 열화학 반응식이다.



그림은 일정 온도에서 전체 내부 압력이 10 bar인 평형 상태의 반응 용기를 압축하여 전체 압력이 증가될 때 생성물(C)의 몰분율의 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B, C는 이상 기체이고 $R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이다.) [1.5점]

<보 기>

ㄱ. 열화학 반응식의 계수 x 는 4보다 크다.
 ㄴ. $\Delta_r G^\circ = 0$ 인 온도는 600 K보다 높다.
 ㄷ. 600 K에서 $P_A = 0.50 \text{ bar}$, $P_B = 1.0 \text{ bar}$, $P_C = 1.0 \text{ bar}$ 이면, $\Delta_r G = -8.3 \times 600 \times \ln 4 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 표는 일정 온도에서 A와 B로 이루어진 용액에서 A의 몰분율(x_A)에 따른 성분 기체의 부분 압력 P_A 와 P_B 를 나타낸 것이다.

	x_A	P_A (torr)	P_B (torr)
(가)	0	0	300
(나)	0.80	440	160
(다)	1.0	500	0

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, B의 Henry 상수는 $1.0 \times 10^3 \text{ torr}$ 이다.)

<보 기>

ㄱ. (나)에서 Henry의 법칙으로부터 예상되는 이론적 증기압과 비교하여 구한 B의 활동도는 0.16이다.
 ㄴ. (나)에서 Raoult의 법칙으로부터 예상되는 이론적 증기압과 비교하여 구한 A의 활동도 계수는 0.88이다.
 ㄷ. (가)와 (다)를 혼합하여 균일한 용액이 될 때, $\Delta_{\text{mix}} G < 0$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

16. 조화 진동자의 진동 파수를 $\tilde{\nu}$ 라고 할 때, 진동 양자수 v 에 따른 진동 파동 함수 ψ_v 는 다음과 같다.

$$\psi_0(x) = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} e^{-(1/2)\alpha x^2}$$

$$\psi_1(x) = \left(\frac{4\alpha^3}{\pi}\right)^{1/4} x e^{-(1/2)\alpha x^2}$$

$$\psi_2(x) = \left(\frac{\alpha}{4\pi}\right)^{1/4} (2\alpha x^2 - 1) e^{-(1/2)\alpha x^2}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

(단, $\alpha = \frac{k}{hc\tilde{\nu}}$ 이며, $\int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{(2n)! \pi^{1/2}}{2^{2n+1} n! a^{n+1/2}}$ 이다.)

<보 기>

ㄱ. ψ_0 와 ψ_1 은 서로 직교한다.
 ㄴ. $v = 1$ 인 상태에서의 평균 제곱 변위 $\langle x^2 \rangle$ 는 $\frac{3}{4} \frac{hc\tilde{\nu}}{k}$ 이다.
 ㄷ. $v = 2$ 인 상태에서의 평균 변위 $\langle x \rangle$ 는 0이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

17. 콘주게이션된 고리형 분자 내의 π 전자는 고리 상의 입자 (particle on a ring)로 근사할 수 있다. 다음은 반지름 r 인 고리 상의 입자에 대한 Schrödinger 식과 파동 함수(ψ_{m_l})이며, m_l 은 양자수이다.

$$-\frac{\hbar^2}{2mr^2} \frac{d^2}{d\phi^2} \psi = E\psi \quad \psi_{m_l} = \frac{e^{im_l\phi}}{\sqrt{2\pi}}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 전자의 질량은 m 이며, 전자 사이의 반발력은 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. 고리 상 입자의 최저 에너지 준위 값은 0이다.
 ㄴ. $m_l = 1$ 일 때, 입자를 발견할 확률은 고리 상의 모든 점에서 같다.
 ㄷ. 벤젠의 6개의 π 전자에 대해 최고 점유 준위와 최저 비점유 준위 사이의 에너지 차이는 $\frac{5\hbar^2}{2mr^2}$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 다음은 Hückel 근사법을 통한 1,3-부타다이엔의 π 전자에 대한 분자 궤도함수($\psi_1 \sim \psi_4$) 및 궤도함수 에너지이다. 분자 궤도함수는 각 탄소(C_n)의 $2p$ 궤도함수(χ_n)의 선형 조합(linear combination)이며, 궤도함수 에너지는 Coulomb 적분 α 와 공명 적분 β 로 표시하였다.

분자 궤도함수	에너지
$\psi_4 = 0.372 \chi_1 - 0.602 \chi_2 + 0.602 \chi_3 - 0.372 \chi_4$	$\alpha - 1.62\beta$
$\psi_3 = 0.602 \chi_1 - 0.372 \chi_2 - 0.372 \chi_3 + 0.602 \chi_4$	$\alpha - 0.62\beta$
$\psi_2 = 0.602 \chi_1 + 0.372 \chi_2 - 0.372 \chi_3 - 0.602 \chi_4$	$\alpha + 0.62\beta$
$\psi_1 = 0.372 \chi_1 + 0.602 \chi_2 + 0.602 \chi_3 + 0.372 \chi_4$	$\alpha + 1.62\beta$

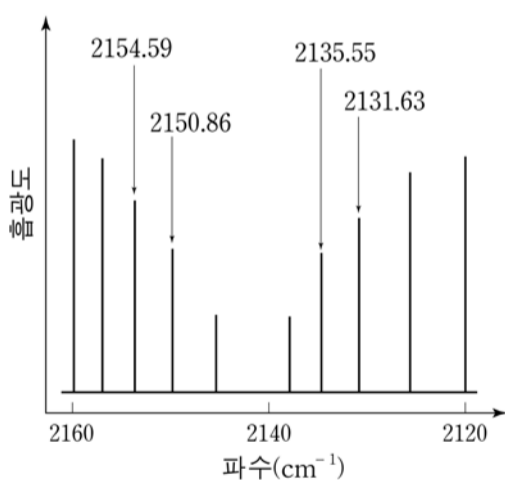
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 에텐의 전체 π 전자 결합 에너지는 $2\alpha + 2\beta$ 이다.)

<보기>

ㄱ. ψ_2 궤도함수는 선형 조합에 참여하는 각각의 $2p$ 궤도함수보다 더 안정하다.
 ㄴ. HOMO에서 LUMO로의 전자 전이에 의해 C_2 와 C_3 탄소 원자 사이의 결합 길이는 증가한다.
 ㄷ. 1,3-부타다이엔의 전체 π 전자의 비편재 에너지(delocalization energy)는 0.24β 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

19. 그림은 어떤 이중핵 이원자 분자의 $v=0 \rightarrow 1$ 전이의 진동-회전 흡수 스펙트럼의 일부로 Q가치가 나타나지 않는다.



바닥 진동 상태 ($v=0$)에서의 회전 상수 B_0 값(cm^{-1})으로 옳은 것은? [2.5점]

- ① 1.374 ② 1.904 ③ 1.923
 ④ 2.296 ⑤ 3.205

20. 표는 반응 $A \rightarrow B + C$ 에서 비활성 기체(M)를 가했을 때의 반응 메커니즘과 활성화 에너지(E_a)이다.

반응 메커니즘	활성화 에너지
$A + M \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} A^* + M$	E_{a1} (정반응) E_{a2} (역반응)
$A^* \xrightarrow{k_3} B + C$	E_{a3}

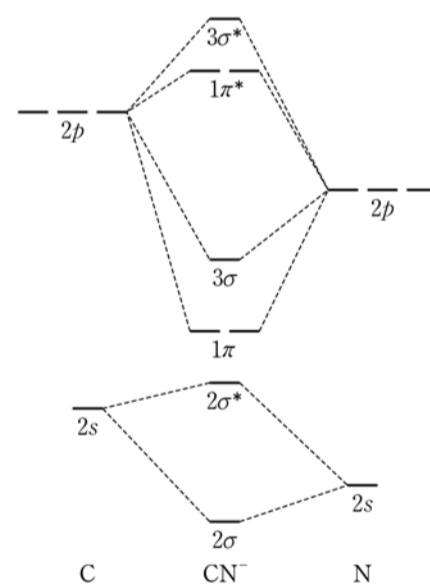
이 반응 메커니즘에 대해 정류 상태 근사법을 적용할 때 반응 속도($\frac{d[B]}{dt}$)와 활성화 에너지에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

ㄱ. $k_2[M] \gg k_3$ 일 때, 전체 반응 차수는 1이다.
 ㄴ. $k_3 \gg k_2[M]$ 일 때, $\frac{d[B]}{dt} = k_1[A][M]$ 이다.
 ㄷ. $k_2[M] \gg k_3$ 일 때, 전체 반응의 활성화 에너지는 $E_{a1} - E_{a2} + E_{a3}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

21. 그림은 CN^- (cyanide) 이온의 분자 궤도함수의 에너지 준위를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

ㄱ. CN^- 의 결합 차수는 2.5이다.
 ㄴ. HOMO는 3σ 오비탈이다.
 ㄷ. 금속과 결합할 때, π 역결합에 참여하는 오비탈은 $1\pi^*$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

22. 다음의 트랜스-과산화수소(H_2O_2)에서 O-H 신축(stretching)에 해당되는 기약 표현(irreducible representation)으로 옳은 것은? (단, 과산화수소의 모든 원자는 같은 평면에 있다.)

	C_{2h}	E	C_2	i	σ_h	
	A_g	1	1	1	1	R_z
	A_u	1	1	-1	-1	z
	B_g	1	-1	1	-1	R_x, R_y
	B_u	1	-1	-1	1	x, y

- ① A_g, A_u ② A_g, B_g ③ A_g, B_u
 ④ A_u, B_g ⑤ B_g, B_u

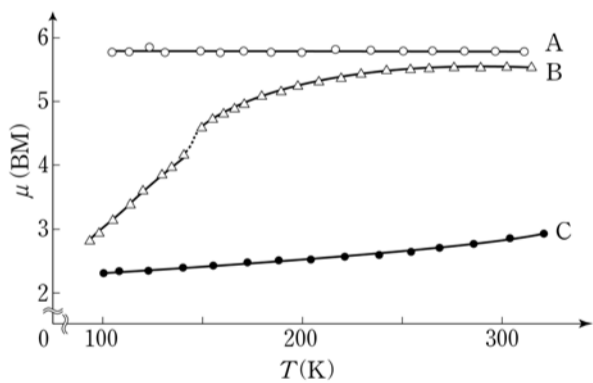
23. 화합물의 결합각 크기에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

ㄱ. 결합각은 NH_3 가 NF_3 보다 크다.
 ㄴ. 결합각은 PCl_3 가 NCl_3 보다 크다.
 ㄷ. $O=CF_2$ 의 F-C-F 결합각은 $O=SF_2$ 의 F-S-F 결합각보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. 그림은 팔면체 구조의 Fe(III) 착물 A, B, C에 대한 온도에 따른 자기 모멘트(μ)를 나타낸 것이다. (단, P 는 짝지움 에너지이고 d^5 팔면체 착물의 바닥 상태 항은 고스핀(high spin)일 때 ${}^6A_{1g}$, 저스핀(low spin)일 때 ${}^2T_{2g}$ 이다.)



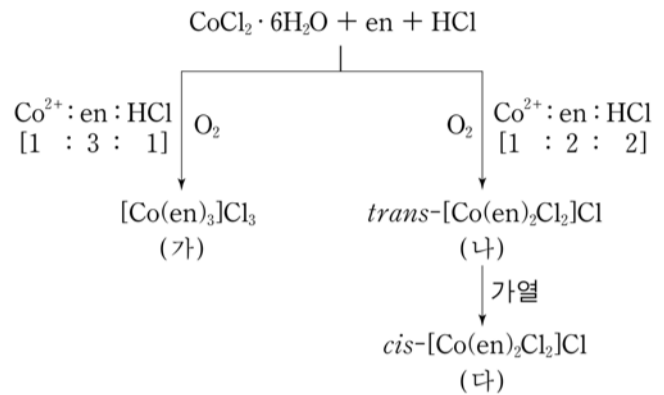
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

—<보기>—

ㄱ. 실온에서 A는 저스핀 화합물이다.
 ㄴ. 200 K에서 ($\Delta_o - P$)는 C가 B보다 크다.
 ㄷ. 120 K에서 (${}^2T_{2g}$ 의 에너지 - ${}^6A_{1g}$ 의 에너지)는 A가 B보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

25. 다음은 $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, 에틸렌디아민(en), 염산(HCl)을 사용하여 여러 가지 Co(III) 배위 화합물을 합성하는 과정을 나타낸 것이다. 각각 다른 당량의 반응물을 사용하여 배위 화합물 (가)와 (나)를 얻었고, (나)를 가열하여 (다)를 얻었다.



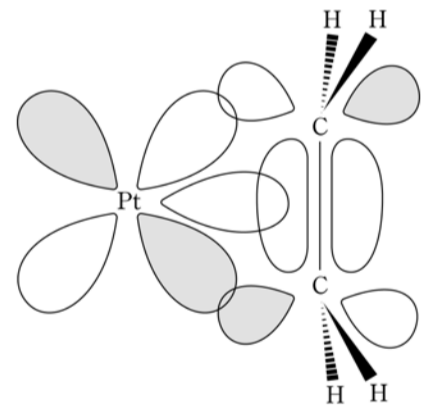
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보기>—

ㄱ. 수용액에서 몰전도도는 (가)가 (나)보다 크다.
 ㄴ. 광학 이성질체가 존재하는 생성물은 (가)와 (다)이다.
 ㄷ. Δ_o 값은 (가)의 착이온 $[Co(en)_3]^{3+}$ 이 $[Co(en)_3]^{2+}$ 보다 크다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

26. 그림은 $[PtCl_3(C_2H_4)]^-$ 에서 Pt 이온과 에틸렌의 결합 형태를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, Pt 원자의 전자 배치는 $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$ 이다.) [1.5점]

—<보기>—

ㄱ. $[PtCl_3(C_2H_4)]^-$ 는 18 전자 화학종이다.
 ㄴ. 에틸렌의 π^* 오비탈과 금속의 d 오비탈의 조합으로 π 결합을 만든다.
 ㄷ. 에틸렌의 H가 모두 CN으로 치환되면 금속과의 π 결합 세기가 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

27. 수용액에서 반응 1은 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]^{3+}$ 에서 물이 음이온 X^- 로 치환되는 반응이고, 반응 2는 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{X}]^{2+}$ 에서 리간드 X^- 가 물로 치환되는 반응이다. 표 A와 B는 각각 반응 1과 2의 속도 상수이다. 한편, 수용액에서 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]^{3+}$ 의 물 교환 반응의 활성화 부피(ΔV^\ddagger)는 300 K에서 $+1.2 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 이다.

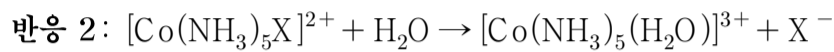
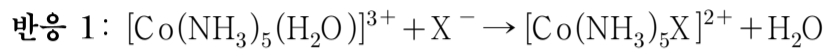


표 A		표 B	
X^-	$k (\text{M}^{-1}\text{s}^{-1})$	X^-	$k (\text{s}^{-1})$
NCS^-	1.3×10^{-6}	NCS^-	5.0×10^{-10}
H_2PO_4^-	2.0×10^{-6}	H_2PO_4^-	2.6×10^{-7}
Cl^-	2.1×10^{-6}	Cl^-	1.7×10^{-6}
NO_3^-	2.3×10^{-6}	NO_3^-	2.7×10^{-5}

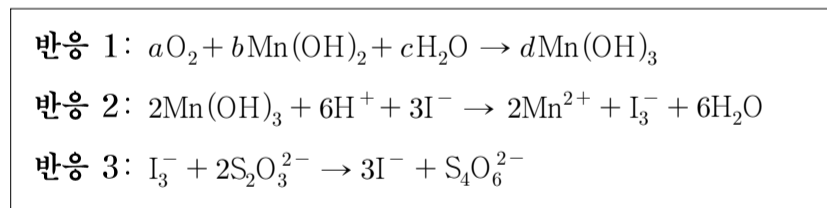
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 반응 1의 전체 반응 차수는 X^- 의 농도에 관계없이 1이다.
 ㄴ. 반응 1은 해리성(D 혹은 I_d) 과정으로 진행된다.
 ㄷ. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{X}]^{2+}$ 에서 Co- NO_3 결합이 Co-NCS 결합보다 강하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

28. 다음은 산소량의 측정과 관련된 일련의 균형 화학 반응식이다.



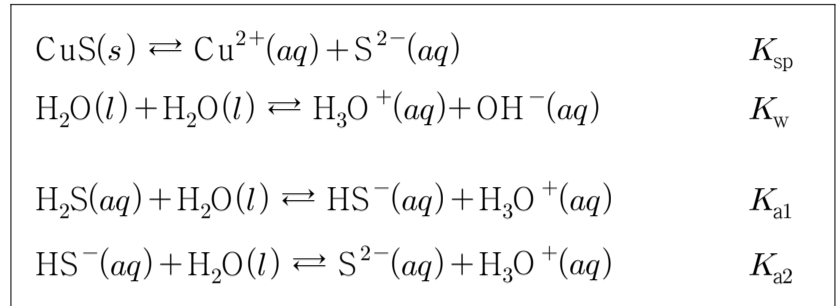
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응은 화학량론적으로 100% 완결된다.)

<보 기>

ㄱ. 반응 1에서 $a+b$ 는 7이다.
 ㄴ. 반응 2에서 2.0 mmol의 Mn^{2+} 이 생성되려면 반응 1에서 0.25 mmol의 O_2 가 필요하다.
 ㄷ. 반응 3에서 1 몰의 I_3^- 이 환원되는데 필요한 전자는 2몰이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

29. 다음은 난용성 염 $\text{CuS}(s)$ 로 포화된 수용액에서의 평형 반응과 평형 상수들이다.



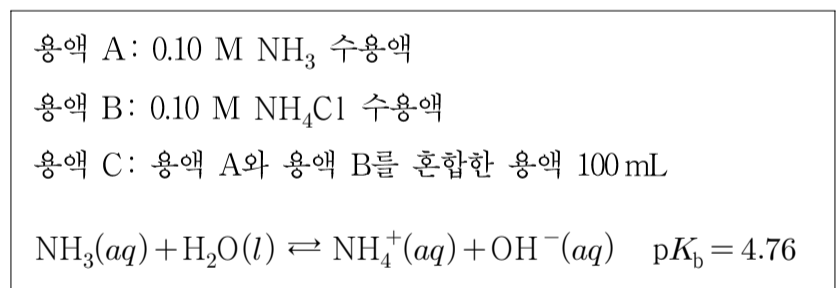
$[\text{Cu}^{2+}]$ 를 나타낸 식으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [2.5점]

<보 기>

ㄱ. $[\text{Cu}^{2+}] = [\text{H}_2\text{S}] + [\text{HS}^-] + [\text{S}^{2-}]$
 ㄴ. $[\text{Cu}^{2+}] = \frac{2[\text{S}^{2-}] + [\text{HS}^-] + [\text{OH}^-] - [\text{H}_3\text{O}^+]}{2}$
 ㄷ. $[\text{Cu}^{2+}] = \sqrt{\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + [\text{H}_3\text{O}^+]K_{a1} + K_{a1}K_{a2}}{K_{a1}K_{a2}} \right) \times K_{sp}}$

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 다음은 3가지 용액의 조성 and 25°C에서의 암모니아의 해리 평형이다.



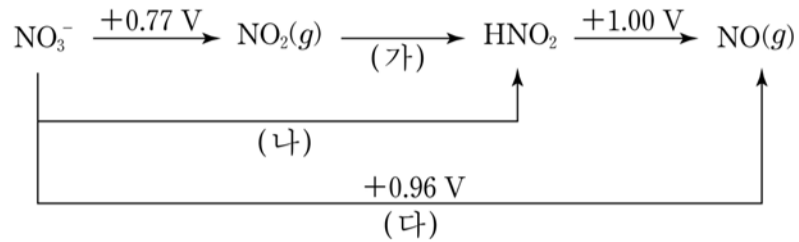
용액 C 100 mL에 0.10 M HCl 10 mL를 가했더니 pH가 9.24였다. 25°C에서 위 용액에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [1.5점]

<보 기>

ㄱ. 용액 C에서 용액 A의 부피 %는 60%이다.
 ㄴ. 용액 C에 1.0 mmol의 HCl을 가했을 때 pH 변화($|\Delta\text{pH}|$)가 1.0 mmol의 NaOH를 가했을 때보다 더 크다.
 ㄷ. 용액 A 100 mL에 0.10 M HCl 용액 40 mL를 가한 용액의 pH는 용액 C의 pH와 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

31. 그림은 산성 수용액에서 질소의 산화 상태의 변화 단계에 대한 표준 환원 전위(E°)를 나타낸 것이다.



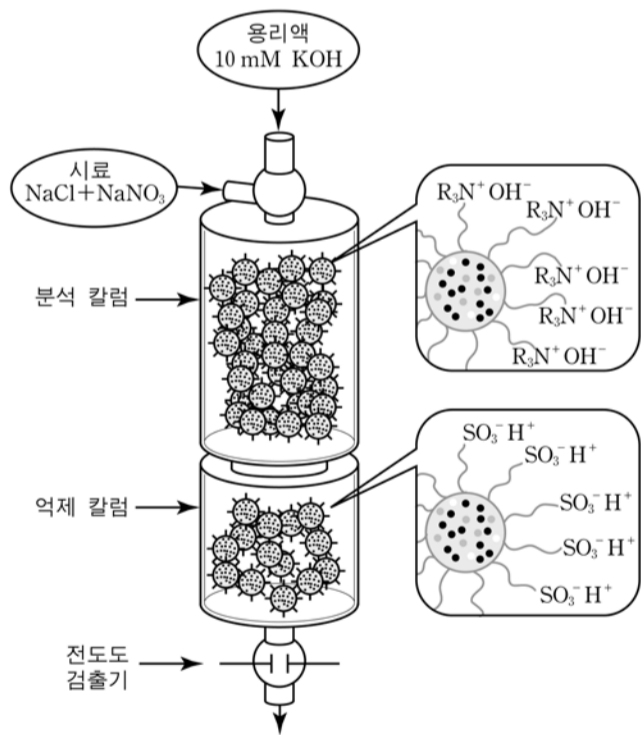
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (가)의 반쪽 반응에서 E° 는 -0.81 V 이다.
 ㄴ. (나)의 반쪽 반응에서 필요한 전자는 NO_3^- 1몰당 2몰이다.
 ㄷ. (다)의 반쪽 반응은 $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO}(g) + 2\text{H}_2\text{O}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

32. 그림은 이온 교환 수지가 들어있는 두 개의 칼럼과 전도도 검출기를 이용하여 NaCl 과 NaNO_3 혼합물을 분리하는 이온 크로마토그래피를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 억제 칼럼을 통과하면서 시료의 Na^+ 은 H^+ 으로 치환된다.
 ㄴ. 용리액의 KOH 농도를 증가시키면 용리 시간은 증가된다.
 ㄷ. 용리액을 10 mM NaHCO_3 수용액으로 바꿔 사용하면 바탕 전도도가 작아진다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

33. 다음은 NaHCO_3 와 Na_2CO_3 혼합 수용액에서 각각의 몰농도 A와 B를 결정하는 실험 과정과 결과이다.

[산 해리 상수]

	$\text{p}K_{a1}$	$\text{p}K_{a2}$
H_2CO_3	6.4	10.3

[지시약의 변색 범위]

지시약	pH 범위
브로모크레졸 그린	3.8 ~ 5.4
페놀 레드	6.4 ~ 8.0

[실험 과정]

<실험 가>

- 혼합 용액 25 mL를 넣은 250 mL 삼각 플라스크에 0.10 M NaOH 용액 50 mL를 가한 후, 10 wt% BaCl_2 10 mL를 가한다.
- (1)의 용액에 페놀 레드 지시약 몇 방울을 가한 다음, 0.10 M HCl 표준 용액으로 용액의 색이 변할 때까지 적정한다.

<실험 나>

새로 준비한 250 mL 삼각 플라스크에 혼합 용액 25 mL를 넣고 지시약 브로모크레졸 그린 몇 방울을 가한 다음 0.10 M HCl 표준 용액으로 적정을 시작한다. 용액의 색이 변하기 시작하면 적정을 멈추고 용액을 2~3분 끓인 후, 다시 식혀서 용액의 색이 완전히 변할 때까지 적정을 계속한다.

[실험 결과]

- <실험 가>에서 $x \text{ mL}$ 의 HCl 표준 용액이 소모되었다.
- <실험 나>에서 $y \text{ mL}$ 의 HCl 표준 용액이 소모되었다.

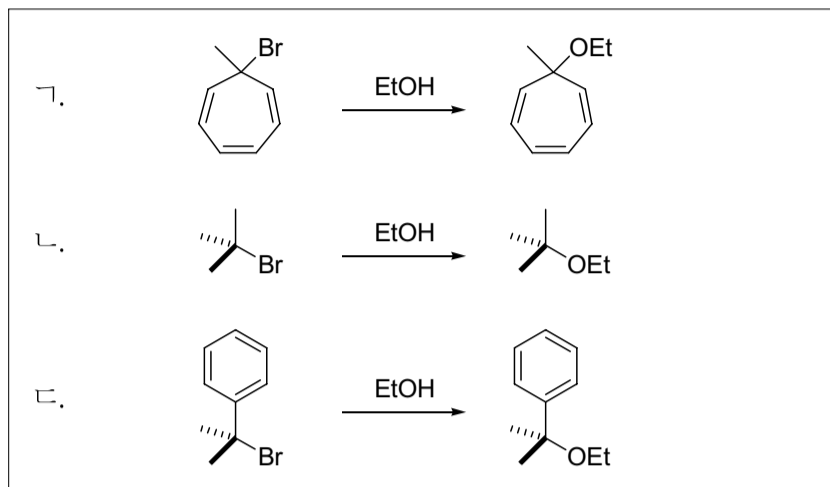
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 각각 0.1 M보다 크고 0.2 M보다 작다.) [2.5점]

<보 기>

ㄱ. <실험 가>의 (1)에서 BaCl_2 를 가하면 침전이 형성된다.
 ㄴ. <실험 가>에서 $A = \frac{0.10 \times 50 - 0.10 \times x}{25}$ 이다.
 ㄷ. <실험 나>에서 $B = \frac{0.10 \times y - A \times 25}{2 \times 25}$ 이다.

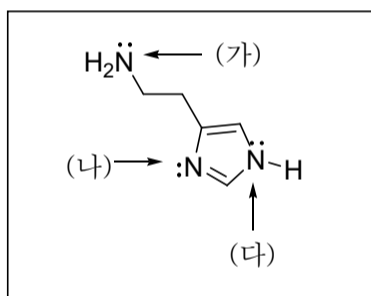
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

34. 다음 할로젠화 알킬(alkyl halide) 화합물의 에탄올 가용매분해 반응(S_N1)에서 중간체의 안정성이 큰 것부터 순서대로 나열한 것은?
(단, 반응 조건은 모두 동일하다.)



- ① ㄱ-ㄷ-ㄴ ② ㄴ-ㄱ-ㄷ ③ ㄴ-ㄷ-ㄱ
④ ㄷ-ㄱ-ㄴ ⑤ ㄷ-ㄴ-ㄱ

35. 다음은 혈관 확장제인 히스타민(histamine)의 구조이다.

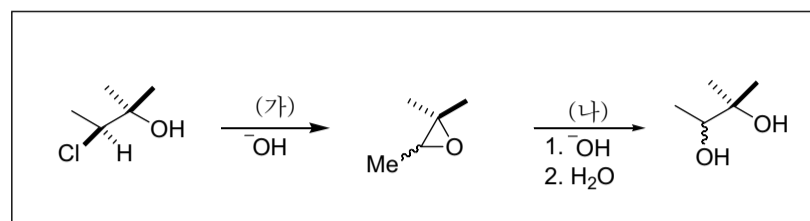


각 질소 원자의 혼성 궤도함수를 가장 적절하게 배열한 것은?
[15점]

- | | | | |
|---|--------|--------|--------|
| | (가) | (나) | (다) |
| ① | sp^3 | sp^2 | sp^2 |
| ② | sp^3 | sp^2 | sp^3 |
| ③ | sp^3 | sp^3 | sp^3 |
| ④ | sp^2 | sp^2 | sp^3 |
| ⑤ | sp^2 | sp^3 | sp^2 |

36. 다음은 (S)-3-chloro-2-methyl-2-butanol이

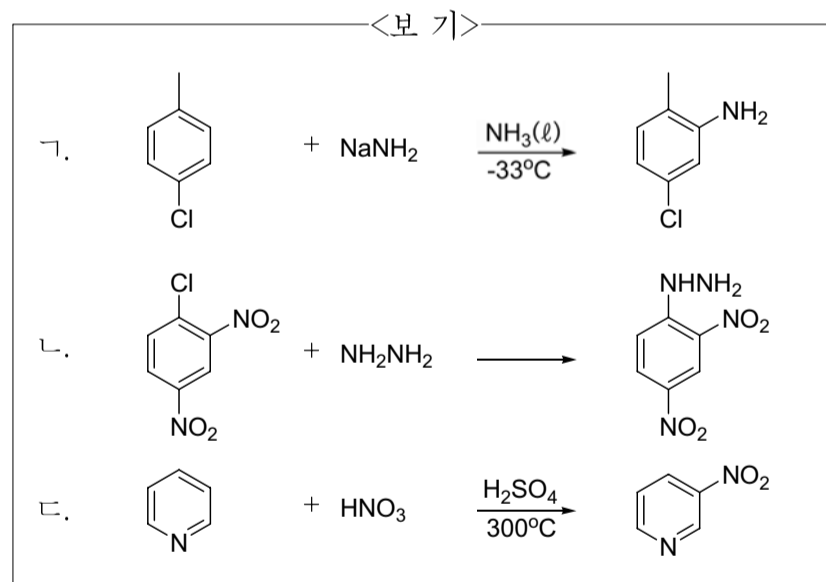
중간체인 2,2,3-trimethyloxirane을 거쳐
주생성물인 2-methyl-2,3-butanediol로 되는 반응이다.
(단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



단계 (가)와 (나)에서 일어나는 입체화학으로 옳게 짝지은 것은?

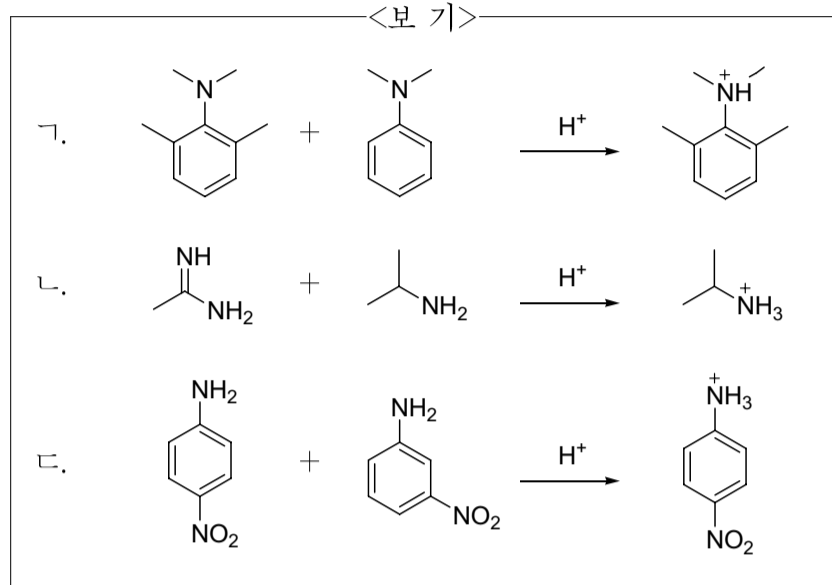
- | | | |
|---|------|------|
| | (가) | (나) |
| ① | 반전 | 라세미화 |
| ② | 반전 | 반전 |
| ③ | 라세미화 | 반전 |
| ④ | 보존 | 반전 |
| ⑤ | 라세미화 | 라세미화 |

37. 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



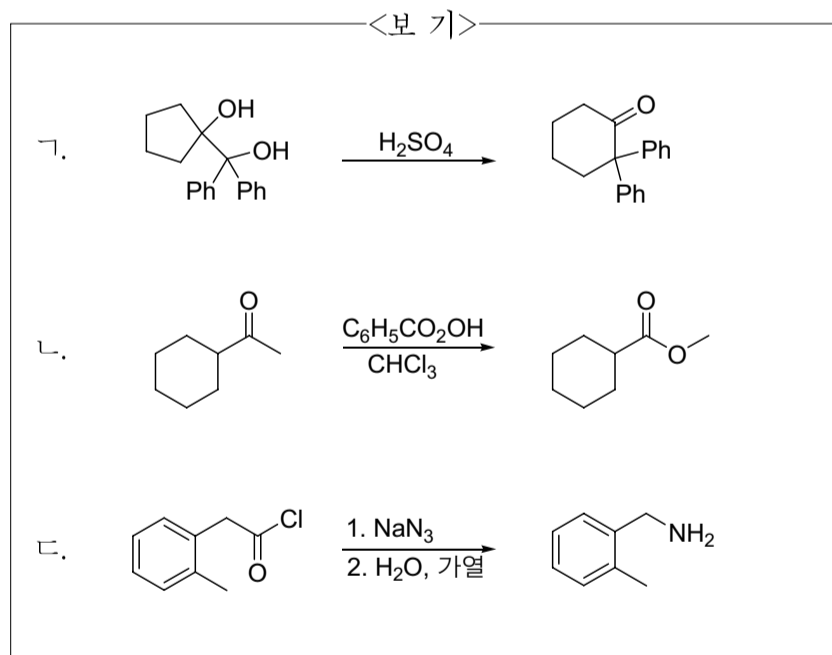
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

38. 다음 두 염기 혼합 용액에 일양성자 산을 첨가하였을 때 생성되는 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 반응에서 두 염기 각각 1몰과 산 1몰이 사용되었으며, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



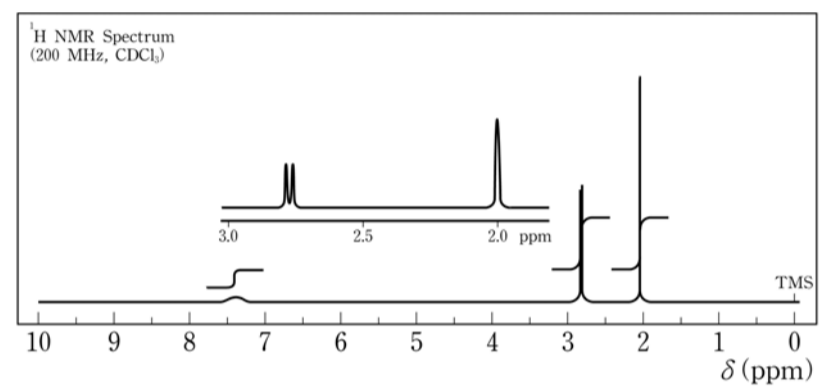
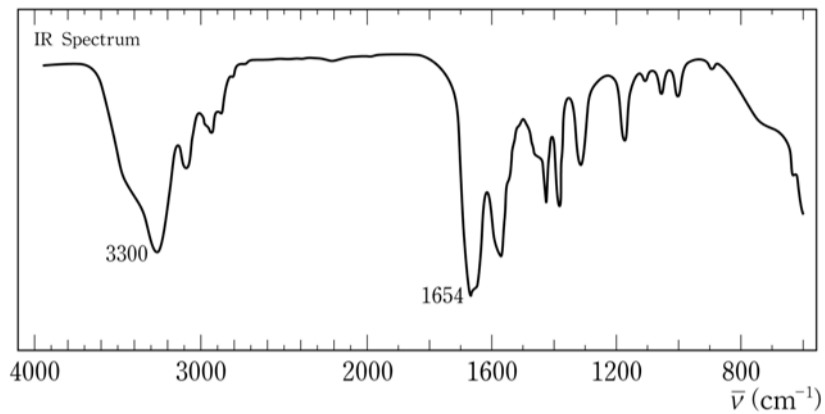
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

39. 주생성물의 구조가 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 각 단계에서는 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.) [2.5점]



- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

40. 다음은 어떤 화합물(C₃H₇NO)의 IR과 ¹H NMR 스펙트럼이다. (단, ¹H NMR 스펙트럼의 여백에 있는 피크는 눈금으로 표시된 영역의 피크를 확대한 것이다.)



이 화합물의 구조로 옳은 것은?

- ① CN(C)CO ② CN(C)C=O
 ③ CC(=O)N ④ CC(=O)N(C)C
 ⑤ CN(C)CO

- 수 고 하 셴 습 니 다 -