문항카드 25. 논술전형 화학 오후 1번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열2(화학, 오후) / 제시문, 1번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학Ⅰ, 화학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	몰, 아보가드로수, 질량수, 동위 원소, 평균 원자량
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 1] 제시문 **[가]**를 참고하여 아보가드로수를 계산하고, 탄소의 동위 원소 존재 비를 구하시오. (단, 탄소는 질량수 12와 13을 갖는 동위 원소만으로 구성되어 있으며 각 동위 원소의 원자량은 질량수와 같다고 가정하시오. 탄소의 평균 원자량은 12.01이다.) **[10점]**

3. 출제 의도

[전체문항] 고등학교 교과 과정의 기본 개념을 이해하고 이를 실제 생활 속의 다양한 화학 현상에 관련된 문제들의 해결 과정을 평가하고자 하였다. 고등학교 전체 교육 과정의 화학 학습의 균형을 위해서 특정 단원에 집중된 단순 지식 평가를 지양하고「통합과학」,「화학Ⅰ」,「화학Ⅱ」에서 고루 제시문을 발췌하였다. 하위 문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 고등학교 교육 과정의 교과서를 충실히 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[문제 1] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고 동위 원소 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[가]	**화학Ⅰ** [12화학Ⅰ01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학Ⅰ02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.
	[나]	**화학Ⅰ** [12화학Ⅰ02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학Ⅰ02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있

	다.
[다]	**통합과학** [10통과06-01] 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철기 시대를 가져 온 철의 제련 등의 공통점을 찾을 수 있다. [10통과08-04] 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 열에너지 이용의 효율이 낮아진다는 것을 알고, 이 효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다. [10통과09-04] 핵발전, 태양광 발전, 풍력 발전의 장단점과 개선방안을 기후변화로 인한 지구 환경 문제 해결의 관점에서 평가할 수 있다. [10통과09-05] 인류 문명의 지속가능한 발전을 위한 신재생 에너지 기술 개발의 필요성과 파력 발전, 조력 발전, 연료 전지 등을 정성적으로 이해하고, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다. **화학 II** [12화학 II 03-08] 촉매가 생명 현상이나 산업 현장에서 중요한 역할을 하는 예를 찾을 수 있다.
[라]	**통합과학** [10통과06-01] 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철기 시대를 가져 온 철의 제련 등의 공통점을 찾을 수 있다. [10통과08-04] 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 열에너지 이용의 효율이 낮아진다는 것을 알고, 이 효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다. [10통과09-01] 화석 연료, 핵에너지 등을 가정이나 산업에서 사용하는 전기 에너지로 전환하는 과정을 분석할 수 있다. **화학 I** [12화학 I 01-02] 탄소 화합물이 일상생활에 유용하게 활용되는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.
[마]	**통합과학** [10통과09-05] 인류 문명의 지속가능한 발전을 위한 신재생 에너지 기술 개발의 필요성과 파력 발전, 조력 발전, 연료 전지 등을 정성적으로 이해하고, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다. **화학 I** [12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. **화학 II** [12화학 II 02-01] 열화학 반응식을 엔탈피를 이용하여 표현할 수 있다. [12화학 II 04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다.

	[12화학Ⅱ04-02] 전기 분해의 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다. [12화학Ⅱ04-03] 수소 연료 전지가 활용되는 예를 조사하여 설명할 수 있다.
하위문항 문제 1	**화학 I** [12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학 I 02-01] 양성자, 중성자, 전자로 구성된 원자를 원소 기호와 원자 번호로 나타내고, 동위 원소의 존재 비를 이용하여 평균 원자량을 구할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	하윤경 외	금성출판사	2018	281-291, 310-321
	통합과학	황성용 외	동아출판	2018	262-267, 295-303
	통합과학	최미화 외	미래엔	2018	269-273, 299, 303-315
	통합과학	노태희 외	천재교육	2018	276-279, 307-311, 315-316
	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	28-35, 63-64, 66-67
	화학 I	노태희 외	천재교육	2018	23-25, 61-64
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	27-33, 60-61
	화학 I	황성용 외	동아출판	2018	29-31, 60-63
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	27-32, 60-61
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	35-37, 71-73
	화학 I	하윤경 외	금성출판사	2018	29-32, 58-61
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	165, 188, 192-195
	화학 II	박종석 외	비상교육	2018	150, 173-176, 180,
	화학 II	장낙한 외	상상아카데미	2018	182, 208-213
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	168, 198-203
	화학 II	노태희 외	천재교육	2018	174, 177, 196, 198-201

5. 문항 해설

원자 1몰 (아보가드로 수)만큼의 질량이 원자량이 되어야 한다.

제시문 [가]에 주어진 정보를 이용하면 $(1.99\times10^{-23})\times(\text{아보가드로 수})=12$이 성립해야 한다.

따라서 아보가드로 수는 6.03×10^{23}이다.

평균 원자량은 각 동위원소의 원자량과 존재 비를 이용하여 계산할 수 있다.

질량수 12인 탄소의 존재 비율을 x(%)라고 하면 질량수 13 탄소의 존재 비율은 $100-x$(%)이므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$12.01 = 12\times\frac{x}{100} + 13\times\frac{(100-x)}{100}$$

따라서 질량수 12인 탄소는 99% 존재하고 13 탄소는 1% 존재한다.

문항카드 26. 논술전형 화학 오후 2번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열2(화학, 오후) / 2번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	양자수, 오비탈, 전자 배치 규칙
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 2] 제시문 **[나]**의 양자수를 고려하여 바닥 상태인 탄소의 오비탈을 이용한 전자 배치를 나타내고, 전자 배치 과정에 사용한 규칙에 대해서 구체적으로 논하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

[전체문항] 고등학교 교과 과정의 기본 개념을 이해하고 이를 실제 생활 속의 다양한 화학 현상에 관련된 문제들의 해결 과정을 평가하고자 하였다. 고등학교 전체 교육 과정의 화학 학습의 균형을 위해서 특정 단원에 집중된 단순 지식 평가를 지양하고「통합과학」,「화학 I 」,「화학 II」에서 고루 제시문을 발췌하였다. 하위 문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 고등학교 교육 과정의 교과서를 충실히 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[문제 2] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명하고 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

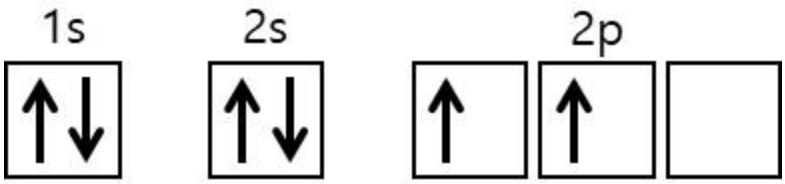
		영역별 내용
하위문항	문제 2	**화학 I** [12화학 I 02-02] 양자수와 오비탈을 이용하여 원자의 현대적 모형을 설명할 수 있다. [12화학 I 02-03] 전자 배치 규칙에 따라 원자의 전자를 오비탈에 배치할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	최미화 외	미래엔	2018	72-79
	화학 I	노태희 외	천재교육	2018	68-76
	화학 I	홍훈기 외	교학사	2018	67-77
	화학 I	황성용 외	동아출판	2018	66-74
	화학 I	이상권 외	지학사	2018	62-70
	화학 I	강대훈 외	와이비엠	2018	80-87
	화학 I	하윤경 외	금성출판사	2018	65-73

5. 문항 해설

제시문 [나]에 제시된 4가지 양자수를 고려하면 탄소의 바닥 상태 전자배치는 아래와 같이 나타낼 수 있다.



위 그림과 같이 전자배치를 할 때 사용된 전자배치 규칙은 다음과 같다.
쌓음의 원리: 바닥상태의 원자에서는 에너지 준위가 낮은 오비탈부터 전자가 순서대로 채워진다.
파울리 베타 원리: 한 원자 안에 있는 어떤 전자도 4가지 양자수가 모두 같을 수 없다.
훈트의 규칙: 에너지 준위가 같은 오비탈에 전자가 채워질 때는 가능하면 전자가 쌍을 이루지 않게 배치될 때 더 안정하다.

문항카드 27. 논술전형 화학 오후 3번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열2(화학, 오후) / 3번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학Ⅰ, 화학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	화력발전, 수소 연료 전지, 열화학 반응식
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 3] 제시문 **[라]**, **[마]**를 참고하여, 화력 및 수소 연료 전지를 이용한 발전 과정에서 이산화 탄소 1몰이 생성될 때 얻을 수 있는 전기 에너지의 양을 비교하시오. (단, 관련된 화학 반응에서 H_2O는 액체 상태로 가정한다. 수소, 탄소 및 산소의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.) **[10점]**

3. 출제 의도

[전체문항] 고등학교 교과 과정의 기본 개념을 이해하고 이를 실제 생활 속의 다양한 화학 현상에 관련된 문제들의 해결 과정을 평가하고자 하였다. 고등학교 전체 교육 과정의 화학 학습의 균형을 위해서 특정 단원에 집중된 단순 지식 평가를 지양하고「통합과학」,「화학Ⅰ」,「화학Ⅱ」에서 고루 제시문을 발췌하였다. 하위 문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 고등학교 교육 과정의 교과서를 충실히 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[문제 3] 천연 가스의 연소 반응과 수소 연료 전지의 반응에서 열화학 반응식의 양적 관계를 이해하고 발생 되는 전기 에너지의 양을 고찰할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

	영역별 내용
하위문항 문제 3	**통합과학** [10통과06-01] 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철기 시대를 가져 온 철의 제련 등의 공통점을 찾을 수 있다. [10통과08-04] 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 열에너지 이용의 효율이 낮아진다는 것을 알고, 이 효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다. [10통과09-01] 화석 연료, 핵에너지 등을 가정이나 산업에서 사용하는 전기 에너지로 전환하는 과정을 분석할 수 있다. [10통과09-05] 인류 문명의 지속가능한 발전을 위한 신재생 에너지 기술 개발

	의 필요성과 파력 발전, 조력 발전, 연료 전지 등을 정성적으로 이해하고, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다. **화학 I** [12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1 몰의 양을 어림하고 체험할 수 있다. [12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. **화학 II** [12화학 II 02-01] 열화학 반응식을 엔탈피를 이용하여 표현할 수 있다. [12화학 II 02-02] 엔탈피와 결합 에너지의 관계를 이해하고, 헤스 법칙을 설명할 수 있다. [12화학 II 04-03] 수소 연료 전지가 활용되는 예를 조사하여 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	하윤경 외	금성출판사	2018	281-285
	통합과학	황성용 외	동아출판	2018	262-267
	통합과학	최미화 외	미래엔	2018	269-273
	통합과학	노태희 외	천재교육	2018	276-279
	화학 II	최미화 외	미래엔	2018	80-81, 88-89
	화학 II	박종석 외	비상교육	2018	62-63, 66-69
	화학 II	장낙한 외	상상아카데미	2018	84-86, 92-94
	화학 II	이상권 외	지학사	2018	75-79, 82-84
	화학 II	노태희 외	천재교육	2018	77-78, 82-87

5. 문항 해설

화력발전은 아래와 같은 메테인의 연소 반응에 의해서 에너지를 생성한다.
(반응 1) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) + CO_2(g)$ ΔH_1 = -900 kJ
연료 효율을 100%라고 하면 발생되는 CO_2 1몰당 900 kJ 에너지를 얻을 수 있다. 그러나 연료효율이 40%이므로 CO_2 1몰당 360($=900*0.4$) kJ의 에너지를 얻을 수 있다.

수소연료전지에 사용되는 수소 기체는 메테인과 물의 반응에 의해서 형성되므로 수소연료전지의 효율은 아래와 같은 화학 반응들을 고려해야 한다.
(반응 2) $CH_4(g) + 2H_2O(l) \rightarrow 4H_2(g) + CO_2(g)$ ΔH_2 = 252 kJ
(반응 3) $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ ΔH_3 = ??
헤스의 법칙에 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + 4\Delta H_3$이 성립하므로 ΔH_3 = -288 kJ로 계산된다.
(반응 2)에서 CO_2 1몰이 형성될 때 315 kJ의 에너지가 필요하며 이 때 H_2는 4몰이 만들어진다.
(반응 3)에서 변환 효율 100%를 가정하면 H_2 4몰이 반응할 때 1152 kJ의 에너지가 생성되며 변환효율이 80%이므로 921.6 kJ 에너지가 만들어진다.
(반응 2)와 (반응 3)을 동시에 고려하면 CO_2 1몰이 만들어질 때 606.6 kJ($=921.6-315$) 에너지를 얻을 수 있다.

따라서 같은 몰수의 CO_2가 발생할 때 수소연료전지에서 얻어지는 에너지가 약 1.7배 더 많다.

문항카드 28. 논술전형 화학 오후 4번

1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열2(화학, 오후) / 4번	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	통합과학, 화학Ⅱ
	핵심개념 및 용어	화석 연료, 수소 연료 전지, 전기 분해, 신재생 에너지
예상 소요 시간	15분 / 총 60분	

2. 문항 및 제시문

제시문은 별책 참조

[문제 4] 제시문 **[다]**, **[라]**, **[마]**를 참고하여 화력 및 수소 연료 전지를 이용한 발전 과정을 환경 및 경제적인 측면에서 비교하시오. 또한, 이에 근거하여 에너지를 생성할 수 있는 대안을 제시하시오. **[10점]**

3. 출제 의도

[전체문항] 고등학교 교과 과정의 기본 개념을 이해하고 이를 실제 생활 속의 다양한 화학 현상에 관련된 문제들의 해결 과정을 평가하고자 하였다. 고등학교 전체 교육 과정의 화학 학습의 균형을 위해서 특정 단원에 집중된 단순 지식 평가를 지양하고「통합과학」,「화학Ⅰ」,「화학Ⅱ」에서 고루 제시문을 발췌하였다. 하위 문항 별 기본 개념의 성취기준에 근거하여 고등학교 교육 과정의 교과서를 충실히 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 출제되었다.

[문제 4] 화석 연료의 연소와 수소 연료 전지의 발전 과정을 환경 및 경제적인 측면에서 이해하고, 이러한 이해를 바탕으로 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있는지 평가하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

	영역별 내용
하위문항 문제 4	**통합과학** [10통과06-01] 지구와 생명의 역사에 큰 변화를 가져온 광합성, 화석 연료 사용, 철기 시대를 가져 온 철의 제련 등의 공통점을 찾을 수 있다. [10통과08-04] 에너지가 사용되는 과정에서 열이 발생하며, 특히 화석 연료의 사용 과정에서 버려지는 열에너지로 인해 열에너지 이용의 효율이 낮아진다는 것을 알고, 이 효율을 높이는 것이 사회적으로 어떤 의미가 있는지를 설명할 수 있다. [10통과09-01] 화석 연료, 핵에너지 등을 가정이나 산업에서 사용하는 전기

	에너지로 전환하는 과정을 분석할 수 있다. [10통과09-04] 핵발전, 태양광 발전, 풍력 발전의 장단점과 개선방안을 기후 변화로 인한 지구 환경 문제 해결의 관점에서 평가할 수 있다. [10통과09-05] 인류 문명의 지속가능한 발전을 위한 신재생 에너지 기술 개발의 필요성과 파력 발전, 조력 발전, 연료 전지 등을 정성적으로 이해하고, 에너지 문제를 해결하기 위한 현대 과학의 노력과 산물을 예시할 수 있다. **화학Ⅱ** [12화학Ⅱ03-08] 촉매가 생명 현상이나 산업 현장에서 중요한 역할을 하는 예를 찾을 수 있다. [12화학Ⅱ04-01] 화학 전지의 작동 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다. [12화학Ⅱ04-02] 전기 분해의 원리를 산화·환원 반응으로 설명할 수 있다. [12화학Ⅱ04-03] 수소 연료 전지가 활용되는 예를 조사하여 설명할 수 있다.

나) 자료출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	하윤경 외	금성출판사	2018	310, 314, 320-321
	통합과학	황성용 외	동아출판	2018	299-301, 303
	통합과학	최미화 외	미래엔	2018	305-310, 312-315
	통합과학	노태희 외	천재교육	2018	306-308, 315-316
	화학Ⅱ	최미화 외	미래엔	2018	165, 188, 192-195
	화학Ⅱ	박종석 외	비상교육	2018	150, 173-176, 180,
	화학Ⅱ	장낙한 외	상상아카데미	2018	182, 208-213
	화학Ⅱ	이상권 외	지학사	2018	168, 198-203
	화학Ⅱ	노태희 외	천재교육	2018	174, 177, 196, 198-201

5. 문항 해설

[문제 3]에서 얻은 결과에서 CH_4 1몰을 연소시킬 때 얻어지는 에너지는 수소연료전지를 이용한 방법이 화력 발전보다 약 1.7배 많은 것을 알 수 있다. 따라서 경제적인 측면에서 수소연료전지를 사용하는 것이 훨씬 유리하다.
그러나 이때 발생 되는 CO_2의 양은 화력 발전과 수소연료전지 방법 모두 같다.
수소연료전지에 사용되는 수소를 메테인의 반응에서 얻지 않고 CO_2 발생이 없는 물의 직접적인 전기분해에서 얻을 수 있지만, 이 경우에도 전기분해에 에너지가 소모되므로 비효율적이라 할 수 있다.

결론적으로 전기를 사용하지 않으면서 CO_2 발생이 없는 방법을 고안해야 한다. 최근에 광합성에 사용되는 물의 광분해 원리에 따라 광촉매로 물을 분해하고 수소 기체를 얻는 방법이 개발되었다. 이렇게 광합성 반응을 모방하여 인공적으로 수소를 값싸게 대량으로 얻게 된다면 수소연료전지의 환경적·경제적 측면을 모두 고려한 대안이 될 수 있다.