

## ■ 논술전형 화학 : 문항카드 12

### ① 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학 계열(과목) / 문항번호	<b>자연계열(화학) / 1번 문항</b>	
출제 범위	고등학교 과목명	<b>화학 I</b>
	핵심개념 및 용어	원자의 구조, 원자 모형, 전자, 원자핵, 중성자, 선스펙트럼, 전자껍질
예상 소요 시간	12분/ 총 60분	

### ② 문항 및 제시문

#### 제시문은 별책 참조

제시문 [가]에 나타난 각 실험을 통해 밝혀진 원자의 구조에 대해서 논하시오. [8점]

### ③ 출제 의도

#### [전체문항]

고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 기본 개념들의 원리 이해와 이를 이용한 화학 반응과 관련한 문제들의 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특정 학습 범위나 지엽적인 지식 숙지에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I과 화학 II 교과서에서 골고루 제시문을 발췌 하였으며, 화학 하위 문항별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 교과서를 위주로 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제하였다.

#### [문항 1]

원자를 구성하는 입자들의 발견 과정과 이를 통해 밝혀진 사실에 기반을 둔 원자의 구조를 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

### ④ 제시문 출제 근거 (공통)

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] "과학과 교육과정"	
관련 성취 기준	과목명: 화학 I	관련

<b>화학 I - (2) 개성 있는 원소</b>		
교육 과정 내용	(가)원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고, 지구에서 가장 흔하게 존재하는 H, C, N, O, Fe 등과 같은 원자의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다. (다)보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다.	제시문 (가)
성취 기준1	화1201-1. 원자를 구성하는 입자의 종류와 성질을 설명할 수 있다.	
성취 기준2	화1201-3.원자를 구성하는 입자가 밝혀지기까지 여러 과학자들의 헌신적인 노력이 있었음을 깨닫고 그 가치를 인식한다.	
성취 기준3	화1203-1. 보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다.	
성취 기준4	화1203-2. 원자모형의 변천 과정을 통해 현대 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.	
<b>과목명: 화학 II</b>		관련
<b>화학 II - (2) 물질 변화와 에너지</b>		
교육 과정 내용	(나) 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명하고, 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.	제시문 (나)
성취 기준1	화2202. 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명하고, 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.	
<b>과목명: 화학 II</b>		관련
<b>화학 II - (4) 화학 반응 속도</b>		
교육 과정 내용	(마) 반응 속도가 반응 과정에서 극복해야 할 에너지 장벽에 따라 결정됨을 인식한다.	제시문 (나)
성취 기준1	화2405. 반응 속도가 반응 과정에서 극복해야 할 에너지 장벽에 따라 결정됨을 설명할 수 있다.	
<b>과목명: 화학 I</b>		관련
<b>화학 I - (1) 화학의 언어</b>		
교육 과정 내용	(다) 원소 분석을 통하여 여러 가지 화합물의 조성을 확인하여 화학식과 분자의 구조를 밝혀내는 과정을 설명할 수 있다.	제시문 (다)
성취 기준1	화1103-1. 원소 분석을 통하여 화합물의 조성을 찾아내고 화학식을 알아 내는 과정을 설명할 수 있다.	
<b>과목명: 화학 II</b>		관련
<b>화학 II - (3) 화학 평형</b>		
교육 과정 내용	(아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.	제시문 (라)
성취 기준1	화2308-1.화학 전지, 연료 전지 원리를 산화-환원 반응으로 설명 할 수 있다.	
성취 기준2	화2308-2.전기분해의 원리를 산화- 환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행정도와의 관계를 설명 할 수 있다.	

		<b>과목명: 화학 I</b>	관련
교육 과정 내용	화학 I - (2) 개성 있는 원소		제시문 (마)
	(마)주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다.		
성취 기준1	화1205. 주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다.		

**5] 화학 1번 문항 출제 근거**

<b>적용 교육과정</b>	<b>교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] “과학과 교육과정”</b>		
<b>관련 성취 기준</b>	<b>과목명: 화학 I</b>		관련
	교육 과정 내용	화학 I - (2) 개성 있는 원소	
		(가)원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고, 지구에서 가장 흔하게 존재하는 H, C, N, O, Fe 등과 같은 원자의 공통점과 차이점을 설명할 수 있다. (다)보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다.	
	성취 기준1	화1201-1. 원자를 구성하는 입자의 종류와 성질을 설명할 수 있다.	
	성취 기준2	화1201-3 원자를 구성하는 입자가 밝혀지기까지 여러 과학자들의 헌신적인 노력이 있었음을 깨닫고 그 가치를 인식한다.	
	성취 기준3	화1203-1. 보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 설명할 수 있다.	
성취 기준4	화1203-2. 원자모형의 변천 과정을 통해 현대 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.		

교과서					
도서명	저자	발행처	발행 년도	쪽수	재구성 여부
화학 I	노태희 외	천재교육	2011	59~63, 80~84, 87	○
화학 I	박종석 외	교학사	2011	57~60, 70~71	○
화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	47~48, 60~63, 77~78	○
화학 I	류해일 외	비상교육	2011	63~66, 76~78	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행 년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

**6 문항 해설**

원자를 구성하는 입자들이 밝혀지기까지 많은 과학자들의 헌신적인 노력이 있었다. 본 문항의 핵심적인 내용은 원자를 구성하는 입자들의 발견과정 및 원자의 구조를 밝히기 위한 중요한 실험들의 결과를 이해하고 이를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가한다.

**7 채점 기준**

하위 문항	채점기준	배점
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제시문 [가]의 네 가지 실험의 과학적 의미를 명확히 이해한다.</li> <li>- 음극선 실험과 전자의 발견을 연관 지을 수 있다.</li> <li>- 러더퍼드의 실험을 통해 밝혀진 원자핵과 원자의 구조를 설명할 수 있다.</li> <li>- 채드윅의 실험과 중성자의 발견을 연관 지을 수 있다.</li> <li>- 불연속적인 선스펙트럼과 원자 구조와의 관계를 해석할 수 있다.</li> </ul>	8

- ㄱ) 음극선의 발견 → 원자의 구성 입자로서 전자의 발견 (툼슨의 원자 모형으로 발전)
- ㄴ) 불연속적인 스펙트럼 → 전자의 에너지 준위가 존재 (보어의 모형이 제안되는 동기가 됨)
- ㄷ) 러더퍼드의 실험 → 원자핵의 발견 (러더퍼드의 원자 모형으로 발전)
- ㄹ) 채드윅의 실험에서 전하를 띠지 않는 입자의 발견 → 중성자의 존재  
 위 각 실험을 통해서 발견된 입자 또는 입자의 특성을 원자모형과 연계하여 설명하여야 함.

위 사실을 원자모형과 연계하여 설명한 경우 각각 배점 부여  
 각각의 사실을 단순히 나열한 경우에는 감점할 수 있음

**8 예시 답안**

**■ 예시답안**

(ㄱ) 의 실험을 통해서 음극선의 발견을 하였으며 음전하를 띤 전자가 원자를 구성하는 입자임을 추론하였다. 톰슨은 이러한 발견을 기초로 양전하를 띤 입자에 전자가 드문드문 박혀 있는 원자 모형을 제안하였다.

(ㄴ) 불연속적인 스펙트럼은 전자의 에너지 준위가 존재함을 나타낸다. 불연속적인 스펙트럼은 (ㄷ) 실험을 통해서 러더퍼드가 제안한 원자모형에 모순되며 여러 개의 에너지 준위가 다른 전자껍질을

가진 보어의 원자 모형이 제안되었다.

(ㄷ) 러더퍼드는 알파입자 산란실험을 통해서 양전하를 띠며 질량이 크고 매우 작은 크기의 입자 즉 원자핵이 존재함을 증명하였으며 원자핵의 주위를 전자가 회전하고 있는 러더퍼드의 원자모형이 제안되었다.

(ㄹ) 채드윅은 알파 입자를 충돌시키는 실험을 통해서 전하를 띠지 않는 중성자를 발견하였으며 원자핵에 양성자와 중성자가 함께 존재한다는 사실을 추론하였다.

■ **입실교사 검토의견**

**[범위]**

- 원자를 구성하고 있는 입자가 발견된 과학자들의 실험과 관련된 원자의 구조와의 관계, 원자의 선스펙트럼으로 알 수 있는 보어의 원자모형에 대해 묻는 문항으로 교육과정에 있는 내용임.

**[수준]**

- 원자는 양성자와 중성자로 구성된 원자핵과 원자핵의 바깥에 위치한 전자로 구성된다는 것을 설명하고 보어 모형을 이용하여 원소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명할 수 있는 지 묻는 '상' 수준의 문항임.

9) **선행학습 영향평가 위원 검토 의견**

제시문[가]는 원자를 구성하고 있는 입자가 발견되기까지 과학자들의 실험을 보여주고 있다. 문항1은 이를 통해 밝혀진 원자의 구조가 전자, 양성자, 중성자로 구성되어 있음을 알고, 선스펙트럼 실험을 통해 전자의 에너지 준위가 불연속적이라는 사실을 관련지어 설명할 수 있는지를 묻고 있다. 이 문항을 해결하기 위한 모든 개념은 화학 I (2) 개성 있는 원소 단원에서 공통적으로 다루고 있는 교육과정 내 필수 개념으로 분석한 4종 교과서에 모두 수록되어 있다. 이에 교육과정 중심의 교과내용을 이해하고 있으면 충분히 해결할 수 있는 문항으로 제시문과 문항, 채점기준 모두 교육과정의 범위와 수준을 철저히 준수하고 있다. 개념의 이해정도로 해결할 수 있는 문항에 해당하므로 난이도는 '중' 수준에 해당한다.

■ **논술전형 화학 : 문항카드 13**

1) **일반정보**

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학 계열(과목) / 문항번호	<b>자연계열(화학) / 2번 문항</b>	
출제 범위	고등학교 과목명	<b>화학 I, 화학II</b>
	핵심개념 및 용어	<b>탄산칼슘과 염산의 반응, 반응 속도에 영향을 주는 요인, 화학 반응식</b>

예상 소요 시간	12분/ 총 60분
----------	------------

**② 문항 및 제시문**

**제시문은 별책 참조**  
 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>)을 염산(HCl) 수용액에 넣으면 기체가 발생하면서 서서히 녹는다. 탄산칼슘과 염산이 반응하는 과정의 화학 반응식을 나타내고, 염산 수용액에 분말 상태의 탄산칼슘을 넣었을 때와 덩어리 상태의 탄산칼슘을 넣었을 때의 반응 속도가 어떻게 다른지 논하시오. 또, 이 반응의 반응 속도에 영향을 줄 수 있는 추가적인 요인들에 대해서 논하시오. [8점]

**③ 출제 의도**

**[전체문항]**  
 고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 기본 개념들의 원리 이해와 이를 이용한 화학 반응과 관련한 문제들의 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특정 학습 범위나 지엽적인 지식 숙지에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I과 화학 II 교과서에서 골고루 제시문을 발취하였으며, 화학 하위문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 교과서를 위주로 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제하였다.

**[문항 2]**  
 교과서에 제시된 대표적인 기체 발생 반응인 탄산칼슘과 염산의 반응 과정을 이해하고 화학 반응의 속도에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들이 있음을 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

**④ 화학 2번 문항 출제 근거**

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] “과학과 교육과정”	
관련 성취 기준	과목명: 화학 I	관련
	교육 과정 내용	화학 I - (1) 화학의 언어 (마)여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다
	성취 기준1	화1105-1. 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 그 의미를 설명할 수 있다.
	과목명: 화학 II	관련
교육 과정 내용	화학II - (4) 화학 반응 속도 (다) 반응 속도의 농도 의존도가 다양하다는 사실을 이해하고, 반감기를	2번 문항

	정의할 수 있는 경우도 있음을 설명할 수 있다. (라) 반응 속도가 온도에 따라 민감하게 변한다는 사실을 이해한다. (마) 반응 속도가 반응과정에서 극복해야 할 에너지 장벽에 따라 결정됨을 인식한다.
성취 기준1	화2403-1. 반응 속도의 농도 의존도가 다양하다는 사실을 설명하고, 반감기를 정의할 수 있는 경우도 있음을 설명할 수 있다.
성취 기준2	화2404-1. 기체 분자 운동 에너지 분포 곡선을 이용하여 온도와 반응 속도의 관계를 설명할 수 있다.
성취 기준3	화2405. 반응속도가 반응 과정에서 극복해야 할 에너지 장벽에 따라 결정됨을 설명할 수 있다.

교과서					
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	재구성 여부
화학 I	노태희 외	천재교육	2011	41~42, 48, 87, 111~113	○
화학 I	박종석 외	교학사	2011	38~40	○
화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	47~48	○
화학 I	류해일 외	비상교육	2011	42~46	○
화학 II	노태희 외	천재교육	2011	85~87, 90~94, 206, 213~215, 222, 226~227	○
화학 II	박종석 외	교학사	2011	87~91, 94~97, 234, 238, 248~249, 254	○
화학 II	김희준 외	상상아카데미	2011	87~91, 95~98, 213~215, 221~224	○
화학 II	류해일 외	비상교육	2011	86~95, 225~227, 231~235	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

5 문항 해설

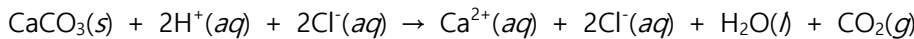
화학반응의 속도에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대한 논술을 요구하고 있음. 입자간의 충돌 횟수가 반응 속도에 매우 큰 영향을 주고 있음을 이해하고 고체인 탄산 칼슘 표면적과 충돌 횟수에 따른 반응 속도 차이를 유추할 수 있는지 평가한다. 또한 반응 속도에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들을

이해하고 있는지 평가한다.

**6 채점 기준**

하위문항	채점기준	배점
2	- 표면적이 반응을 위한 충돌 횟수에 영향을 줌을 이해하고, 덩어리와 가루 상태의 반응 속도 차이에 적용할 수 있다. - 화학 반응 속도에 영향을 주는 다양한 요인들을 제시할 수 있다.	8

- 탄산칼슘과 염산 수용액의 화학반응식을 명확히 기재하였는가?



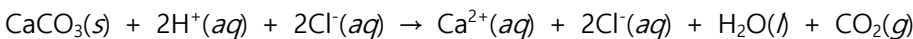
오답예)  $\text{CaCl}_2$ 를 고체로 표기하거나  $\text{CO}_2$ 를  $\text{H}_2\text{CO}_3$  수용액의 형태로 표기

- 탄산칼슘 분말이 더 빠르게 반응하는 것을 충돌횟수와 연관 지어 설명할 수 있는가?
- 반응속도에 영향을 줄 수 있는 추가적인 요인들에 대해서 설명할 수 있는가?  
(온도, HCl의 농도, 기압 등의 요인)

**7 예시 답안**

**■ 예시답안**

탄산칼슘과 염산이 반응하는 과정의 화학반응식은 다음과 같다.



제시문[나]에서 화학반응이 일어나기 위해서는 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 입자들이 유효한 방향으로 충돌하는 유효충돌이 필요하다고 설명하고 있다. 분말 상태의 탄산칼슘이 덩어리 상태의 탄산칼슘보다 상대적으로 넓은 표면을 가지게 되며 같은 조건에서 유효충돌이 일어날 가능성이 커지게 될 것이다. 따라서, 분말 상태의 탄산칼슘이 더 빠르게 반응하게 될 것이다.

반응을 빠르게 하기 위해서는 유효충돌이 증가해야 한다. 온도를 높여주게 되면 입자의 운동이 빨라지게 되어 활성화 에너지보다 큰 운동 에너지를 가지는 분자 수가 증가해 반응속도가 빨라진다. 또한 염산의 농도를 높여주게 되면 용액 내에 입자가 많아지게 되므로 유효충돌 또한 증가하게 될 것이다.

**■ 입실교사 검토의견**

**[범위]**

- 반응물과 생성물의 정보를 통해 화학 반응식을 완성하고, 고체 반응물의 표면에 따라 반응 속도가 달라지는 현상과 그 외 반응 속도를 변화시키는 요인에 대해 묻는 문항으로 교육과정에 있는 내용임.

**[수준]**

- 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 농도 변화(고체 반응물인 경우 표면적)에 따른 반응

속도의 변화를 분자의 충돌로 설명할 수 있으며 농도 및 온도와 반응 속도와의 관계를 정성적으로 설명할 수 있는 지 묻는 '중' 수준의 문항임.

**⑧ 선행학습 영향평가 위원 검토 의견**

문항2를 해결하기 위해서는 두 가지 교육과정 내용에 대한 이해를 필요로 한다. 우선 문제에서 주어진 반응물과 기체 생성물이란 정보를 통해서 이를 화학 반응식으로 나타낼 수 있어야 한다. 또한 이 반응에서 반응 속도에 영향을 미치는 다양한 요인들을 찾아 설명할 수 있어야 한다.

첫 번째 교육과정 내용은 화학 I (1) 화학의 언어 단원에서 제시하는 '화1105-1. 화학반응을 화학 반응식으로 나타내고, 그 의미를 설명할 수 있다'는 성취기준에 해당하는 내용으로 교육과정 범위와 수준을 준수하고 있다. 또한 이 문항에서 요구하는 탄산칼슘과 염산과의 반응은 화학 반응식의 예시로 교과서에서 많이 활용되고 있어 학생들이 어렵지 않게 답안을 작성할 수 있었을 것이다.

두 번째 교육과정 내용은 화학 II (4) 화학 반응 속도 단원에서 반응 속도의 농도, 온도, 촉매 등의 의존도에 관한 주제를 다루고 있는데, 농도 의존도에 대한 원리는 분자의 충돌수 개념으로 설명하고 있다. 또한 기체의 압력과 반응 속도 관계, 표면적과 접촉 면적의 개념도 충돌수와 관련지어 설명하면서 충돌수와 반응 속도 관계를 다양한 관점에서 다루고 있다.

문항 2를 해결하기 위한 모든 개념과 용어, 채점기준은 교육과정 내 범위와 수준을 철저히 준수하고 있다. 이에 교과 내 개념을 원리적으로 이해한 학생은 문항을 해결하는데 어려움이 없었을 것이다. 다만 한 문항을 해결하기 위한 여러 가지 개념들을 놓치지 않고 서술해야 하기 때문에 난이도는 중상에 해당한다.

**■ 논술전형 화학 : 문항카드 14**

**① 일반정보**

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학 계열(과목) / 문항번호	<b>자연계열(화학) / 3번 문항</b>	
출제 범위	고등학교 과목명	<b>화학 I, 화학 II</b>
	핵심개념 및 용어	<b>원소분석, 열화학 반응식, 헤스법칙</b>
예상 소요 시간	12분/ 총 60분	

**② 문항 및 제시문**

**제시문은 별책 참조**

화합물 A는 탄소, 수소, 산소로 구성되어 있다. [그림1]의 장치를 이용하여 23 g의 화합물 A의 원소분석을 진행하였더니 염화 칼슘(CaCl<sub>2</sub>)의 질량이 27 g 증가했고 수산화 나트륨(NaOH)의 질량은 44 g 증가했는데, 화합물 A가 연소되는 과정에서는 683 kJ의 열이 발생하였다. 한편, 산소가 부족한 환경에서 1몰의 화합물 A를 연소시켰을 때 일산화 탄소(CO)와 수증기(H<sub>2</sub>O)의 혼합물이 생성되었으며, 이 혼합물에 충분한 산소를 공급하여 다시 연소시켰을 때에는 566 kJ의 열이 발생하였다. 화합물 A를 산소가 부족한 환경에서 연소시켜 일산화 탄소와 수증기를 생성하는 반응의 열화학 반응식을 풀이 과정과 함께 논하시오 (단, 탄소, 수소, 산소의 원자량은 각각 12, 1, 16이며, 모든 반응 조건은 25°C, 1기압이라 가정하라). [8점]

**3] 출제 의도**

**[전체문항]**

고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 기본 개념들의 원리 이해와 이를 이용한 화학 반응과 관련한 문제들의 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특정 학습 범위나 지엽적인 지식 숙지에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I과 화학 II 교과서에서 골고루 제시문을 발췌하였으며, 화학 하위문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 교과서를 위주로 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제하였다.

**[문항 3]**

원소 분석 방법을 이용하여 탄소, 수소, 산소로 구성된 화합물의 조성을 결정하고 헤스의 법칙을 이용하여 열화학 반응식의 반응열을 예측할 수 있는지 평가하고자 하였다.

**4] 화학 3번 문항 출제 근거**

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] “과학과 교육과정”	
관련 성취 기준	과목명: 화학 I	
	교육 과정 내용	화학 I - (1) 화학의 언어
		(다) 원소 분석을 통하여 여러 가지 화합물의 조성을 확인하여 화학식과 분자의 구조를 밝혀내는 과정을 설명할 수 있다.
		(라) 아보가드로의 수와 몰의 의미를 이해한다.
		(아) 여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고, 원자량과 분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.
성취 기준1	화1103-1. 원소 분석을 통하여 화합물의 조성을 찾아내고 화학식을 알아 내는 과정을 설명할 수 있다.	관련
성취 기준2	화1104. 아보가드로의 수와 몰의 의미를 설명할 수 있다.	
성취 기준3	화1105-1. 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 그 의미를 설명할 수 있다	

<b>과목명: 화학 II</b>		<b>관련</b>
교육과정내용	화학 II- (2) 물질 변화와 에너지 (나) 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명하고, 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.	
성취기준1	화2202. 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 설명하고, 헤스의 법칙을 설명할 수 있다.	

교과서					
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	재구성여부
화학 I	노태희 외	천재교육	2011	33~34, 41~42	○
화학 I	박종석 외	교학사	2011	24~25, 35~36, 38~39	○
화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	33~34, 39~41, 47~48	○
화학 I	류해일 외	비상교육	2011	34~38, 42~46	○
화학II	노태희 외	천재교육	2011	85~87, 90~94, 179, 193, 206, 213~215, 222, 226~227	○
화학II	박종석 외	교학사	2011	87~91, 94~97, 198~199, 204~205, 207, 234, 238, 248~249, 254	○
화학II	김희준 외	상상아카데미	2011	87~91, 95~98, 185~186, 189~190, 213~215, 221~224	○
화학II	류해일 외	비상교육	2011	190-195	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자(저자)	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성여부
-	-	-	-	-	-	-

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련 자료	재구성여부
-	-	-	-	-	-	-

**5 문항 해설**

원소 분석 결과와 주어진 반응열을 이용하여 탄소, 수소, 산소로 이루어진 화합물의 실험식과 분자식을 결정할 수 있는지 평가한다. 또한 헤스 법칙을 이해하고 이를 이용하여 열화학 반응식의 반응열을 유추할 수 있는지 평가한다.

**6 채점 기준**

하위문항	채점기준	배점
3	- 원소 분석 결과와 반응열을 이용하여 화합물 A의 화학적 조성과 분자식을 파악한다. - 헤스 법칙을 이용하여 화합물 A가 일산화 탄소와 수증기로 변환되는 과정의 열화학 반응식을 완성한다.	8

**문항해설:** 유기화합물의 연소반응에서의 화학반응식을 완성하고 헤스의 법칙을 이용하여 반응열을 계산하는 문제임.

- 리비히의 방법을 이용하여 화합물 A의 실험식을 완성할 수 있는가?  
C, H, O의 비를 이용하여 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O의 실험식을 완성할 수 있음.
- 불완전 연소시의 화학반응식을 명확히 기재하였는가?  
C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O + 2O<sub>2</sub> → 2CO + 3H<sub>2</sub>O
- 화합물 A의 불완전 연소 반응물의 연소를 통해서 2몰의 CO가 생성됨을 파악하였으며 이를 이용하여 화합물 A의 분자식이 실험식과 일치함을 파악하였는가?  
열화학 계산 없이 실험식을 화합물 A의 분자식으로 간주한 경우는 감점.
- 불완전 연소과정에서의 반응열이 800 kJ/mol임을 헤스의 법칙을 이용하여 계산할 수 있는가?

**7 예시 답안**

**■ 예시답안**

원소분석을 통해서 화합물A의 실험식은 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O가 됨을 다음 과정을 통해서 알 수 있다.

CaCl<sub>2</sub>의 질량증가 27g = 1.5 mol H<sub>2</sub>O (수소 3g, 산소 24g)

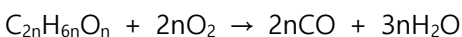
NaOH의 질량증가 44g = 1 mol CO<sub>2</sub> (탄소 12g, 산소 32g)

화합물A의 질량 (23g) - 수소의 질량 (3g) - 탄소의 질량 (12g) = 화합물A중의 산소의 질량 (8g)

화합물 A에 포함된 탄소, 수소, 산소의 비 C:H:O = 12/12:3/1:8/16 = 1:3:0.5 = 2:6:1

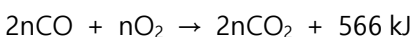
따라서, 화합물 A의 실험식은 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O가 된다.

화합물 A의 분자식 = n×(실험식) = C<sub>2n</sub>H<sub>6n</sub>O<sub>n</sub>이라 할 때, 화합물 A로부터 일산화 탄소와 수증기가 생성되는 과정의 화학 반응식은 다음과 같다.



이 반응을 통해서 생성된 물질을 충분한 산소를 공급하여 다시 연소시켰을 때 566 kJ의 열량이 발생되었다.

이 과정의 열화학 반응식은 다음과 같다.

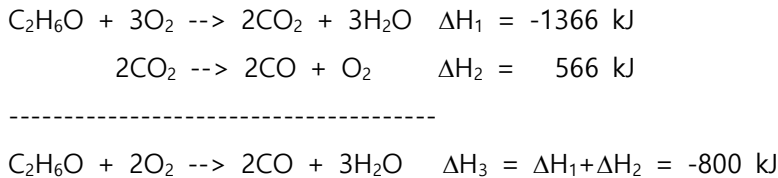


제시문[나]에 주어진 생성열을 이용하면 n을 구할 수 있다.

$$\Delta H = 2n \times (-393.5) - 2n \times (-110.5) = -566 \times n \text{ kJ}$$

즉,  $n=1$ 이고 1몰의 화합물 A로부터 2몰의 CO가 생성됨을 의미한다. 따라서, 화합물A의 분자식은  $C_2H_6O$ 이고 분자량은 46이다.

화합물 A 23g이 연소될 때 683 kJ의 열이 발생되었으므로 1몰의 화합물 A가 연소되는 과정에서 발생하는 열량은 1366 kJ이 된다. 그러므로, 헤스 법칙을 이용하여 일산화 탄소와 수증기가 생성되는 반응의 열화학 반응식을 구할 수 있다.



■ 입실교사 검토의견

[범위]

- 원소 분석법을 통하여 주어진 화합물의 실험식을 알아내고 연소열을 통해 반응물질에 들어 있는 탄소의 양을 정량적으로 알아내서 주어진 화합물의 분자식을 구한 후 헤스 법칙을 통해 주어진 화학 반응의 열화학 반응식을 묻는 문항으로 교육과정에 있는 내용임.

[수준]

- 원소 분석을 통하여 화합물의 조성을 찾아내고 화학식을 알아내며 아보가드로의 수와 몰의 의미를 이용하여 문제를 해결할 수 있고 헤스의 법칙을 이용하여 열화학 반응식을 구할 수 있는 지 묻는 '상' 수준의 문제임.

⑧ 선행학습 영향평가 위원 검토의견

문항 3은 화학 I과 화학II 교육과정 내 개념을 활용해 순차적으로 해결해야 하는 문항으로 분석적이고 논리적인 사고력을 필요로 한다. 기존에 화학 I에서만 다루는 원소 분석법과 화학II의 헤스 법칙을 함께 적용한 문항으로 학생들에게는 다소 생소하게 느껴졌을 것이다. 기존에 화학 I과 화학II 교과 개념을 분리해 평가해야 했던 문제점을 보완하고 개념을 연계해서 해결해야 하므로 종합적 사고력을 평가하기에 적합한 수준 있는 문항으로 판단된다.

원소 분석을 통해 주어진 화합물의 실험식이  $C_2H_6O$ 을 알아내고 제시문에서 주어진 생성열을 통해 CO의 연소열( $\Delta H$ )이  $-283 \text{ kJ/mol}$ 임을 계산할 수 있어야 한다. 또한 문항에서 주어진 1몰의 화합물 A를 연소시켜 생성된 CO의 반응열( $\Delta H$ )이  $-566 \text{ kJ/mol}$ 라는 사실을 통해 1몰의 화합물 A에 포함된 탄소의 양이 2몰이라는 정량적 분석결과를 도출할 수 있어야 한다. 이를 토대로 화합물의 실험식과 분자식이 같다는 사실을 인지해야 한다. 마지막으로  $C_2H_6O$ 의 연소열과 CO의 연소열을 나타내는 두 가지 열화학반응식에 대해 헤스 법칙을 적용해 문제에서 제시한 화합물 A의 열화학 반응식을 완성할 수 있어야 한다.

이 문항을 해결하기 위한 활용된 원소 분석, 반응열, 헤스 법칙은 모두 교육과정 내 핵심 개념으로 문항 관련 제시문, 용어, 단위, 채점기준까지 모두 철저히 교육과정 범위를 준수하고 있다. 다만 위계가 다른 화학 I 과 화학 II 과 교과 개념을 복합적으로 활용해 문제를 해결해야 하므로 단편적 사고에 익숙한 학생들은 문제 해결에 어려움을 겪었을 것으로 예상할 수 있으므로 난이도는 상에 해당한다.

## ■ 논술전형 화학 : 문항카드 15

### 1 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학) / 4번 문항	
출제 범위	고등학교 과목명	화학II
	핵심개념 및 용어	다니엘 전지, 산화 전극, 환원 전극, 산화-환원 반응, 염다리
예상 소요 시간	12분/ 총 60분	

### 2 문항 및 제시문

#### 제시문은 별책 참조

다니엘 전지의 산화 전극 및 환원 전극에서 일어나는 반응을 이온 농도와 전극 질량의 변화와 관련지어 설명하고, 이 반응 과정에서 염다리가 어떤 역할을 하는지 논하시오. [8점]

### 3 출제 의도

#### [전체문항]

고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 기본 개념들의 원리 이해와 이를 이용한 화학 반응과 관련한 문제들의 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특정 학습 범위나 지엽적인 지식 숙지에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I 과 화학 II 교과서에서 골고루 제시문을 발췌하였으며, 화학 하위문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 교과서를 위주로 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제하였다.

#### [문항 4]

대표적인 화학 전지인 다니엘 전지의 구성을 이해하고 전지에서의 산화-환원 반응 과정을 통해 이루어지는 다니엘 전지의 작동 원리를 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다.

**4] 화학 4번 문항 출제 근거**

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] “과학과 교육과정”		
관련 성취 기준	과목명: 화학 II		관련
	교육 과정 내용	화학II- (3) 화학 평형 (아) 화학 전지, 연료 전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다.	4번 문항
	성취 기준1	화2308-1. 화학 전지, 연료 전지의 원리를 산화-환원 반응으로 설명할 수 있다.	

교과서					
도서명	저자	발행처	발행 년도	쪽수	재구성 여부
화학II	노태희 외	천재교육	2011	179, 193	○
화학II	박종석 외	교학사	2011	198~199, 204~205, 207	○
화학II	김희준 외	상상아카데미	2011	185~186, 189~190	○
화학II	류해일 외	비상교육	2011	190~195	○

교과서 외						
자료명(도서명)	작성자 (저자)	발행처	발행 년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

관련 교과서 근거						
도서명	저자	발행처	발행 년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
-	-	-	-	-	-	-

**5] 문항 해설**

다니엘 전지의 산화 전극과 환원 전극에서 일어나는 화학적 변화를 표준 환원 전위의 차이를 이용하여 설명이 가능한지 평가한다. 또한 산화-환원 반응을 통한 다니엘 전지의 작동 과정에서 염다리의 역할을 이해하고 있는지 평가한다.

**6] 채점 기준**

하위문항	채점기준	배점
4	- 산화-환원 반응에 의한 다니엘 전지의 작동 과정을 이해한다. - 산화 전극과 환원 전극에서 일어나는 화학적 변화와 이에 따른 용액의 이온 농도의 변화 및 전극의 질량 변화를 서술할 수 있다. - 다니엘 전지에서 염다리의 역할을 설명할 수 있다.	8

■ 산화전극과 환원전극을 구분할 수 있는가?  
 Zn - 산화 전극; Cu - 환원 전극

■ 산화전극에서의 변화와 환원전극에서 변화를 명확히 기술하였는가?  
 산화전극에서는 전극 (Zn)의 질량이 감소하고 양이온 ( $Zn^{2+}$ )의 농도가 증가, 환원전극에서는 전극 (Cu)의 질량이 증가하며 양이온 ( $Cu^{2+}$ )의 농도가 감소.

■ 염다리의 역할을 이해하고 있는가?  
 산화환원반응이 진행되는 동안 발생하는 양쪽 수용액의 전하 불균형을 해소하여 전기가 흐르게 함.

**7] 예시 답안**

**■ 예시답안**  
 Zn는 산화 전극이며 Cu는 환원 전극이 된다.  
 산화 전극에서는 전극 (Zn)이 산화되어 수용액으로 녹아 들어가게 되므로 전극의 질량이 감소하고 양이온 ( $Zn^{2+}$ )의 농도가 증가한다. 반대로 환원 전극에서는 수용액상의  $Cu^{2+}$ 이온이 환원되어 전극에 석출되므로 전극의 질량은 증가하며 양이온의 농도는 감소하게 된다. 산화-환원 반응이 진행되는 동안 한쪽 수용액에서는 양이온의 농도가 감소하며 한쪽 수용액에서는 양이온의 농도가 증가하므로 양쪽 수용액에서 전하 불균형이 발생하게 된다. 염다리는 이러한 전하 불균형을 해소하여 전기가 잘 흐르게 하는 역할을 하게 된다.

**■ 입실교사 검토의견**  
**[범위]**  
 - 산화와 환원의 정의를 이해하여 화학 전지의 각 전극에서 일어나는 산화-환원 반응과 이온 수 및 전극 질량의 변화를 기술하고 염다리의 역할에 대해 묻는 문항으로 교육과정에 있는 내용임.  
**[수준]**  
 - 다니엘 전지의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고 염다리의 역할을 설명할 수 있는 지 묻는 '중' 수준의 문제임.

**8] 선행학습 영향평가 위원 검토의견**

문항 4는 다니엘 전지에 대한 원리와 개념을 묻고 있다. 다니엘 전지의 원리와 관련된 산화-환원 반쪽 반응식과 이에 따른 이온의 농도 변화, 전극의 질량변화, 염다리의 역할은 교육과정 내용과 성취기준에 철저히 부합하는 개념으로 화학Ⅱ (3) 화학 평형 단원의 교육과정[(아) 화학전지, 연료전지, 전기 분해의 원리를 산화-환원 반응으로 설명하고, 전기량과 반응의 진행 정도와의 관계를 설명할 수 있다] 내용을 통해 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있는 내용이다. 이에 교육과정을 정상적으로 이수하고 교과서를 통해 개념을 학습한 학생은 답안을 작성하는데 어려움이 없었을 것이다. 난이도는 중하에 해당한다.

## ■ 논술전형 화학 : 문항카드 16

### ① 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 논술전형	
해당 대학 계열(과목) / 문항번호	<b>자연계열(화학) / 5번 문항</b>	
출제 범위	고등학교 과 목명	<b>화학 I</b>
	핵심개념 및 용어	순차적 이온화 에너지, 핵과 전자 사이의 인력, 원자가 전자, 전자 배치
예상 소요 시간	12분/ 총 60분	

### ② 문항 및 제시문

#### 제시문은 별책 참조

마그네슘( $_{12}\text{Mg}$ )의 순차적 이온화 에너지  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ 의 상대적 크기를 비교하고, 그 결과에 대한 이유를 논하시오. [8점]

### ③ 출제 의도

#### [전체문항]

고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 기본 개념들의 원리 이해와 이를 이용한 화학 반응과 관련한 문제들의 해결 능력을 평가하고자 하였다. 특정 학습 범위나 지엽적인 지식 숙지에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I과 화학 II 교과서에서 골고루 제시문을 발췌 하였으며, 화학 하위문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 교과서를 위주로 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제하였다.

**[문항 5]**

주기율표상의 원자의 성질이 주기적으로 변화되고 있음을 이해하고 원소의 주기적 성질 중 하나인 이온화 에너지를 원자가 전자와 전자 배치와 관련하여 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

**4] 화학 5번 문항 출제 근거**

적용 교육과정	교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9] "과학과 교육과정"		
관련 성취 기준	과목명: 화학 I		관련
	교육 과정 내용	화학 I - (2) 개성 있는 원소 (마)주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다	5번 문항
	성취 기준1	화1205. 주기율표에서 원자가전자의 수, 원자 반지름, 이온화 에너지, 전기 음성도 등 원자의 성질이 주기적으로 변화됨을 설명할 수 있다.	

교과서		발행처	발행 년도	쪽수	재구성 여부
도서명	저자				
화학 I	노태희 외	천재교육	2011	111~113	○
화학 I	박종석 외	교학사	2011	99~100	○
화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	98~100	○
화학 I	류해일 외	비상교육	2011	110~112	○

교과서 외		작성자 (저자)	발행처	발행 년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
자료명(도서명)							
-		-	-	-	-	-	-

관련 교과서 근거		저자	발행처	발행 년도	쪽수	관련 자료	재구성 여부
도서명							
-		-	-	-	-	-	-

**5] 문항 해설**

마그네슘 원자의 순차적 이온화 에너지는 점차 증가한다. 또한 제일 이온화 에너지와 제이 이온화 에너지 사이의 차이보다 제이 이온화 에너지와 제삼 이온화 에너지 사이의 차이가 크게 증가한다. 이러한 순차적 이온화 에너지의 변화 경향을 원소의 주기율, 원자가 전자, 전자 배치와 관련지어 설명할 수 있는지 평가한다.

**6 채점 기준**

하위문항	채점기준	배점
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이온화 에너지를 원자핵과 전자의 인력과 연관 지을 수 있다.</li> <li>- 전자를 순차적으로 떼어냄에 따라 전자간의 반발이 줄어들고 순차적 이온화 에너지가 증가함을 서술할 수 있다.</li> <li>- 제삼 이온화 에너지가 크게 증가하는 원인을 원자가 전자 및 전자껍질의 전자 배치를 이용하여 설명할 수 있다.</li> </ul>	8

■ 순차적 이온화 에너지의 크기 순서를 잘 표시하고 있는가?

$$E_1 < E_2 \ll E_3$$

■ 1차 이온화 에너지보다 2차 이온화 에너지가 큰 이유를 잘 설명하고 있는가?

원자가 전자들 간의 반발력 감소와 전자와 핵 사이의 인력이 증가

■ 2차 이온화 에너지보다 3차 이온화 에너지가 매우 큰 이유를 잘 설명하고 있는가?

원자껍질이 줄어들면서 핵과 전자 사이의 거리가 가까워짐. 유효핵전하가 매우 커짐.

옥텟규칙에서 벗어나게 됨.

**7 예시 답안**

■ 예시답안

순차적 이온화 에너지의 크기는 다음과 같다.

$$E_1 < E_2 \ll E_3$$

음전하를 띤 전자들은 서로 반발력을 가지고 있다. 전자가 떨어져 나가면서 원자가 전자 사이의 반발력이 감소하고 유효 핵전하가 증가하여 그 다음 전자를 떼어내기 위해서는 더 큰 에너지가 필요하게 된다. 따라서 제일 이온화 에너지보다 제이 이온화 에너지가 커지게 된다.

마그네슘의 경우 원자가전자를 2개 가지고 있기 때문에 원자가 전자 2개를 모두 제거하고 나면 전자껍질이 줄어들게 되며 원자핵과 전자의 거리가 더 가까워지게 된다. 따라서, 음전하를 띤 전자와 양전하를 띤 원자핵과의 인력은 급격하게 증가하게 되며 제삼 이온화 에너지는 제이 이온화 에너지보다 매우 큰 값을 가지게 된다.

■ 입실교사 검토의견

[범위]

- 원자의 순차적 이온화 에너지의 차이와 순차적 이온화 에너지의 차이가 나는 이유에 대해 묻는 문항으로 교육과정에 있는 내용임.

**[수준]**

- 순차적 이온화 에너지의 상대적 크기를 비교하고 원소의 주기율을 전자 배치와 관련지어 설명할 수 있는지 묻는 문항으로 '중' 수준의 문제임.

**[총평]**

이번 논술은 제시문과 문항 모두 화학I 및 화학II의 2009개정 교육과정의 성취기준 및 성취수준에 근거하여 적절하게 제시되었다. 문항에서 요구하는 성취 내용들도 고등학교 화학의 특정 분야나 단원에 치우치지 않으면서 가장 핵심적인 것들로 적절하게 구성되었다. 고등학교 학교 교육을 통해 화학I 및 화학II를 충실히 이수한 학생들이 과학적이고 논리적인 수학능력을 가지고 있는지 판단할 수 있는 적합한 문제들로 판단된다.

교육과정에 위배된 내용은 없으며 3번 문항은 여러 가지 내용을 적용하여 해결해야 하는 문제로 풀이 시간이 좀 길 것으로 예견됨. 나머지 문항은 단순히 알고 있는 지식을 논리적으로 서술하면 되기 때문에 시간이 길게 걸리지 않을 것으로 보임. 5개 문항의 배점이 모두 같은데 문항의 난이도에 따라 배점이 다르다면 좋겠다는 의견임.

**⑧ 선행학습 영향평가 위원 검토의견**

문항5를 해결하기 위해서는 마그네슘의 순차적 이온화 에너지가 증가하는 이유를 설명할 수 있어야 한다. 이온화 에너지의 주기적 성질은 교육과정 내용에 해당하며, 순차적 이온화 에너지가 증가하는 이유는 화학 I 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있다. 이에 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 어렵지 않게 답안을 작성할 수 있었을 것으로 판단된다. 단, 수학 능력 평가 문항과 같은 선다형에 익숙한 학생들은 이온화 에너지의 크기를 주기율표에서 원소의 위치를 판단하는 수치적인 자료나 도표로만 다루어 왔기 때문에 순차적 이온화 에너지가 증가하는 원리적으로 서술하는 것에는 어려움이 있었을 것이다.

교과개념을 원리적으로 이해하고 서술할 수 있는지를 평가하는 문항으로 난이도는 '중'에 해당한다. 문항 5를 해결하기 위한 개념과 관련된 제시문[마], 채점 기준, 부호와 기호 모두 교육과정 범위를 철저히 준수하고 있다.