

### 3 일반전형 자연계열(수학) 논술시험

#### 3.1 일반전형 자연계열(수학) 논술시험 일반정보

##### (1) 문항1

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(수학)/문항1	
출제 범위	고등학교 과목명	기하와 벡터, 수학 I, 미적분 I
	핵심개념 및 용어	타원의 방정식, 직선의 방정식, 함수의 최대최소
예상 소요 시간	25분	

##### (2) 문항2

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(논술)/문항2	
출제 범위	고등학교 과목명	미적분 I, 미적분 II
	핵심개념 및 용어	정적분의 계산, 함수의 최대최소
예상 소요 시간	35분	

##### (3) 문항3

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(논술)/문항3	
출제 범위	고등학교 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	경우의 수, 중복조합
예상 소요 시간	40분	

#### 3.2 일반전형 자연계열(수학) 논술시험 기출문제

[첨부 파일 참조]

### 3.3 출제의도 및 문제분석

#### [출제의도]

고등학교 교과과정에서 배우는 이차곡선, 평면곡선의 접선, 다항함수의 미분, 도함수의 활용, 정적분의 계산, 경우의 수, 순열과 조합 등의 기본적인 개념, 원리를 바탕으로 출제하였다. 제시된 조건을 정확히 이해하여 문제를 분석하고 활용할 수 있는 능력을 평가한다. 기본 개념의 정확한 이해를 바탕으로 주어진 문제를 창의적으로 해결하는 수학적 능력을 스스로 키워온 학생들이 풀 수 있는 문제를 출제하였다.

#### [제시문 및 문항 분석]

**[제시문 1]** 삼각형을 구성하는 직선이 이차곡선에 접하는 필요충분조건은 그 직선과 곡선이 만드는 이차방정식이 중근을 가진다는 것을 활용할 수 있는지를 묻는다. 이를 바탕으로 다항함수의 최대최소, 다항식의 인수분해 등을 할 수 있는 능력을 평가한다.

<문제 1-1> 이차방정식의 판별식을 이용하여 제시문의 조건을 만족하는 관계식을 찾을 수 있는지 평가한다.

<문제 1-2> 다항함수의 미분을 이용하여 다항함수의 최대최소를 찾을 수 있는지 평가한다.

<문제 1-3> 다항식의 인수분해와 이차방정식의 근의 공식을 이용하여 범위에 해당하는 삼차다항식의 근을 찾을 수 있는지를 평가한다.

**[제시문 2]** 다항함수의 미분법과 적분법을 활용하여 정적분의 계산, 함수의 최대최소를 찾을 수 있는지 평가한다.

<문제 2-1> 간단한 다항함수 그래프의 개형을 이해하고, 여러 경우에 따라 다항함수의 정적분을 계산할 수 있는지 평가한다.

<문제 2-2> 간단한 다항함수의 그래프의 개형을 이해하고, 여러 경우에 따라 다항함수의 최댓값을 찾을 수 있는지 평가한다.

<문제 2-3> 정적분의 계산과 최댓값의 계산을 정확하게 하여 활용할 수 있는지 평가한다.

**[제시문 3]** 제시문의 상황을 논리적 사고를 통하여 수학적으로 해석하는 능력을 요구한다. 여러 가지 상황에서 경우의 수를 정확히 구할 수 있는지를 평가한다.

<문제 3-1> 문제에 제시된 상황을 수학적으로 해석하여 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.

<문제 3-2> 문제에 제시된 상황을 수학적으로 해석하여 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.

<문제 3-3> 문제에 제시된 상황을 수학적으로 해석하여 경우의 수를 구할 수 있는지 평가한다.

### 3.4 일반전형 자연계열(수학) 논술시험 출제 근거

#### 3.4.1 교육과정 근거

##### (1) 문항1

적용 교육과정	관련 성취기준
교육과정	[수학 I] - (가)다항식 - (3)인수분해 ① 다항식의 인수분해를 할 수 있다. [수학 I] - (나)방정식과 부등식 - (2)이차방정식과 이차함수 ② 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 이해한다. [수학 I] - (다)도형의 방정식 - (2)직선의 방정식 ① 여러 가지 직선의 방정식을 구할 수 있다. [기하와벡터] - (가)평면곡선 - (1)이차곡선 ① 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다. [미적분 I] - (다)다항함수의 미분법 - (3)도함수의 활용 ① 접선의 방정식을 구할 수 있다. ④ 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
성취기준 성취수준	수학1131. 다항식의 인수분해를 할 수 있다. 수학1222. 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 설명할 수 있다. 수학1321. 여러 가지 직선의 방정식을 구할 수 있다. 기백1112. 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다. 미적1331. 접선의 방정식을 구할 수 있다. 미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	기하와 벡터	황선욱 외	좋은책 신사고	2014	16
	기하와 벡터	류희찬 외	천재교과서	2014	18
	기하와 벡터	신항균 외	지학사	2014	19
	수학 I	김원경 외	비상교육	2014	127
	수학 I	황선욱 외	좋은책신사고	2014	131
	미적분 I	이강섭 외	미래엔	2014	109, 127
	미적분 I	김원경 외	비상교육	2014	97, 111
	미적분 I	우정호 외	동아출판	2014	132, 151

##### (2) 문항2

적용 교육과정	관련 성취기준
교육과정	[미적분 I] - (다)다항함수의 미분법 - (3)도함수의 활용 ④ 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. [미적분 I] - (라)다항함수의 적분법 - (2)정적분 ② 정적분의 뜻을 안다. [미적분 II] - (라)적분법 - (1)여러 가지 적분법 ① 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

성취기준 · 성취수준	미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다. 미적1422. 정적분의 뜻을 안다. 미적2411. 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.				
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분 I	이강섭 외	미래엔	2014	109, 127
	미적분 I	김원경 외	비상교육	2014	97, 111
	미적분 I	우정호 외	동아출판	2014	132, 151
	미적분 II	우정호 외	동아출판	2014	206
	미적분 II	김창동 외	교학사	2014	176

(3) 문항3

적용 교육과정	관련 성취기준				
교육과정	[확률과 통계] - (가)순열과 조합 - (1)경우의 수 ① 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.				
	[확률과 통계] - (가)순열과 조합 - (2)순열과 조합 ④ 중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.				
성취기준 · 성취수준	확통1111. 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.				
	확통1124. 중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.				
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	확률과 통계	김창동 외	교학사	2014	12, 41
	확률과 통계	정상권 외	금성출판사	2014	12, 41

### 3.5 일반전형 자연계열(수학) 논술시험 고교교사 검토의견

● 출제참여 고교교사(A) 의견

1. 문항 검토 기준		
구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준
출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?

[제시문1]  
 넓이가  $\pi ab$ 인 타원이 세 꼭짓점이 주어진 삼각형에 내접하는 상황이 제시되었다. 이를 통해  $a, b$ 의 관계식, 타원의 넓이가 최대가 되도록 하는  $b$ 의 값, 타원의 넓이가  $\frac{3}{16}\pi$ 가 되도록 하는  $a$ 의 값을 묻고 있다.  
 문항1에서 사용되는 고등학교 수학과 교육과정의 용어 및 개념으로 수학 I에서의 인수분해를 이용한 인수분해, 이차함수와 직선의 위치관계, 직선의 방정식, 미적분 I에서 다항함수의 최대최소, 기하와 벡터에서 타원의 방정식 등이 있다.  
 제시문 및 문항에 쓰인 개념은 모두 고등학교 수학과 교육과정에 근거한 내용으로 교육과정을 준수하였다.

[제시문2]  
 $m \leq x \leq 3m$ 에서  $f(x) = k(x-m)^2(x-3m)^2$ ,  $x < m$  또는  $x > 3m$ 에서  $f(x) = 0$ 으로 주어진 함수에 대하여 정적분  $\int_0^1 f(x)$ 의 값, 닫힌 구간  $[0, 1]$ 에서의 최댓값, 조건을 만족시키는  $k$ 와  $m$ 의 값을 묻고 있다.  
 문항2에서 쓰인 고등학교 수학과 교육과정의 용어 및 개념으로 미적분 I에서 곱의 미분법, 다항함수의 극대극소, 다항함수의 최대최소, 미적분 II에서 치환적분법 등이 있다.  
 제시문 및 문항에 쓰인 개념은 모두 고등학교 수학과 교육과정에 근거한 내용으로 교육과정을 준수하였다.

[제시문3]  
 주사위를 던져서 나온 눈의 수에 대하여 규칙을 따라 1층부터 10층 사이를 이동하는 놀이를 상황으로 제시하였다. 경우의 수와 관련된 보편적인 문제인 실생활에서의 상황을 이용하여 문제를 해결하는 과정을 묻고 있다.  
 문항3에서 쓰인 고등학교 수학과 교육과정의 용어 및 개념으로 확률과 통계에서 경우의 수의 합의 법칙

과 곱의 법칙, 중복조합 등이 있다.

제시문 및 문항에 쓰인 개념은 모두 고등학교 수학과 교육과정에 근거한 내용으로 교육과정을 준수하였다.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합인가?**

[제시문1]

제시문에 제시된 타원  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y-b)^2}{b^2} = 1$ 은 기본적인 타원의 방정식  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 에서  $y$ 축의 방향으로  $b$ 만큼 평행이동된 것이므로 충분히 이해할 수 있고, 타원의 넓이  $\pi ab$ 도 제시문에 제시되어 있기 때문에 고등학교 교육과정 수준에서 충분히 적합하다.

[제시문2]

제시문의 함수는  $m \leq x \leq 3m$ 에서  $x=m$ 과  $x=3m$ 에서  $x$ 축에 접하는 사차함수의 그래프의 일부분이고, 그 외의 정의역에서는 0의 값을 갖는다. 논술시험에 응시하는 자연계열 학생들에게 익숙한 그래프이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[제시문3]

주사위를 던져서 1층부터 10층 사이를 이동하는 놀이의 규칙이 제시되어 있다. 놀이의 규칙이 복잡하지 않고 몇 번의 사례를 들어 충분히 이해할 수 있다. 고등학교 교육과정을 통해 유사한 유형의 문제를 접하였으므로 교육과정 수준에 적합하다.

**3. 문항 출처 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)**

[1-1]

일반적으로 음함수의 미분법을 이용하여 타원의 접선의 방정식을 구하지만 해당 문제는 타원이 삼각형에 내접하고, 삼각형의 꼭짓점의 좌표가 주어져 있으므로 두 점을 지나는 직선의 방정식을 구하는 방법을 이용하여 쉽게 구할 수 있다. [관련 : 성취기준 수학1321. 여러 가지 직선의 방정식을 구할 수 있다.]

또한 타원과 직선이 접하므로 직선의 방정식을 타원의 방정식에 대입하여 이차방정식의 판별식이 0을 갖는 사실을 이용하여  $a, b$ 에 대한 관계식을 구할 수 있다. [관련 : 수학1222. 이차함수의 그래프와 직선의 위치 관계를 설명할 수 있다.]

고등학교 1학년에서 배우는 수학 I 을 이수하였으면 충분히 이해할 수 있는 내용이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[1-2]

타원의 넓이가 최대가 되도록 하는  $b$ 의 값은 미적분 I 의 다항함수의 미분법을 이용하면 구할 수 있는 문제이다. [관련 : 미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.]

교과서의 예제 문제 수준으로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[1-3]

타원의 넓이가  $\frac{3}{16}\pi$ 가 되도록 하는  $a$ 의 값을 구하기 위하여 [1-1]에서 구한  $a, b$ 의 관계식을 이용하여 인수정리를 이용하여 주어진 방정식을 인수분해하여  $a$ 의 범위 내에서 근을 구하는 문제이다. [관련 : 수학1131. 다항식의 인수분해를 할 수 있다.]

인수정리를 이용한 기본적인 방정식의 풀이법이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[2-1]

$m \leq x \leq 3m$  일 때  $f(x) = k(x-m)^2(x-3m)^2$  이고,  $x < m$  또는  $x > 3m$  일 때  $f(x) = 0$  임을 이용하여 닫힌 구간  $[0, 1]$ 에서 정적분의 값을 구하는 문제이다. [관련 : 미적1422. 정적분의 뜻을 안다.]

또한 계산과정에서 치환적분법을 이용하면 계산 시간을 단축할 수 있다. [관련 : 미적2411. 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.]

구간에 따라 정의된 함수의 정적분의 값을 구하는 문제이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[2-2]

함수가 정의되는 구간에 따라 극대, 극소, 주어진 구간의 끝 값을 비교하여 함수값의 최댓값을 구하는 문제로  $f(x)$ 의 최댓값은  $0 < m \leq \frac{1}{2}$  일 때  $f(2m)$ ,  $\frac{1}{2} < m < 1$  일 때  $f(1)$ ,  $m \geq 1$  일 때 0이다. [관련 : 미적1334. 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.]

제한된 범위 내에서 함수의 최댓값을 구하는 문제는 교과서에 일반적으로 제시되어 있는 내용이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[2-3]

$0 < m < \frac{1}{4}$  일 때,  $\int_0^1 f(x)dx = \frac{16}{15}km^5 = \frac{1}{2018}$  이고  $f(x)$ 의 최솟값이  $km^4 = 2018$  이므로 이를 연립하면  $k$ 와  $m$ 의 값을 구할 수 있다.

주어진 식을 대입하여 연립방정식의 근을 구할 수 있으므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[3-1]

주어진 규칙을 이해하여 두 번의 시행으로 규칙2를 적용하지 않는 경우, 세 번의 시행으로 규칙2를 적용하지 않는 경우, 세 번의 시행으로 규칙2를 한 번 적용하는 경우를 나누어야 한다. 확률과 통계의 경우의 수에서 합의 법칙과 곱의 법칙을 이용하여 구할 수 있다. [관련 : 확통1111. 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다.]

문제의 상황을 통해 경우의 수의 합의 법칙과 곱의 법칙을 직접 나열하여 계산하는 과정이므로 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[3-2]

규칙1만 이용하여 놀이가 끝나야 하므로 네 번의 시행에서 나온 주사위의 눈의 수의 합이 10이 되도록 하는 경우의 수를 중복조합을 이용하여 구할 수 있다. [관련 : 확통1124. 중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.]

고등학교 교육과정 내의 내용인 중복조합을 이용하면 빠른 시간 내에 계산을 할 수 있으므로 교육과정 수준에 적합하다.

[3-3]

[3-2]에서 나온 경우의 수와 규칙2를 1번, 2번 사용하여 네 번째 시행에서 놀이가 끝나는 경우를 구하는 문제이다. 규칙2를 적용하는 각각의 경우를 나누어서 경우의 수의 합의 법칙과 곱의 법칙을 적용하는 문제로 난이도가 있는 문제이다. [3-1]에서 세 번 이하의 시행에 대하여 문제를 해결하였고, 각각의 경우를 나누는 것은 몇 번의 조작으로 충분히 이해될 수 있기 때문에 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

#### 4. 총평 및 제언

2018학년도 수리논술은 기하와 벡터, 미적분, 확률과 통계에서 각각 1문항씩 총 3문항을 출제하였다.

올해도 예년과 마찬가지로 고등학교 교육과정 내에서 출제하기 위해, 출제교수와 검토교사와의 3회 이상의 토의를 통해 교육과정에 적절치 않은 문항을 수정 또는 폐기하였다. 모든 수학교과서에서 충분히 다루고 있는 내용을 다루었으며, 복잡한 사고력을 요하는 문제는 출제하지 않았다.

수리논술은 충분한 시간을 통해 문제를 분석하고 이에 대한 자신의 생각을 서술하는 것이기 때문에 수학적 사고력을 평가할 수 있다. 하지만 교육부가 엄격한 잣대로 대학별 논술시험의 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 평가하여 대학수학능력시험의 고난이도 문제들보다 훨씬 쉬운 문제 출제하게끔 유도하고 있다. 이는 논술시험에서 학생들의 사고력을 공정하게 평가하지 못하게 된다. 예를 들어 올해 수리논술에서 [3-3]이 가장 변별력이 있을 것으로 판단되는데, 이 문항은 학생들의 높은 사고력을 요구하기보다는 규칙을 이해하고 조건을 만족시키는 경우의 수를 나누어 세는 능력을 요구한다.

논술전형의 취지에 맞게 운영되기 위해서는 교육부가 고등학교 교육과정 범위와 수준에 대한 해석을 지금과 같은 잣대로 해석하면 안 될 것으로 생각한다.

● 출제참여 고교교사(B) 의견

1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

**출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?**

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험에서 수학문제의 키워드는 직선의 방정식, 타원의 방정식, 미분법의 활용, 정적분, 최대최소, 경우의 수, 중복순열 등으로 나열할 수 있다. 고등학교 교육과정을 충실히 수행한 학생이라면 누구나 쉽게 접근할 수 있는 용어와 기호를 사용하였고 제시문과 논제의 발문 모두 어려운 단어를 지양하고 쉬운 단어를 활용하고 있다. 논술의 특성상 적절한 풀이방법과 풀이식이 표현되어야 하는데 이 또한 고등학교 교육과정을 넘지 않는 범위 내에서 충분히 가능하다. 기본적인 계산 능력, 수학적 개념에 대한 이해력, 수학 내외적 문제해결능력 모두 측정하기에 적절한 도구들로 구성되어 있으며 특정영역에 치우침이 없이 고루 출제되어 있다.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?**

[제시문1]

고등학교 수학 교육과정에서 중요하게 다루는 관계식 구하기와 최대최소의 문제를 타원과 직선의 위치관계에 대하여 다룬 문제이다. 실제 고등학교 교실 수업에서 발표수업이나 심화내용으로 다루는 내용이며 제시문 또한 이해하기 쉬운 내용이다. 제시문과 문항 모두 고등학교 교육과정을 준수한다고 보여진다.

[제시문2]



미적분1에서 다루는 다항함수의 정적분을 소재로 함수의 최대최소를 묻는 문제로 구성되어 있으며 교과서의 심화문제나 교내 정기고사의 서술형문제로도 출제할 수 있는 수준의 문제이다. 제시된 함수가 이미 학교에서 다루는 수준의 함수이고 발문 또한 교육과정의 범위를 넘어서지 않는다 하겠다.

[제시문3]

직관적으로 이해하기 쉬운 정도의 상황을 제시문에 소개하고 있으며 ‘순열과 조합’ 단원의 최대 목적인 ‘빠뜨리지 않고 중복되지 않게 카운트’하는 교육과정의 목표에 적합한 문항으로 구성되었다. 고등학교 교내 정기고사처럼 다양한 풀이방법이 나타날 것으로 예상되며 학생들의 창의적이고 기발한 사고를 측정하는 데 적절하다고 본다.

### 3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)

[제시문1]은 기백1112, 미적1331, 미적1334 등의 성취기준을 중심으로 타원과 직선의 위치관계, 함수의 최대최소에 관한 논제이며 [1-1]은 성취수준 ‘중’, [1-2]는 성취수준 ‘상’, [1-3]은 성취수준 ‘중’에 각각 해당되는 문제들이며 고등학교 교육과정의 성취기준을 준수하고 성취수준을 결정하기에 적절한 문항이다.

[제시문2]는 미적1422, 미적1334, 미적2411 등의 성취기준을 중심으로 정적분의 계산, 함수의 최대최소, 계산능력 등에 관한 논제이며 [2-1]은 성취수준 ‘상’, [2-2]는 성취수준 ‘상’, [2-3]은 성취수준 ‘중’에 각각 해당되는 문제들이며 고등학교 교육과정의 성취기준을 준수하고 성취수준을 결정하기에 적절한 문항이다.

[제시문3]은 확통1111, 확통1124 등의 성취수준을 중심으로 논제를 이해하고 여러 가지 경우로 분류하여 어떤 적절한 방법으로 풀이하느냐에 대한 논제이며 [3-1]은 성취수준 ‘중’, [3-2]는 성취수준 ‘상’, [3-3]은 성취수준 ‘상’에 각각 해당되는 문제들이며 고등학교 교육과정의 성취기준을 준수하고 성취수준을 결정하기에 적절한 문항이다.

### 4. 총평 및 제언

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험은 2009 개정 교육과정과 학생중심·과정중심의 고교 교육현장의 변화를 그대로 반영하고 논술의 본질도 살린 시험이라 할 수 있다. 이해하기 쉬운 제시문으로 수험생들의 체감난이도를 낮추었으며 교육과정에서 많이 볼 수 있는 발문으로 학교교육을 충실히 이행하고 자기주도적으로 공부한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 범위와 수준이라 할 수 있다. 풀이과정 또한 교육과정을 벗어난 방법으로 해결할 수 있는 문제는 없으며 채점기준도 교육과정의 범위를 넘지 않았다. 논술의 본질이 기본적인 수학적 개념을 바탕으로 다양한 창의적인 문제해결력을 평가한다고 보면 변별력도 충분히 고려했다고 본다.

여러 가지 관점에서 2018학년도 연세대학교 논술시험(수학)의 범위와 수준은 교육과정을 벗어난 것이 없으며 공교육과 자기주도적 학습만으로도 충분히 도전할 수 있다는 자신감을 주었다는 의미가 가장 크다 할 수 있다.

## ● 선행학습 영향평가 위원회 교사위원 검토의견

[문제 분석]

2018학년도 연세대학교 일반전형 수리논술 문항은 총 3개의 제시문 각각에 대하여 3개, 3개, 3개의 소문항으로 구성되어 있으며, 3개의 제시문은 서로 연계되지 않고 독립적으로 제시되었다. 각 제시문에

대하여 출제 난이도에 따라서 3개의 제시문은 각각 15점, 21점, 24점의 배점을 부여하여 수학 만점은 총 60점이다. 출제된 교과와 단원으로는 수학 I, 수학 II, 미적분 I, 미적분 II, 기하와 벡터, 확률과 통계로 고등학교 수학과 교육과정이 고르게 분포되도록 출제되었다는 특징이 있다. 특히, 선발을 위한 변별력 보다는 교육과정 내에서 출제되었다는 느낌이 있었다.

[제시문1]

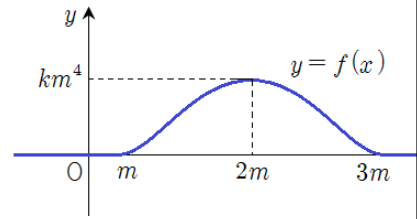
[제시문 1]은 좌표평면 위의 세 점  $(1, 0)$ ,  $(0, 1)$ ,  $(-1, 0)$ 을 꼭짓점으로 하는 삼각형에 내접하는 타원  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y-b)^2}{b^2} = 1$ 을 소재로 3개의 소문항을 묻고 있다. 제시문에 포함된 타원의 넓이 공식은 소문항 2번과 3번에서 수험생들이 적분 등을 이용하여 타원의 넓이를 구하지 않고, 제시문의 공식을 이용하여 타원의 넓이를 구함으로써 함수의 최대와 최소, 방정식의 풀이만을 평가할 수 있도록 제시되었다. 소문항 [1-1]은 한 꼭짓점이  $(0, 0)$ 인 타원  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y-b)^2}{b^2} = 1$ 이 주어진 세 점을 지나는 삼각형에 내접하기 위한 두 상수  $a, b$ 의 조건을 구하는 문제로서, 타원이 두 점  $(1, 0)$ ,  $(0, 1)$ 을 지나는 직선  $y = -x + 1$  또는  $(0, 1)$ ,  $(-1, 0)$ 을 지나는 직선  $y = x + 1$ 과 접하면 된다는 것을 알고, 이차방정식에 대한 판별식  $D$ 가  $D = 0$ 임을 이용하여 두 상수  $a, b$ 에 대한 관계식  $a^2 = 1 - 2b$ 를 구할 수 있는지 평가한다. 한편, 관계식  $a^2 = 1 - 2b$ 에서  $a$ 가 실수이고,  $a^2 > 0$ 이므로  $1 - 2b > 0$ 에서  $b < \frac{1}{2}$ 이다. 타원의 넓이가  $\pi ab$ 이므로  $a > 0$ ,  $b > 0$ 에서 두 실수  $a, b$ 의 범위는  $0 < a < 1$ ,  $0 < b < \frac{1}{2}$ 를 얻을 수 있다. 소문항 [1-2]에서 타원의 넓이  $\pi ab = \frac{\pi}{2}(a - a^3)$ 의 최대가 되는  $b$ 의 값을 구하는 문제는 도함수를 활용한 함수의 최대와 최소에 대한 문제로 실수  $a$ 에 대한 함수  $f(a) = \frac{\pi}{2}(a - a^3)$ 를 미분하여 구간  $(0, 1)$ 에서의 최댓값을 구할 수 있다. [제시문 3]은 타원의 넓이  $\pi ab = \frac{3\pi}{16}$  즉,  $\frac{\pi}{2}(a - a^3) = \frac{3\pi}{16}$ 을 정리한 방정식  $8a^3 - 8a + 3 = 0$ 을 인수분해 하여 삼차방정식의 세 근을 찾는 문제로서 수학 I의 교육과정에 부합한다.  $(a - \frac{1}{2})(8a^2 + 4a - 6) = 0$ 에서  $a = \frac{1}{2}$ 를 알 수 있고, 근의 공식을 이용하여  $a = \frac{-1 + \sqrt{13}}{4}$  ( $a > 0$ )을 구할 수 있다. 따라서 [제시문 1]의 내용은 수학 I의 방정식과 부등식, 미적분 I의 도함수의 활용, 기하와 벡터의 이차곡선의 범위 내에서 충실하게 출제되었다.

[제시문2]

[제시문 2]는 두 양의 실수  $k$ 와  $m$ 에 대하여 실수  $x$ 가  $x < m$ ,  $x > 3m$ 에서  $f(x) = 0$ 이고,  $m \leq x \leq 3m$ 에서  $f(x) = k(x-m)^2(x-3m)^2$ 인 함수에 대하여 다루고 있다. 이때,  $m > 0$ ,  $k > 0$ , 두 실수  $m$ ,  $3m$ 을 각각 중근으로 갖는 사차함수  $f(x) = k(x-m)^2(x-3m)^2$ 의 그래프를 이해하고, 양의 실수  $m$ 의 범위에 따라 정적분의 값을 구할 수 있는지 묻고 있다. [제시문 2]의 문제 유형은 최근 수능에서 평가하고 있는 유형과 비슷하여 수험생들이 친숙하게 접근할 수 있었을 것으로 예상된다. 소문항 [2-1]은 정적분  $\int_0^1 f(x) dx$ 의 값을 구하기 위해 양의 실수  $m$ 을  $0 < m \leq \frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{3} < m \leq 1$ ,  $1 < m$ 의 범위로 각각 나누어 생각할 수 있는지 평가한다. 이때,  $0 < m \leq \frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{3} < m \leq 1$ 인 경우에는 치환적분을 사용하게 되는데, 다항함수에서 치환적분을 사용할 수 있는 것은 미적분 II에서 초월함수에 대한 적분법을 배운 학생들은 다항함수의 적분법에서 치환적분을 충분히 사용했을 것이며, 이를 모두 전개하여 계산할 수도 있다. 소문

항 [2-2]는 그림과 같이 구간  $[0, 1]$ 에서의 함수  $f(x)$ 의 최댓값을 양의 실수  $m$ 에 대하여 구할 수 있는지 평가하고 있다.

함수  $f(x)$ 의 도함수  $f'(x) = 4k(x-m)(x-2m)(x-3m)$ 이므로 수험생들은 함수의 그래프를 그리고, 도함수를 활용하여 함수  $f(x)$ 가  $x=2m$ 일 때, 극댓값  $km^4$ 을 갖는다는 것을 구할 수 있다. 따라서 함수  $f(x)$ 의 최댓값을 구하기 위해 양의 실수  $m$ 을  $0 < m \leq \frac{1}{2}$ ,



$\frac{1}{2} < m \leq 1$ ,  $1 < m$ 의 범위로 각각 나누어 생각할 수 있는지 평가한다. 소문항 [2-3]은 소문항 [2-1],

[2-2]와 연계하여  $0 < m < \frac{1}{4}$ 일 때, 함수  $\int_0^1 f(x)dx = \frac{16}{15}km^5$ 이고,  $f(x)$ 의 최댓값이  $km^4$ 임을 이용하면

해결할 수 있는 연립방정식 문제이다. 즉, 연립방정식  $\frac{16}{15}km^5 = \frac{1}{2018}$ ,  $km^4 = 2018$ 의 해를 구하는 문제이

다. 따라서 [제시문2]의 문제는 수학 I의 연립방정식, 수학 II의 함수의 그래프와 함수의 최댓값, 최솟값을 구하는 문제와 미적분 I의 다항함수의 미분법과 도함수의 활용 범위 내에서 해결할 수 있으므로 교육과정에 충실하게 출제되었으며, 문제의 난이도, 수능과의 연계성 모두에서 우수한 문항으로 평가된다.

[제시문3]

[제시문3]은 주사위를 던져서 나온 눈의 수에 따라 1층부터 10층 사이를 이동하는 규칙을 제시하고, 문제에서 요구하는 경우의 수를 구하는 문제이다. [제시문3]도 위와 마찬가지로 확률과 통계 영역에서 전형적인 경우의 수 문제이다. 이번 문제는 중복조합을 사용하여 생각할 수도 있지만 경우의 수에서 단순한 합의 법칙과 곱의 법칙을 활용하여 해결할 수 있는 수능 유형의 문제이다. 소문항 [3-1]은 주사위를 3번 이하로 던져서 놀이가 끝나는 경우의 수를 구하는 문제로, 2번만에 끝나는 경우와 3번만에 끝나는 경우로 분할하여 생각하면 되는데, 주어진 두 번째 규칙이 사용되는 경우와 사용되지 않는 경우를 생각하는 것이 문제 해결의 결정적인 요소이다. 주사위를 2번 던져서 나온 눈의 수의 합이 10인 경우, 주사위를 3번 던져서 나온 눈의 수의 합이 10인 경우, 주사위를 2번 던져서 나온 눈의 수의 합이 10을 초과하고, 세 번째 던진 눈의 수가 놀이를 끝내도록 나오는 경우로 생각하는 것이 중요하다. 그 동안의 연세대학교 수리논술 문제의 소문항 1번의 성격은 제시문을 이해하고 있는지 묻는 것이 많았는데, 이 문제도 역시 제시문을 정확히 이해하고 있는지 묻고 있다. 소문항 [3-2]는 주사위를 4번 던진 후에 놀이가 끝났고, 4개의 주사위의 눈의 합이 10인 경우의 수를 구하는 문제이다. 위의 소문항 [3-1]은 중복조합을 이용하여 생각하면 오히려 복잡할 수 있지만 소문항 [3-2]는 중복조합을 사용하여 계산하면 간단히 해결되는 교과서적인 문제( $x+y+z+w=10$ 인 자연수의 순서쌍  $(x, y, z, w)$ 의 해의 개수)이다. 소문항 [3-2]는 자연수 10을 4개의 자연수의 합으로 나타내는 자연수의 분할  $P(10, 4)$ 에 대하여 순열, 같은 것을 포함하는 순열 등을 활용한 풀이도 가능하다. 소문항 [3-3]은 주사위를 4번 던져서 놀이가 끝나는 경우의 수로 소문항 [3-2]번의 답 이외에 4번만에 놀이가 끝나는 경우의 수를 구하는 문제이다. 소문항 [3-3]은 주사위를 2번 던져서 10을 초과하고 다시 2번을 더 던진 눈에서 10을 초과하지 않으면서 놀이가 끝난 경우의 수 1, 주사위를 2번 던져서 10을 초과하고 3번째 던진 눈에서 다시 10을 초과하고 마지막 던진 눈에서 놀이가 끝난 경우의 수 14, 주사위를 3번 던진 후에야 10을 처음으로 초과하고 마지막 던진 눈에서 놀이가 끝난 경우의 수 72를 각각 구할 수 있는지 평가한다. 여기까지 해결한 수험생은 소문항 [3-2]에서 구한 80을 포함하여  $1+14+72+80=167$ 을 구할 수 있다. 따라서 [제시문3]은 고등학교 교육과정 확률과 통계의 순열과 조합 단원의 다양한 영역에서 그 수준이 평가 목적에 적절하고, 교육과정에 충실하며 학생들의 조합적 사고를 평가할 수 있는 우수한 문항으로 출제되었다.

**[평가]**

2018학년도 연세대학교 수리논술 문제의 특징은 2017학년도에 이어 명확한 교육과정 내 출제, 평가 수준의 하향에 있다. 2017학년도와 비교할 때, 채점기준의 명확성, 서술보다는 해답이 존재하는 문항으로 출제되었으며 다양한 풀이가 존재하더라도 그 방법의 제한이 있는 문제들로 구성되었다. 따라서 채점의 공정성과 타당성이 높아졌다고 판단된다. 2017학년도에 수학 I, 수학 II, 미적분 I의 세 영역으로 인문계열의 수능 범위 내에서만 출제된 것과 비교하면 수학 I, 수학 II, 미적분 I, 기하와 벡터, 미적분 II뿐 아니라 확률과 통계까지 전 영역에서 다양하게 출제된 것을 볼 수 있는데, 자연계열 학생이 치르는 수리논술 시험에서 바람직하다고 생각한다. 그러나 정상적인 수학교육을 받은 전국의 각 고등학교에서 최상위권의 수학적 사고력과 응용력을 가진 학생들을 대상으로 선발하고, 그 경쟁률이 70~100:1을 기록하고 있는 논술시험에서 이와 같이 상대적으로 평이한 수준의 변별력을 가진 문제들을 출제하면 선발의 공정성과 타당성, 신뢰도가 떨어질 수밖에 없다. 따라서 차후에는 지원하는 학생들의 지적 수준을 고려하고, 출제의 목적을 고려한 난이도의 문제가 출제되어야 한다. 적어도 평균이 너무 높아서 변별이 어려운 상황이 생기지 않도록 해야 한다.

2018년도의 연세대학교 수리논술 [제시문1], [제시문2], [제시문3]은 최근의 기출문제와 비교하여 교육과정에 충실하게 출제된 것은 명확해 보인다. 2017년부터 재학생의 참여로 체감난이도를 낮추고, 현장 교사의 참여 확대, 교육과정 준수에 대한 강조와 출제 지침을 지키려는 노력이 반영되고 있다.

종합적으로 2018학년도 연세대학교 일반전형 수리논술 3개의 제시문에 대한 9개의 소문항은 모두 교육과정에 충실하게 출제되었으며, 최근의 수능 유형과 비슷한 형태를 유지하면서 사고 과정을 서술하고 평가할 수 있도록 출제되었다. 따라서 수리논술 입시 전형의 목적에 부합한다. 또한, 연세대학교 2017학년도 기출문제에 이어 2018년 연세대학교 수리논술 문제의 난이도가 여전히 양호한 수준에서 출제되었으므로 사교육 유발 등에 영향을 주지 않는다고 판단된다.

#### 4 일반전형 자연계열(물리) 논술시험

##### 4.1 일반전형 자연계열(물리) 논술시험 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(물리)/문항1	
모집요강에 제시한 출제 범위[과목명]	[공통과목] 과학, [물리] 물리 I·II, [화학] 화학 I·II, [생명과학] 생명과학 I·II, [지구과학] 지구과학 I·II 및 문제와 연관된 고교 전 교육과정 (과학 이외 과목 포함)	
출제 범위	고등학교 과목명	물리 I, 물리 II
	핵심개념 및 용어	단진자, 열, 일, 온도, RLC 교류 회로, 파동함수와 에너지 준위
예상 소요 시간	60분	

##### 4.2 일반전형 자연계열(물리) 논술시험 기출문제

[첨부 파일 참조]

##### 4.3 출제의도 및 문제분석

[출제 의도]

고등학교 물리 교과과정에 제시된 기본 개념과 원리 이해를 바탕으로 주어진 물리적 상황을 이해하고, 논리적으로 분석하여, 문제를 체계적으로 해결하고, 이를 논술 할 수 있는지를 골고루 평가하고자 하였다. 특히 교과 전과정에 걸쳐 문제를 출제하여 물리 전반에 대한 지식 및 문제 해결 능력을 평가하고자 노력하였다.

[제시문, 문항 분석 및 교과과정과의 연계성]

- 고등학교 물리 교과에서 다루는 다양한 개념들을 출제하여 다양한 상황의 문제를 해결하는 과정을 평가하고자 하였다. 이를 위해 운동과 에너지, 전기와 자기, 파동, 미시세계와 양자현상 등 교과과정 범위의 다양한 내용을 다루도록 하였다. 구체적으로 단진동, 진자, 열에너지와 역학적 에너지를 포함한 에너지 보존, 교류와 코일 및 축전기, 저항의 작동원리, 파동 함수와 에너지 준위 등을 다루도록 하였다.
- 다양한 물리 개념을 설명하는 제시문을 제시하여 기본 개념을 파악할 수 있도록 하였으며, 이를 바탕으로 주어진 물리적 상황을 점진적으로 이해하며 설명할 수 있도록 문제를 구성하였다. 이러한 문제 해결 과정을 통해 과학적 사고 능력과 물리 개념을 논리적으로 분석할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.
- 물리 논술은 가벼운 실에 매달린 추의 운동을 이해하는 문항으로 시작하였다. 실이 추에 작용하는 힘을 논하고, 진자의 운동을 분석하여 주기를 결정하는 변인을 논하도록 하였다. 다음으로 단위자 분자로 이루어진 이상 기체의 열역학 과정을 여러 단계로 나누어 논술하게 하였고, 이어서 교류 전원에 코일, 저항, 축전기가 연결되었을 때 흐르는 전류에 대해 논하도록 하였다. 끝으로 1차원 상자 속

의 입자가 가지는 파동의 성질에 대한 이해를 물었다. 세부적으로 다음의 이해도를 평가할 수 있도록 각 문항을 구성하였다.

**[문제1]**

가벼운 실에 매달린 추의 운동의 역학적 과정을 묻는 문항이다. 추의 위치에 따른 실이 추에 작용하는 힘의 크기를 비교하고, 진동을 할 경우 알짜힘을 고려하여 주기에 영향을 주는 변인에 대한 이해를 평가하고자 하였다. 수학적 계산을 배제하고 개념적 설명을 요구하여 물리적 개념 이해에 평가의 초점을 맞추었다.

교과 연계성: 단진동, 단진자 (물리, 물리II: 힘과 운동, 운동의 표현, 운동 법칙, 단진동)

**[문제2]**

단원자로 이루어진 이상 기체가 압력과 부피가 변하는 과정을 열과 일의 출입, 내부 에너지의 변화, 온도 변화의 기본 개념에 대한 이해를 토대로 논술 할 수 있는지 평가하고자 하였다.

교과 연계성: 열, 일, 열역학 과정, 내부에너지, 온도의 변화(물리, 힘과 에너지의 이용, 열역학 법칙, 물리II 열에너지)

**[문제3]**

코일만 있는 회로, 축전기만 있는 회로, 코일과 축전기, 저항이 함께 있는 RLC 회로에 교류를 연결하였을 때 전류의 흐름에 대해 코일의 유도 기전력과 축적기에 저장되는 전하량 등을 고려하며, 교류 전원의 전압의 최댓값과 주파수의 영향 등을 이해하여 논술하도록 하였다. 수학적 계산을 배제하고 개념적 설명을 요구하여 물리적 개념 이해에 평가의 초점을 맞추었다.

교과 연계성: RLC 교류회로, 전류(물리II: 전류와 자기장, 자체유도, 전자기 진동, RLC회로)

**[문제4]**

1차원 상자에 갇힌 입자에 대해 파동 함수와 에너지 준위의 의미를 이해하는지 묻는 문항이다. 제시문에서 제시한 파동 함수의 모양이 정상파의 모양이라는 것을 고려하여 입자가 발견될 확률을 정성적으로 설명하고, 에너지 준위가 갖는 의미를 올바르게 고려하여 입자가 흡수하거나 방출할 수 있는 에너지를 이해하는지를 평가하고자 하였다. 미시 세계의 물리적 개념 이해에 평가의 초점을 맞추었다.

교과 연계성: 에너지 준위, 파동 함수 (물리 II: 미시 세계와 양자 현상, 물질의 이중성, 입자의 파동성, 파동 함수)

#### 4.4 일반전형 자연계열(물리) 논술시험 출제 근거

##### 4.4.1 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육인적자원부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”				
교육과정	<p>[물리 II] - (1)운동과 에너지 - (가)힘과 운동                  ⑥ 단진동의 의미와 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 이해한다.</p> <p>[물리 II] - (1)운동과 에너지 - (나)열에너지                  ③ 이상기체의 의미와 상태 방정식을 이해한다.                  ④ 열과 일의 출입에 따른 여러 가지 열역학 과정을 이해한다.</p> <p>[물리 II] - (2)전기와 자기 - (나)전류와 자기장                  ⑦ RLC 회로에서 전자기진동이 발생하는 과정을 정성적으로 이해한다.</p> <p>[물리 II] - (4)미시세계와 양자현상 - (나)양자물리                  ② 슈뢰딩거 방정식을 알고, 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 이해한다.                  ③ 원자에서 전자의 파동함수에 따른 확률분포를 이해한다.</p>				
성취기준 · 성취수준	<p>물2116. 단진동을 분석하고 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 설명할 수 있다.</p> <p>물2123. 이상기체의 의미를 설명하고 상태방정식을 표현할 수 있다.</p> <p>물2124. 열과 일의 출입에 따른 열역학 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>물2227. RLC 교류 회로의 전류 발생 과정을 통해 전자기 진동을 설명할 수 있다.</p> <p>물2422. 슈뢰딩거방정식을 이해하여, 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 설명할 수 있다.</p> <p>물2423. 원자에서 전자의 파동함수에 따른 확률분포를 설명할 수 있다.</p>				
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	51
	물리 II	김영민 외	교학사	2011	35
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	54
	물리 II	김영민 외	교학사	2011	36,37
	물리 I	곽성일 외	천재교육	2011	293
	물리 I	김영민 외	교학사	2011	339
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	60,79,83,86
	물리 II	김영민 외	교학사	2011	92
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	169,170
	물리 II	김영민 외	교학사	2011	167,168,169
	물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	293,294
물리 II	김영민 외	교학사	2011	310,312	

### 4.5 일반전형 자연계열(물리) 논술시험 고교교사 검토의견

● 출제참여 고교교사(A) 의견

#### 1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

#### 2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?

교육과정에 근거하고 있음.

출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?

교육과정 수준에 적합함.

#### 3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)

문제1.

성취기준(물2116) 단진동을 분석하고 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 설명할 수 있다.

문제2.

성취기준(물1425) 열역학 법칙을 이용하여 열기관의 작동원리를 설명할 수 있고, 열효율의 크기를 표현할 수 있다. 성취수준(하) 열역학 법칙을 진술하고 열효율의 의미를 인식할 수 있다.

문제 3

성취수준(물2227) RLC교류회로의 전류 발생 과정을 통해 전자기 진동을 설명할 수 있다.

문제 4

성취수준(물2423) 원자에서 전자의 파동함수에 따른 확률분포를 설명할 수 있다.

#### 4. 총평 및 제언

문제1> 단진동에 영향을 주는 힘과 단진동을 분석하는 문제이고, 단진동하는 물체를 해석하는 기본적인 문제임. 학교 수업 내에서 기본적으로 다루는 문제임. 문제2> 단원자 분자의 이상기체의 부피 및 압력, 온도 변화를 열역학적으로 해석하는 문제로서 열역학 제1법칙을 이용함. 물리1에서 다루는 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고 있으면 교육과정안에서 누구나 쉽게 다룰 수 있는 문제임. 문제3> 유도기전력을 발생하는 코일, 전하를 저장하는 축전기 등이 교류전원에 연결 되어 있을 때 흐르는 전류에 미치는



영향을 묻고 있고, 또한 RLC 직렬회로에서 전류의 변화를 묻고 있음. 문제4> 1차원 상자 속에 갇혀 있는 입자의 에너지 준위 값을 제시하여 주었으며, 주어진 에너지 준위값을 이용하여 에너지 상태에 대해 확률적으로 해석하는 문제임. 또한 에너지 준위는 불연속적이고, 에너지 준위의 차이에 해당하는 에너지만을 흡수, 방출할 수 있으며, 그 에너지 준위의 차이가 가장 작은 순서로 5개를 찾는 문제임. 다른 부분과 연계 없이 기본적인 개념 내에서 다룰 수 있는 문제임.  
모든 문제가 학교 수업 및 교육과정안에서 가장 기본적으로 질문하는 문항들로서 평이하게 출제 됨.

● 출제참여 고교교사(B) 의견

1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

**출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?**

고등학교 물리II 교육과정에 근거하여 이를 벗어나지 않고 출제되었습니다. 이는 아래에 작성된 문항 출제 근거에서 확인할 수 있습니다.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?**

고등학교 물리II 교과를 배운 학생들 가운데 성취수준이 ‘중’ 이상인 학생이라면 쉽게 풀 수 있는 수준으로, 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 교과서 수준에서 출제되었습니다.

3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)

가. 1번 문항 출제 근거

(1) 출제 단위 : [물리II] 1. 운동과 에너지 (가) 힘과 운동 06. 단진동

(가) 성취기준 : 물2116. 단진동을 분석하고 진자의 주기에 영향을 주는 변인을 설명할 수 있다.

(나) 성취수준 :

(상) 단진동 운동을 분석하여 작용하는 알짜힘을 표현하고, 단진자의 주기에 영향을 주는 변인을 모두 제시할 수 있다.

(중) 단진동 운동을 분석하고, 단진자의 주기에 영향을 주는 변인을 진술할 수 있다.

(하) 단진동에 작용하는 힘을 바탕으로 운동 변화를 진술할 수 있다.

**나. 2번 문항 출제 근거**

(1) 출제 단원 : [물리Ⅱ] 1. 운동과 에너지 (나) 열에너지 04. 열역학 제1법칙과 열역학 과정

(가) 성취기준 : 물2124. 열과 일의 출입에 따른 열역학 과정을 설명할 수 있다.

(나) 성취수준 :

(상) 열역학계에서 등온과정, 단열과정, 정압과정, 정적과정의 특징을 설명하고 이때 열과 일의 출입에 따른 변화를 비교할 수 있으며 실제 현상에 적용할 수 있다.

(중) 열역학계에서 등온과정, 단열과정, 정압과정, 정적과정의 특징을 진술하고 열과 일의 출입에 따른 변화를 설명할 수 있다.

(하) 열역학과정에서 열과 일의 출입을 구별할 수 있다.

**다. 3번 문항 출제 근거**

(1) 출제 단원 : [물리Ⅱ] 2. 전기와 자기 (나) 전류와 자기장 07. 전자기 진동

(가) 성취기준 : 물2227. RLC 교류 회로의 전류 발생 과정을 통해 전자기 진동을 설명할 수 있다.

(나) 성취수준 :

(상) RLC 교류 회로의 전류 발생 과정을 분석하여 설명할 수 있으며, 회로를 통해 전자기 진동현상을 설명하고, 전자기 진동의 전류발생과 전자기 진동수를 정성적으로 설명할 수 있다.

(중) RLC 교류 회로의 전류 발생 과정을 이해하여 설명할 수 있으며, 전자기 진동의 전류발생과 진동수의 관계를 진술할 수 있다.

(하) RLC 교류 회로의 전류 발생 과정을 진술하고, 전자기 진동 현상에 대해 진술할 수 있다.

**라. 4번 문항 출제 근거**

(1) 출제 단원 : [물리Ⅱ] 4. 미시세계와 양자 현상 (나) 양자물리 02. 슈뢰딩거 방정식

(가) 성취기준 : 물2422. 슈뢰딩거방정식을 이해하여, 그 해인 파동함수와 에너지 준위의 의미를 정성적으로 설명할 수 있다.

(나) 성취수준 :

(상) 슈뢰딩거방정식을 이해하고, 그 해인 파동함수의 물리적 의미를 설명하고, 슈뢰딩거 방정식에서 에너지 준위가 갖는 의미를 정성적으로 설명할 수 있다.

(중) 슈뢰딩거방정식의 해가 파동함수의 형태임을 알고, 그 의미를 진술하며, 슈뢰딩거 방정식에서 에너지 준위가 갖는 의미를 진술할 수 있다.

(하) 슈뢰딩거 함수와 그 해인 파동함수의 의미를 설명할 수 있다.

**4. 총평 및 제언**

출제된 문항을 검토한 결과 모든 문항이 고등학교 물리Ⅱ 교육과정 범위와 수준에 맞게 출제되었습니다. 1~4번 문항 모두 물리Ⅱ 지필평가에서 서술형 문항 수준의 문제들로 교과서에 설명이 나와 있는 내용들입니다. 제시문도 교과서 외 자료를 전혀 활용하지 않았습니다. 따라서 학교에서 물리Ⅱ 수업을 성실히 들은 학생이라면 별도의 추론이나 계산 과정 없이 쉽게 서술할 수 있는 수준입니다. 또한, 서로 다른 단원의 개념들을 연결하여 추론을 요구하는 어려운 문제가 없으며, 교육과정을 통해 학습한 개념을 제시문의 새로운 상황까지 사고를 확장하여 해석하는 사고력을 요구하는 문제도 없습니다. 철저하게 한 문항당 한 개념에 대하여 출제되어 학생들이 출제자의 의도를 명확하게 파악할 것으로 예상됩니다.

다만, 아쉬운 점은 대수능 시험에서도 역학과 전자기학을 연결하여 출제하는 등의 단원별 융합을 바탕으로 출제되는 문제가 자주 나오는데, 사고력을 측정하고자 하는 논술 문항에서 요구하는 사고력 수준이 더 낮은 것 같습니다. 이로 인해 성취수준이 높은 학생들 사이에 변별력이 크게 떨어질 것으로 예상되며, 사고력이 뛰어난 학생이 아니라 실수를 하지 않는 꼼꼼한 학생이 전형에서 유리한 상황이 발생할 것으로 보입니다. 문항이 교육과정의 범위를 철저히 지켜 출제되었지만, 난이도 조절 문제로 인하여 학생 및 학부모의 불만이 예상됩니다. 그러므로 다음번에는 교육과정 범위 안에서 개념 간의 융합 및 새로운 상황에 대한 해석을 하는 수준까지 난이도를 상향 조절할 필요성을 느낍니다.

● **선행학습 영향평가 위원회 교사위원 검토의견**

**[문제 분석]**

2018학년도 물리 논술문제는 5개의 제시문과 4개의 소문항으로 이루어져 있고, 모두 고등학교 교육과정 내에서 다루는 내용으로 출제되었다.

제시문 [가]와 [나]는 진동운동과 관련된 힘과 가속도의 특징에 대한 내용으로 물리Ⅱ에서 다루고 있다. 제시문 [다]는 열역학 법칙과 이상기체의 특징과 관련된 것으로 이는 물리Ⅰ과 물리Ⅱ에서 모두 다루는 내용이다. 제시문 [라]는 축전기와 코일을 이용하여 전기신호의 진동수 및 크기를 조절하는 원리를 다루는 내용으로 물리Ⅰ과 물리Ⅱ에서 모두 다루고 있다. 제시문 [마]는 슈뢰딩거 방정식을 통해 파동함수와 에너지 준위의 의미를 설명하는 것으로 물리Ⅱ에서 다루는 내용이다.

문항 1은 단진동에서 추에 작용한 힘과 가속도를 분석하고, 단진동의 주기에 영향을 주는 변인을 이해하고 있는지 평가하기 위한 문항이다. 이는 물리Ⅱ의 운동과 에너지 영역에서 다루는 것으로 모든 교과서에서 단진동을 다루며 제시되는 내용일 뿐 아니라, 수능에서도 이를 응용한 문항들을 많이 접하기 때문에 대부분의 학생들은 낯설게 느끼지 않았을 것이고 교과학습에 충실한 학생이라면 수월하게 문제를 해결했으리라 판단된다. 심지어는 단진동의 주기를 유도하는 등 모범답안의 내용보다 더 심화된 내용을 작성한 학생이 많았을 것으로 예상된다.

문항 2는 이상기체의 상태가 변하는 과정을 단계별로 제시하면서 각 단계마다 에너지와 온도의 변화를 묻고 있다. 이 문항 역시 문항 1과 마찬가지로 매우 기초적인 개념을 이해하고 있는지 평가하고 있다. 물리Ⅰ과 물리Ⅱ에서 모두 다루고 있고, 수능에서도 이 영역에서 응용문제가 고난도로 자주 출제되므로 문항2에서 요구하는 내용보다 심화된 내용까지 학습된 학생이 많을 것으로 판단된다. 열역학 법칙과 이상기체의 상태변화와 관련된 기본적인 개념 학습만으로도 충분히 쉽게 해결할 수 있었을 것이다.

문항 3은 교류회로에서 전류에 영향을 미치는 코일의 특징, 축전기의 특징을 각각 이해하고 있는지, 코일과 축전기와 저항이 직렬 연결된 RLC회로에서 전류의 특징에 대해 설명할 수 있는지 평가하고 있다. 물리Ⅰ에서 코일과 축전기의 기본적인 특징을 설명하는 단원에서 다루는 기본적인 내용으로 쉽게 접근하였을 것으로 판단된다. 또한 물리Ⅱ에서 RLC회로의 임피던스와 공명주파수는 필수학습내용이므로 3번 문항의 답안을 어렵지 않게 작성하였을 것으로 판단된다.

문항 4는 1차원 상자속의 입자가 발견될 확률을 위치에 따라 논하고 에너지 준위 사이의 간격을 가장 작은 값부터 5가지를 순서대로 나열할 수 있는지 평가하는 문항이다. 파동함수의 물리적 의미를 이해하고 입자의 위치에 따른 확률 밀도를 설명하고, 제시문에서 주어진 에너지에 양자수를 대입하면 에너지 준위 사이의 간격을 쉽게 구할 수 있으므로 4번 문항 역시 물리Ⅱ의 기본적인 개념 학습을 한 학생이라면 수월하게 해결할 수 있는 문항이다.

**[평가]**

모든 제시문과 문항의 내용이나 사용된 용어들 모두 고등학교 교육과정에서 다루는 내용으로 이루어

졌고, 모범답안도 2종 교과서에서 쉽게 찾을 수 있는 내용이므로 선행학습이 필요한 수준이 아니고, 특정 교과서에 따른 유·불리가 발생하지 않는다. 난이도 역시 교과서 내용만을 충분히 이해하고 숙지한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있을 정도로 평이하다.

2018학년도 연세대학교 물리 논술 문제는 과년도 기출 문제에 비해 난이도가 급격히 낮아진 것이 큰 특징이다. 과년도 기출 문제들은 교육과정 내에서 학습한 개념을 다양하게 응용하여 새로운 유형의 문제를 창의적으로 해결하는 것을 요구하는 방식이었으나, 이번 논술 문제는 교과서에 있는 내용을 기억하고 있는지 확인하거나 제시문의 공식에 단순히 대입해보는 것만으로도 출제 의도를 만족하는 답안을 작성할 수 있는 수준이 되었다.

철저히 교육과정 내에서 출제되었다는 점과 중상위권 정도의 학생은 거의 모범답안을 작성할 수 있는 수준의 문제라는 점은 외부기관에서 만족할 수 있을지 모르지만, 최상위 학생들이 지원하는 학교의 입장에서 대부분의 학생이 비슷한 수준의 답안을 작성하였을 경우 변별력이 떨어져서 굉장히 난감하였을 것으로 판단된다. 우수한 학생을 선별하기 위해서는 모범답안보다 더 심도 있는 내용을 작성한 학생에게 가산점을 주어 평가할 필요가 있어 보인다.

## 5 일반전형 자연계열(화학) 논술시험

### 5.1 일반전형 자연계열(화학) 논술시험 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(화학)/문항1	
모집요강에 제시한 출제 범위(과목명)	[공통과목] 과학, [물리] 물리 I·II, [화학] 화학 I·II, [생명과학] 생명과학 I·II, [지구과학] 지구과학 I·II 및 문제와 연관된 고교 전 교육과정 (과학 이외 과목 포함)	
출제 범위	고등학교 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	원자 모형의 변천 과정, 수소의 선 스펙트럼, 전자쌍 반발 이론, 분자의 극성, 용해도, 화학 반응 속도
예상 소요 시간	60분	

### 5.2 일반전형 자연계열(화학) 논술시험 기출문제

[첨부 파일 참조]

### 5.3 출제의도 및 문제분석

[출제 의도]

고등학교 화학 교과 과정에서 배우는 핵심적인 개념들을 이해하는지 평가하고자 하였다. 모든 제시문은 4종 교과서에서 공통적으로 다루는 내용이며 특정 학습 범위에 치우치지 않고 화학 교과 과정의 균형 있는 학습을 유도하기 위해 화학 I 교과서와 화학 II 교과서의 비중이 비슷하도록 발췌하였다. 모든 문항은 고등학교 화학 교과 과정 및 성취기준에 근거하여 출제함으로써 교과서를 위주로 충실히 공부한 학생이 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 하였다.

[제시문, 문항 분석 및 교과과정과의 연계성]

[제시문]

- 제시문 (가)  
원자핵과 전자의 발견을 비롯하여 이를 바탕으로 한 원자 모형의 변천 과정을 제시하였다.  
(화학 I) 교과 연계성: II. 개성 있는 원소
- 제시문 (나)  
보어의 수소 원자 모형과 관련된 수소의 선 스펙트럼을 제시하였다.  
(화학 I) 교과 연계성: II. 개성 있는 원소
- 제시문 (다)  
물질을 구성하는 원자들의 대표적인 화학 결합인 이온 결합과 공유 결합을 설명하였으며, 전자쌍 반발 이론으로 예측한 분자 구조와 분자의 물리적, 화학적 성질이 연관되어 있음을 제시하였다.  
(화학 I) 교과 연계성: III. 아름다운 분자 세계

● 제시문 (라)

용해도의 개념을 설명하고, 고체와 기체의 용해도가 온도에 따라 변화함을 그래프를 통해 제시하였다.

(화학 II) 교과 연계성: III. 화학평형

● 제시문 (마)

촉매의 일반적인 특징과 산업적으로 이용되는 사례를 제시하였다. 또한 생물체 내에서 생체 촉매로 작용하는 효소의 일반적인 특징과 관련된 반응의 예를 제시하였다.

(화학 II) 교과 연계성: IV. 화학 반응 속도

[문항분석]

● 문제 [1]

원자 모형의 변천 과정을 바탕으로 보어의 수소 원자 모형 및 현대 원자 모형을 이해하고 있는지 평가한다. (※ 괄호 안은 교육과정 내용에 따른 성취기준을 의미함)

1) 보어의 수소 원자 모형을 설명한다. (화1203-2)

2) 보어 원자 모형의 한계를 설명하고 이를 보완한 현대 원자 모형을 오비탈에 기초하여 설명한다. (화1203-2)

· 출제근거: 화학I 교과서 (II. 개성 있는 원소, 1. 원자의 구조 중 화1203)

- 교육과정 내용 (화1203): 보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다.

[탐구 활동] 원자 모형의 변천 이해하기

- 성취기준 (화1203-2): 원자 모형의 변천 과정을 통해 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.

- 성취수준 (화1203-2)

· 상: 원자 모형의 변천 과정을 설명하고, 한계점을 이용하여 현대 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.

· 중: 원자 모형의 변천 과정을 설명할 수 있다.

· 하: 원자 모형이 변화해왔음을 말할 수 있다.

● 문제 [2]

전자쌍 반발 이론을 통해 간단한 공유 결합 분자의 구조 및 이에 따른 물리적, 화학적 성질을 설명할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 분자 간 상호 작용과 끓는점의 관계를 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

1) 전자쌍 반발 이론을 이용하여 메테인과 암모니아의 분자 구조 및 극성을 설명한다. (화1305-1)

2) 메테인과 암모니아 분자 각각의 분자 간 상호 작용을 고려하여 두 분자의 끓는점을 비교하여 설명한다. (화2101)

· 출제근거: 화학I 교과서 (III. 아름다운 분자세계, 2. 분자의 구조와 성질 중 화1305)

- 교육과정 내용 (화1305): 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고, 분자의 극성과 끓는점 등 물리적, 화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있다는 사실을 이해한다.

- 성취기준 (화1305-1): 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있다.

- 성취수준 (화1305-1)
  - 상: 전자쌍 반발 이론을 이용하여 간단한 공유 결합 분자의 구조를 설명하고, 분자 구조를 이용하여 극성 여부를 구별할 수 있다.
  - 중: 전자쌍 반발 이론을 이용하여 간단한 공유 결합 분자의 구조를 설명할 수 있다.
  - 하: 전자쌍 반발 이론의 의미를 말할 수 있다.
  
- 성취기준 (화1305-2): 분자의 물리적, 화학적 성질을 분자의 구조를 이용하여 설명할 수 있다.
- 성취수준 (화1305-2)
  - 상: 분자의 물리적, 화학적 성질을 분자의 구조를 이용하여 설명할 수 있다.
  - 중: 분자의 물리적, 화학적 성질 일부를 분자의 구조를 이용하여 설명할 수 있다.
  - 하: 분자의 구조에 따라 성질이 달라짐을 말할 수 있다.
  
- 출제근거: 화학II 교과서 (I. 다양한 모습의 물질, 1. 물질의 상태 중 화2101)
- 교육과정 내용 (화2101): 여러 가지 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 안다.
- 성취기준 (화2101): 여러 가지 분자 간 상호 작용을 설명하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.
- 성취수준 (화2101)
  - 상: 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 수소 결합 등과 같은 분자 간 상호 작용을 설명하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.
  - 중: 쌍극자-쌍극자 힘, 분산력, 수소 결합 등과 같은 분자 간 상호 작용을 설명할 수 있다.
  - 하: 분자 사이에 작용하는 다양한 분자 간 상호 작용의 종류를 제시할 수 있다.
  
- 문제 [3]
- 온도에 따라 고체와 기체의 용해도 변화 이유를 입자 사이의 인력에 따른 엔탈피를 고려해서 설명할 수 있는 지 평가하고자 하였다.
- 1) 제시문 [라]의 그래프를 통해 질산 칼륨과 산소 기체의 용해도의 온도에 따른 엔탈피 변화가 흡열 반응인지 발열 반응인지 판단한다. (화2305)
- 2) 두 용질의 용해 과정에 따른 엔탈피 변화를 용질 및 용매 입자 사이의 상호 작용과 연관 지어 설명한다. (화2305)
  
- 출제근거: 화학II 교과서 (III. 화학평형, 1. 평형의 원리 중 화2305)
- 교육과정 내용 (화2305): 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.
- 성취기준 (화2305): 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.
- 상: 온도에 따른 고체의 용해도 변화, 온도와 압력에 따른 기체의 용해도 변화 이유를 분자 사이의 인력, 엔탈피, 엔트로피를 고려하여 설명할 수 있다.
- 중: 온도에 따라 고체와 기체의 용해도가 변화하는 이유를 엔탈피의 변화와 관련지어 정성적으로 설명할 수 있다.
- 하: 온도에 따라 고체의 용해도가 변하고, 온도와 압력에 따라 기체의 용해도가 변한다는 사실을 말할 수 있다.

● 문제 [4]

생체 촉매인 효소의 기능과 특성을 설명한다.

- 1) 효소가 생체 촉매로 작용하여 반응을 빠르게 하는 원리를 설명한다. (화2406)
- 2) 효소의 특성을 열쇠와 자물쇠 모형의 원리와 관련지어 설명한다. (화2407-2)

- 출제근거: 화학II 교과서 (IV. 화학 반응 속도, 1. 반응 속도 중 화2406)
- 교육과정 내용 (화2406): 촉매를 이용해서 에너지 장벽의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시킬 수 있음을 이해하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.
- 성취기준 (화2406): 촉매를 이용해서 에너지 장벽의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 과정을 설명하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.
- 성취수준 (화2406)
  - 상: 촉매가 활성화 에너지를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 과정을 설명하고, 촉매의 종류를 활성화 에너지와 연관시켜 설명할 수 있다.
  - 중: 촉매가 활성화 에너지를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 과정을 설명할 수 있다.
  - 하: 촉매가 반응 속도를 변화시킬 수 있음을 말할 수 있다.
- 출제근거: 화학II 교과서 (IV. 화학 반응 속도, 1. 반응 속도 중 화2407)
- 교육과정 내용 (화2407): 촉매가 효소의 경우처럼 생명 현상뿐만 아니라 암모니아와 고분자 등의 산업적 합성에서도 중요한 역할을 한다는 사실을 설명할 수 있다.
- 성취기준 (화2407-2): 효소의 기능 및 특성을 제시된 열쇠와 자물쇠 모형의 원리와 관련지어 설명할 수 있다.
- 성취수준 (화2407-2)
  - 상: 효소의 기능과 특성을 제시된 열쇠와 자물쇠 모형의 원리와 관련지어 설명할 수 있다.
  - 중: 효소는 특정 반응에만 작용한다는 것을 말할 수 있다.
  - 하: 효소가 반응 속도를 변화시킬 수 있음을 말할 수 있다.



### 5.4 일반전형 자연계열(화학) 논술시험 출제 근거

#### 5.4.1 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육인적자원부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”
교육과정	<p>[화학 I] - (2)개성 있는 원소</p> <p>③ 보어 모형을 이용하여 수소의 선스펙트럼과 에너지 준위를 설명하고, 대표적인 원자의 유효 핵전하 차이를 안다.</p> <p>[화학 I] - (3)아름다운 분자 세계</p> <p>④ 간단한 분자들의 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.</p> <p>⑤ 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고, 분자의 극성과 끓는점 등 물리적, 화학적 성질이 분자구조와 관계가 있다는 사실을 이해한다.</p> <p>[화학 II] - (1)다양한 모습의 물질</p> <p>① 여러 가지 분자 간 상호 작용을 이해하고, 분자 간 상호 작용의 크기와 끓는점의 관계를 안다.</p> <p>[화학 II] - (3)화학 평형</p> <p>⑤ 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.</p> <p>[화학 II] - (4)화학 반응 속도</p> <p>⑥ 촉매를 이용해서 에너지 장벽의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시킬 수 있음을 이해하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.</p> <p>⑦ 촉매가 효소의 경우처럼 생명 현상뿐만 아니라 암모니아와 고분자 등의 산업적 합성에서도 중요한 역할을 한다는 사실을 설명할 수 있다.</p>
성취기준 성취수준	<p>화1203-2. 원자 모형의 변천 과정을 통해 현대 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.</p> <p>화1304. 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.</p> <p>화1305-1. 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있다.</p> <p>화2101. 여러 가지 분자 간 상호 작용을 설명하고, 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>화2305. 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고, 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.</p> <p>화2406. 촉매를 이용해서 에너지 장벽의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 과정을 설명하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.</p> <p>화2407. 촉매가 효소의 경우처럼 생명 현상뿐만 아니라 암모니아와 고분자 등의 산업적 합성에서도 중요한 역할을 한다는 사실을 설명할 수 있다.</p> <p>화2407-2. 효소의 기능 및 특성을 제시된 열쇠와 자물쇠 모형의 원리와 관련지어 설명할 수 있다.</p>

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외	천재교육	2011	59~61, 81, 82, 87~90, 135, 141, 151, 152, 154
	화학 I	박종석 외	교학사	2011	57, 59, 71, 72, 74, 77, 149, 153, 167, 169, 177, 179, 180
	화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	61, 62, 78~80, 83~85, 126, 128, 139~141, 146~147
	화학 I	류해일 외	비상교육	2011	64, 65, 77~79, 83, 84, 139, 141, 147, 148, 158, 160
	화학 II	노태희 외	천재교육	2011	17, 152, 154, 155, 234~236
	화학 II	박종석 외	교학사	2011	19, 166~170, 256~260
	화학 II	김희준 외	상상아카데미	2011	19, 155, 156, 159, 227~230
	화학 II	류해일 외	비상교육	2011	16, 154, 155, 157~158, 239~243

### 5.5 일반전형 자연계열(화학) 논술시험 고교교사 검토의견

● 출제참여 고교교사(A) 의견

1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?

제시문 [가]~[다]의 지문은 검토한 화학 I 4종 교과서에 공통적으로 수록되어 있었다. 또한 문항 1은 성취기준 1203-2에서 직접적으로 언급하고 있는 성취기준에 해당하고, 문항 2는 성취기준 화1304와 화1305-1, 화2101에서 도달해야 하는 학습 요소에 해당한다.

제시문 [라]와 [마] 또한 검토한 화학 II 4종 모든 교과서에서 공통적으로 다루고 있으며, 이와 관련된 문항 3과 문항 4는 성취기준 화2305, 화2306, 2307-2에서 언급하고 있는 학습 요소이다.

제시문과 모든 문항은 교과과정 성취기준 내 수준과 범위를 철저히 준수하고 있으며, 검토한 검인정 교과서 4종에 모두 수록되어 있는 공통 학습 요소에 해당한다. 또한 지문에서 사용한 용어와 기호 또한 교육과정 내 개념을 일관되게 사용하고 있어 학생들이 문항을 해결하는데 어려움이 없도록 했다.

출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?

제시문과 문항은 화학 검인정 교과서에서 공통적으로 수록된 내용을 발췌하여 인용하고 있다. 이에 학생들이 느끼는 체감 난이도는 낮을 것으로 예상된다. 하지만 기존 수학능력평가를 통해 문제 풀이에만 익숙한 학생들은 개념요소를 구분하여 학습하기 때문에 답안을 작성하기에 다소 어려움이 있었을 것으로 생각된다. 이번 논술형 평가는 교과 내 핵심 개념에 대한 정확한 이해와 이를 논리적으로 연결하여 설명할 수 있는지를 묻는 문항으로 교과 내 개념만을 활용하여 답안을 충분히 작성할 수 있다. 이에 성취기준에 도달했는지를 확인하기 위한 적절한 수준으로 생각된다.

3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)

1. 화학 I 교육과정

과목명: 화학 I		관련
성취 기준1	화1203-2. 원자 모형의 변천 과정을 통해 현대 원자 모형이 등장하게 된 배경을 설명할 수 있다.	제시문 [가][나] 문항1

성취 기준2	화1304. 루이스 구조를 통해 공유 결합의 성질과 쌍극자 모멘트와 관련된 결합의 극성을 설명할 수 있다.	문항2
성취 기준3	화1305-1. 전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명할 수 있다.	제시문[다] 문항2
<b>과목명: 화학 II</b>		<b>관련</b>
성취 기준1	화2101. 여러 가지 분자 간 상호 작용을 설명하고, 분자 간 상호작용의 크기와 끓는점의 관계를 설명할 수 있다.	문항2
성취 기준2	화2305. 용해 평형에서 용해도를 열역학적 관점에서 설명하고, 온도와 압력에 따라 용해도가 변한다는 사실을 설명할 수 있다.	제시문[라] 문항3
성취 기준3	화2406. 촉매를 이용해서 에너지 장벽의 크기를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 과정을 설명하고, 촉매의 종류를 설명할 수 있다.	문항4
성취 기준4	화2407-1. 촉매가 효소의 경우처럼 생명 현상뿐만 아니라 암모니아와 고분자 등의 산업적 합성에서도 중요한 역할을 한다는 사실을 설명할 수 있다.	제시문[마]
성취 기준5	화2407-2. 효소의 기능 및 특성을 제시된 열쇠와 자물쇠 모형의 원리와 관련지어 설명할 수 있다.	문항4

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 년도	쪽수	관련자료	재구성 여부
고등학교 교과서	화학 I	노태희 외	천재교육	2011	59~61,81,82,87~90,135,141,151,152,154	제시문[가]~[다] 문항1, 문항2	X
	화학 I	박종석 외	교학사	2011	57,59,71,72,74,77,149,153,167,169,177,179,180,	제시문[가]~[다] 문항1, 문항2	X
	화학 I	김희준 외	상상아카데미	2011	61,62,78~80,83~85,126,128,139~141,146~147	제시문[가]~[다] 문항1, 문항2	X
	화학 I	류해일 외	비상교육	2011	64,65,77~79,83,84,139,141,147,148,158,160	제시문[가]~[다] 문항1, 문항2	X
	화학 II	노태희 외	천재교육	2011	17,152,154,155,234~236	제시문[라]~[마] 문항3, 문항4	X
	화학 II	박종석 외	교학사	2011	19,166~170,256~260	제시문[라]~[마] 문항3, 문항4	X
	화학 II	김희준 외	상상아카데미	2011	19,155,156,159,227~230	제시문[라]~[마] 문항3, 문항4	X
	화학 II	류해일 외	비상교육	2011	16,154,155,157~158,239~243	제시문[라]~[마] 문항3, 문항4	X

**4. 총평 및 제언**

이번 논술의 제시문은 화학 I, 화학 II의 모든 교과서에서 공통적으로 언급하고 있는 학습 요소를 지문으로 활용하고 있다. 문항 또한 교과서 내 핵심 개념에 대한 이해력을 평가하고 있어 교과서 내 개념만을 활용하여 수월하게 답안을 작성할 수 있도록 했다. 이에 교육과정에서 제시하는 성취기준에 도달한 학생은 모든 문항을 답하는 데 전혀 어려움이 없었을 것으로 예상된다. 다만 교육과정 내 성취기준을 엄격히 준수해야 하는 관계로 과학과 교육과정에서 추구하는 비판적, 창의성 사고력을 평가하기에 다소 어려움이 있어 아쉬움이 남는다.

● **선행학습 영향평가 위원회 교사위원 검토의견**

**[문제 분석]**

문항 1은 수소의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 보어가 제안한 원자 모형과 보어 원자 모형의 한계 그리고 이를 보완한 현대 원자 모형을 오비탈에 기초하여 설명하도록 하고 있다. 제시문 [가]에서 원자 모형

의 변천 과정 중 러더퍼드의 원자 모형으로 제시문 [나]의 수소 선 스펙트럼을 설명할 수 없다는 것을 학생들은 쉽게 예측할 수 있다. 또한 이를 설명하기 위한 보어 원자 모형은 화학 I 개성 있는 원소 단원 내 모든 교과서에 수록되어 있다. 또한 보어 원자 모형의 한계와 오비탈의 개념 역시 화학 I 교육과정 내 필수 개념 요소로 모든 교과서에서 공통적으로 언급하고 있다. 이에 교육과정을 충실히 이수하여 원자 모형의 변천 과정에 대한 통찰력을 지닌 학생은 수월하게 문제를 해결할 수 있었을 것이다.

문항 2는 공유 결합으로 이루어진 메테인( $\text{CH}_4$ )과 암모니아( $\text{NH}_3$ )의 분자 구조와 극성 여부를 묻고 있다. 학생들은 간단한 분자인 메테인( $\text{CH}_4$ )과 암모니아( $\text{NH}_3$ )의 분자 구조를 비교적 쉽게 파악할 수 있었을 것이며, 분자 구조를 통해 쌍극자 모멘트의 합을 예측하여 극성 여부를 파악하고, 무극성 분자와 극성 분자로 구분할 수 있었을 것이다. 또한 두 분자의 끓는점을 논리적으로 비교하여 설명하도록 하고 있는데, 이를 해결하기 위해서는 분자 사이에 작용하는 힘에 대해 정확하게 파악하고 있어야 한다. 이 문항과 관련된 모든 개념은 교육과정 범위 내 개념으로 대부분의 교과서에 수록되어 있으며, 비교적 간단한 분자에 대해 묻고 있으므로 낯설게 느끼지 않았을 것이다.

문항 3은 질산 칼륨과 산소 기체의 용해 과정의 엔탈피 변화( $\Delta H$ )를 입자 사이의 상호 작용과 관련지어 설명하도록 하고 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는 르 샤틀리에 원리와 용해 평형에 대한 개념을 명확하게 알고 있어야 하며, 용해 현상에서 용질과 용매 입자 사이의 상호작용을 정확하게 파악하고 있어야 한다. 학생들은 용해 과정의 엔탈피 변화( $\Delta H$ )를 제시문 [라]에서 주어진 용해도 곡선을 통해 쉽게 파악할 수 있으며, 용해 과정에서 입자 사이의 상호 작용 역시 교과서를 충실히 공부한 학생이라면 생각해내기 어렵지 않았을 것으로 생각된다.

문항 4는 촉매로서의 효소 및 효소의 기질 특이성을 제시문 [마]의 자료를 이용하여 논리적으로 추론하도록 하고 있다. 화학 II 교육과정 중 반응 속도 단원에서 촉매와 효소의 기질 특이성에 대한 개념을 설명하고 있으므로 교과 개념을 충분히 이해한 학생은 어려움이 없었을 것이며, 제시문을 근거로 개념을 적용하면 해결이 가능한 문제라고 생각된다.

### [평가]

제시문과 문제의 내용 어디에도 고등학교 화학과 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용이 없으며 별도의 선행학습 없이 충분히 해결할 수 있다고 판단된다. 제시문은 화학 I 과 화학 II 교육과정에서 다루는 내용만으로 구성되었으며, 비교적 간단한 분자와 교과서에서 흔히 볼 수 있는 그래프를 제시하였다. 문항을 해결하기 위한 필수 개념도 제시문을 근거로 대부분 파악할 수 있어 체감 난이도가 낮았을 것이다. 화학 I 교육과정 내용 중 ‘개성 있는 원소’, ‘아름다운 분자 세계’ 와 화학 II 교육과정 내용 중 ‘다양한 물질의 모습’, ‘물질 변화와 에너지’, ‘화학 평형’, ‘반응 속도’ 내용을 두루 포함하고 있어 화학과 교육 과정에 대한 전반적 이해도를 묻기에 적절하다고 판단된다. 특히 원자 모형의 변천 과정과 보어의 원자 모형, 오비탈에 대한 문항의 경우 학생이 개념을 연결하는 종합적 사고력을 요구하고 있으며, 해당 교과를 성실히 이수하고 각 단원에서 목표로 하고 있는 주제를 종합적으로 사고를 할 수 있는 학생을 선발하기에 매우 적합한 문항이라고 판단된다.

## 6 일반전형 자연계열(생명과학) 논술시험

### 6.1 일반전형 자연계열(생명과학) 논술시험 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(생명과학)/문항1	
모집요강에 제시한 출제 범위(과목명)	[공통과목] 과학, [물리] 물리 I·II, [화학] 화학 I·II, [생명과학] 생명과학 I·II, [지구과학] 지구과학 I·II 및 문제와 연관된 고교 전 교육과정 (과학 이외 과목 포함)	
출제 범위	고등학교 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	물질대사, 생태계, 광합성, 세포 호흡
예상 소요 시간	60분	

### 6.2 일반전형 자연계열(생명과학) 논술시험 기출문제

[첨부 파일 참조]

### 6.3 출제의도 및 문제분석

[출제 의도]

학생들의 다음과 같은 소양을 측정하는 것을 목적으로 출제하였다. 고등학교 교과과정에서 접하는 생명과학의 기본 개념과 원리를 암기하는 것이 아니라 정확한 이해를 하고 있는 지와 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 제시문은 생명과학 I에서, 일부분은 생명과학 II 교과서에서 발췌, 편집하여 작성하였다. 문제는 교육과정에서 제시하고 있는 성취기준에 근거하여 논리적으로 답할 수 있는 지에 초점을 두었으며, 난이도는 매우 평이하게 조정하였다.

[제시문, 문항 분석 및 교과과정과의 연계성]

[제시문]

제시문 [가]

- 생명체의 세포에서의 다양한 생명활동에는 물질대사와 에너지의 전환이 중요하다는 점을 제시하였다.
- 교육과정 연계성:  
생명과학 I ‘항상성과 건강/생명활동과 에너지’ (생1311)

제시문 [나]

- 생태계에서의 물질의 생산과 이동 그리고 에너지 흐름이 먹이사슬을 따라 일어나며, 이것은 생태계 균형 유지에 중요하다는 것을 제공하였다.
- 교육과정 연계성:  
생명과학 I ‘자연속의 인간/생태계의 구성과 기능’ (생1413)

제시문 [다]

- 생물의 에너지 획득 방법 중 엽록체에서의 광합성에 의한 에너지 전환의 특성에 대해 제공하였다.

- 교육과정 연계성:  
생명과학 II ‘세포와 물질대사/세포와 에너지’ (생2121)

제시문 [라]

- 생물의 에너지 획득 방법 중 미토콘드리아에서의 세포 호흡에 의한 에너지 전환의 특성에 대해 제공하였다.
- 교육과정 연계성:  
생명과학 II ‘세포와 물질대사/세포와 에너지’ (생2121)

제시문 [마]

- 소화계, 순환계, 호흡계 각각의 역할과 이들의 통합적인 작용이 세포에 필요한 양분 흡수, 공급, 에너지 대사 측면에서 필요하다는 사실을 제공하였다.
- 교육과정 연계성:  
생명과학 I ‘항상성과 건강/생명활동과 에너지’ (생1313)

[문항분석]

- 문제 [1]:  
독립영양생물인 식물은 빛이 있는 동안에는 빛에너지와 이산화탄소를 활용하여 유기물 및 산소를 합성하는 광합성을 하지만, 빛이 없는 조건에서는 광합성을 통한 산소 발생은 일어나지 않고 대신 세포 호흡을 통해 흡수한 산소로 유기물을 산화시켜 화학 에너지인 ATP와 물, 이산화탄소를 생산하게 되어 방안의 공기에서 산소는 감소하고 이산화탄소는 증가하게 된다는 것을 제시문에 근거하여 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하는 문항 (성취기준: 생2121-2)
- 문제 [2]:  
생태 피라미드는 영양분 이동과 에너지 흐름으로 유지되며, 구성 요소인 생산자, 소비자, 분해자들은 서로 영향을 주고받는다라는 사실과 먹이사슬의 상위단계에 있는 소비자나 분해자들의 생존은 생산자에 의해 빛에너지가 화학 에너지로 전환되어 저장된 유기물의 생산과 제공에 의존적임을 제시문에 근거하여 구체적이고 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하는 문항 (성취기준: 생1413-3)
- 문제 [3]:  
동물의 소화계, 순환계, 호흡계의 통합적인 기능이 세포 호흡에 의한 에너지 전환 과정을 통한 ATP 생산과 그 결과 발생한 이산화탄소의 배출 과정에 필수적임을 제시문의 내용을 활용하여 구체적이고 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하는 문항 (성취기준: 생1313-1)

### 6.4 일반전형 자연계열(생명과학) 논술시험 출제 근거

#### 6.4.1 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육인적자원부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”				
교육과정	<p>[생명과학 I] - (3)항상성과 건강 - (가)생명활동과 에너지</p> <p>① 세포의 생명활동을 안다.</p> <p>③ 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다.</p> <p>[생명과학 I] - (4)자연 속의 인간 - (가)생태계의 구성과 기능</p> <p>① 생물과 환경과의 상호 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>③ 생태계에서 물질의 순환과 에너지 흐름을 설명할 수 있다.</p> <p>[생명과학 II] - (1)세포와 물질 대사 - (나)세포와 에너지</p> <p>① 미토콘드리아와 엽록체의 구조와 기능을 안다.</p>				
성취기준 · 성취수준	<p>생1311. 세포의 생명활동을 안다.</p> <p>생1313. 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해한다.</p> <p>생1411. 생물과 환경과의 상호 관계를 설명할 수 있다.</p> <p>생1413. 생태계에서 물질의 순환과 에너지의 흐름을 설명할 수 있다.</p> <p>생2121. 미토콘드리아와 엽록체의 구조와 기능을 안다.</p>				
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학 I	박희송외	교학사	2011	131, 137~143, 201, 232~233
	생명과학 I	이길재외	상상아카데미	2012	113, 120~126, 194, 216~217
	생명과학 I	권혁빈외	교학사	2011	108, 113~129, 191~193, 211~212
	생명과학 I	이준규외	천재교육	2011	101, 115~118, 185, 210~212
	생명과학 I	심규철외	비상교육	2011	119~120, 132, 209~210, 243
	생명과학 II	박희송외	교학사	2011	76, 98
	생명과학 II	이길재외	상상아카데미	2012	68, 77
	생명과학 II	권혁빈외	교학사	2011	68, 94
	생명과학 II	이준규외	천재교육	2011	58, 84
	생명과학 II	심규철외	비상교육	2011	90, 109



### 6.5 일반전형 자연계열(생명과학) 논술시험 고교교사 검토의견

● 출제참여 고교교사(A) 의견

#### 1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

#### 2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

##### 출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?

제시문 (가), (나), (마)에 사용된 물질대사, 동화, 이화, 생물적 요인, 비생물적 요인, 소화계, 호흡계, 순환계 등의 용어는 생명과학 I 교과서 ‘Ⅲ. 항상성과 건강’, ‘Ⅳ. 자연속의 인간’에 제시된 용어이다. 제시문 (다), (라)에 사용된 광합성, 명반응, 암반응, 그라나, 스트로마, 세포 호흡, 해당 작용, TCA 회로, 전자전달계 등의 용어는 생명과학 II 교과서 ‘Ⅰ. 세포와 물질대사’에서 제시된 용어이다. 이는 현재 고등학교에서 실제 사용되고 있는 교과서 및 고등학교 수준에 적합한 용어로 구성되었다. 또한 제시문과 문항의 내용이 고등학교 교육과정 내 생명과학 I 과 생명과학 II의 교육과정 성취기준 및 교과서 내 학습 내용과 요소를 근거로 작성되었기에 생명과학 I 과 생명과학 II의 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이라면, 제시문에 나온 용어와 내용을 이해하는 데 어려움이 없었을 것으로 판단된다.

##### 출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?

출제된 제시문과 문항 모두 현재 고등학교 교육과정 수업 시간에 실제 사용되고 있는 교과서 및 고등학교 수준에 적합한 용어를 사용하여 개념과 원리를 설명하고 있기에 고교 교육과정 성취기준에 맞게 출제되었다고 판단된다. 제시문과 연관된 단원의 내용에 대해 성취수준 중 정도의 수준에 해당하는 학생이라면 제시문과 문항을 이해하는 데 어려움 없을 정도의 평이한 수준의 문제로 여겨진다. 얼마나 내용을 잘 연결하고 구성하여 논리적으로 설명할 수 있느냐가 변별 요소로 작용할 것으로 보여진다.

#### 3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)

문항 1은 고등학교 교육과정 성취기준 생2121-2를 근거로 검인정 교과서 생명과학 II ‘Ⅰ. 세포와 물질대사 2. 세포와 에너지’ 단원에서 광합성과 세포 호흡의 학습 내용을 중심으로 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.

문항 2는 고등학교 교육과정 성취기준 생1412-3을 근거로 검인정 교과서 생명과학 I ‘Ⅳ. 자연속의 인간’의 비생물적 요인과 물질 순환, 에너지 흐름을 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.

문항 3은 고등학교 교육과정 성취기준 생1313-1을 근거로 검인정 교과서 생명과학 I ‘Ⅲ. 항상성과

건강의 기관계의 통합적 상호작용을 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.

출제된 문항1, 2, 3은 모두 고교 교육과정 내 성취기준 및 성취수준을 고려하여 출제되었으며, 고교 교육과정을 준수하고 있음.

**4. 총평 및 제언**

출제된 제시문과 문항은 2009개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준을 만족하고 있으며, 고교 교육과정에 적합하게 출제되었기에 생명과학 I 과 생명과학 II의 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이라면 사교육의 도움이 없이도 충분히 문제를 해결할 수 있도록 구성되었음. 생명체의 생존에 가장 중요한 에너지 생성을 물질대사, 에너지 대사 측면과 에너지 흐름을 통한 생태계 유지 등과 연결한 점 등은 평이한 난이도임에도 생명과학의 핵심기조를 유지하고 있다는 측면에서 좋은 문제로 평가할 수 있음. 한 가지 아쉬운 점은 학생들의 창의적이고 융합적인 사고를 판단하기에는 다소 부족함이 있는 것으로 여겨짐.

● 출제참여 고교교사(B) 의견

**1. 문항 검토 기준**

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

**2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준**

**출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?**

- 제시문은 고등학교 교육과정 내 생명과학 I 과 생명과학 II의 교육과정 성취기준 및 검인정 교과서 내 학습 내용과 요소를 근거로 작성되었음.
- 제시문 (가), (나), (마)는 생명과학 I 의 교육과정 성취기준 생1311, 생1413, 생1313을 근거로 하고 있으며, 제시문 (다), (라)는 생명과학 II의 교육과정 성취기준 생2121을 근거로 하고 있음.
- 제시문 (가), (나), (마)는 생명과학 I 교과서 ‘III. 항상성과 건강’, ‘IV. 자연속의 인간’에 제시된 학습 내용과 용어로 구성되어 있음.
- 제시문 (다), (라)는 생명과학 II 교과서 ‘I. 세포와 물질대사’에서 제시된 학습 내용과 용어로 구성되어 있음.
- 제시문에 나온 용어와 현상에 대한 원리는 현재 고등학교에서 실제 사용되고 있는 교과서 및 고등학교 수준에 적합함.
- 정상적인 고등학교 교육과정을 통해 생명과학 I 과 생명과학 II를 이수한 학생이라면, 제시문에 나온 용어와 현상을 충분히 이해할 수 있을 것으로 판단됨.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?**

- 모든 제시문과 문항이 교육과정 내 제시된 개념과 원리를 근거로 고교 교육과정 성취기준에 맞게 출제되었음.
- 출제된 문항 내 제시된 용어와 현상에 대한 원리는 현재 고등학교에서 실제 사용되고 있는 교과서 및 고등학교 수준에 적합하게 출제되었음.
  - 정상적인 고등학교 교육과정을 통해 생명과학 I 과 생명과학 II 를 이수한 학생이라면, 문항의 의도를 비롯하여 문항 내 용어와 현상을 충분히 이해할 수 있을 것으로 판단됨.

**3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)**

- 문항 1은 고등학교 교육과정 성취기준 생2121-2를 근거로 교과서 생명과학 II ‘1. 세포와 물질대사 2. 세포와 에너지’ 단원에서 광합성과 세포 호흡의 학습 내용을 중심으로 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.
- 문항 2는 고등학교 교육과정 성취기준 생1412-3을 근거로 교과서 생명과학 I ‘IV. 자연속의 인간’의 비생물적 요인과 물질 순환, 에너지 흐름을 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.
- 문항 3은 고등학교 교육과정 성취기준 생1313-1을 근거로 교과서 생명과학 I ‘III. 항상성과 건강’의 기관계의 통합적 상호작용을 논리적 상황에 맞게 설명하는 문항임.
- 출제된 문항은 모두 고교 교육과정 내 성취기준 및 성취수준을 고려하여 출제되었으며, 고교 교육과정을 준수하고 있음.

**4. 총평 및 제언**

- 대학별고사를 위해 출제된 제시문과 문항은 2009개정 교육과정에 따른 성취기준·성취수준을 만족하고 있으며, 고교 교육과정에 적합하게 출제되었다고 할 수 있음.
- 정상적인 고등학교 교육과정을 이수한 학생이라면 출제된 제시문 및 문항을 충분히 이해하고 문제 해결을 할 수 있을 것으로 판단함.
- 다만, 논술 시험의 특성과 취지에 부합하면서 사교육의 영향을 최소화할 수 있는 종합적·융합적 사고 과정을 측정할 수 있는 평가 요소가 다소 부족한 것으로 보여 아쉬움이 있음.

● **선행학습 영향평가 위원회 교사위원 검토의견**

**[문제 분석]**

제시문 [가]는 생명과학 I 의 ‘항상성과 건강’ 단원의 ‘생명활동과 에너지’의 기본 개념들 중 동화 작용과 이화 작용의 개념을 설명하고, 물질대사의 의미를 제시하고 있다. 제시문에서는 물질대사를 단순하게 화학 반응으로만 설명하는 것이 아니라 두 과정의 차이점을 정확히 나타내고, 이 과정이 생물의 생명 활동에 어떤 역할을 하는지, 생물의 생존에 왜 중요한지를 연계하여 설명하고 있다.

제시문 [나]는 생명과학 I 의 ‘자연속의 인간’ 단원의 ‘생태계의 구성과 기능’에서 생태계의 구성 요소, 생태계 구성 요소 간의 상호 작용 뿐만 아니라 생태계 내에서의 물질과 에너지의 흐름이 먹이사슬을 따라 이동한다는 설명을 통해 생태계의 유기적 특성에 대해 나타내고 있다.

제시문 [다]는 생명과학 II 의 ‘세포와 물질대사’ 단원의 ‘세포와 에너지’ 중 광합성의 정의와 일어나는 장소, 광합성의 단계에 따른 구분 등을 통해 생물의 에너지 획득 방법 중 엽록체에서의 광합성에 의한 에너지 전환의 특성에 대해 나타내고 있다.

제시문 [라]는 생명과학 II 의 ‘세포와 물질대사’ 단원의 ‘세포와 에너지’ 중 세포 호흡의 정의와 단계에 따

른 구분, 생성 물질과 세포 호흡의 결과로 생성된 ATP가 생명활동에 어떻게 사용되는지를 나타냄으로써 생물의 에너지 획득 방법 중 미토콘드리아에서의 세포 호흡에 의한 에너지 전환의 특성에 대해 나타내고 있다. 또한, 일부의 학생들이 가질 수 있는 세포 호흡에 관한 오개념 중 하나를 바로잡아 독립 영양 생물에게도 세포 호흡이 일어난다는 점을 명시하고 있다.

제시문 [마]는 생명과학 I의 ‘항상성과 건강’ 단원의 ‘생명활동과 에너지’의 관련 내용으로 제시문 [라]에서 나타난 에너지 전환 과정이 세포 수준에서 그치는 것이 아니라, 인간을 포함한 동물 개체 수준에서 소화계, 순환계, 호흡계 등 기관계가 통합적으로 작용하여 에너지 대사가 일어난다는 점을 설명함으로써 포괄적, 통합적 개념 이해를 돕고 있다.

문제[1]은 독립영양생물이 어떤 조건에서 광합성과 호흡을 하고, 그 결과 주변 환경에 어떠한 영향을 미치는지를 제시문에 근거하여 논리적으로 설명하는 문제이다. 광합성과 호흡을 별도의 개념으로 분리하여 이해하지 않고, 조건에 따라 두 가지 작용이 독립영양생물에게서 어떻게 일어나는지를 통합적으로 판단하는 지 확인할 수 있으며, 특히 개체 내에서 일어나는 물질대사가 주변의 환경에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지를 친숙한 일상생활의 예시를 들어 생각해보도록 하는 좋은 문제로 판단된다.

문제[2]는 지구상에 존재하는 모든 생명체의 에너지의 근원이 빛에너지임을 이해하고, 빛에너지가 차단된 상황이 생명체에 미치는 영향을 논리적으로 설명할 수 있는지를 확인하는 문제이다. 광합성을 단순히 빛 에너지의 전환이라고 단편적으로 이해하는 수준을 넘어, 지구를 구성하는 생태계 내의 에너지 흐름과 물질의 순환 측면에서 접근하여 논리적으로 설명하는 지를 판단할 수 있는 좋은 문제이다.

문제[3]은 세포 호흡을 통한 에너지 대사를 소화계, 호흡계, 순환계의 통합적 작용으로 이해하고 설명할 수 있는지를 확인하는 문제이다. 생명과학 II의 내용과 생명과학 I의 내용을 유기적으로 연계하고, 세포 수준에서 일어나는 에너지 대사 과정을 인체 또는 동물의 몸의 각 기관계의 통합적 작용과 연결하며 거시적 측면에서 이해하는지를 판단할 수 있는 좋은 문제이다.

**[평가]**

제시문 [가]~[마]는 생명과학 II의 분자 또는 세포 수준의 에너지 대사 관련 내용을 생명과학 I의 생태계의 구성 요소, 에너지 흐름과 물질의 순환, 기관계의 통합적 작용 등과 연계하여 생명과학을 단편적인 암기 지식으로 받아들이지 않고, 전 과정이 유기적이고 통합적으로 연결된다는 점을 잘 나타내고 있다. 특히, 기본적인 개념들을 쉬운 용어로 설명하고 있으며, 제시문의 내용들은 모든 교과서에 설명된 핵심 개념들로 구성되어 있으며 교육과정의 수준과 범위 내에서 제공되었다. 특히, 지식을 더 많이 알고 있는 학생보다는 개념을 과학적으로 사고하고 통합적으로 연결하는 학생들이 더욱 쉽게 받아들일 내용으로 판단된다.

문제[1]~[3]은 광합성과 세포 호흡 등 세포 수준에서 일어나는 에너지 대사 과정과 관련된 문제를 일상 생활에서 쉽게 접할 수 있는 상황, 또는 학생들이 흥미를 가질 수 있을만한 상황에서 논리적으로 설명하도록 하였다. 특히, 생명과학 I과 생명과학 II를 별개의 과목으로 생각하고 개념을 단지 암기하는 학생들보다는 에너지 대사와 물질의 순환, 생태계와 동물의 기관계 등을 유기적·종합적으로 이해하고 일상 생활에 적용할 수 있는 학생들이 더욱 쉽게 풀 수 있는 좋은 문항이라고 판단한다. 문제들은 과목 내 단원 간 연계, 과목 간 연계, 간학문적 연계를 염두에 두고 출제된 것으로 보인다. 또한, ‘생명현상을 통합적으로 이해하고, 일상생활에서 경험하는 생명과학 관련 문제를 과학적으로 해결하는 능력을 배양한다.’라는 생명과학 I, 생명과학 II의 교과 목표에 부합하며, 사교육 또는 선행학습을 유발하는 요소는 전혀 없는 좋은 문항이라고 판단된다.

## 7 일반전형 자연계열(지구과학) 논술시험

### 7.1 일반전형 자연계열(지구과학) 논술시험 일반정보

유형	■ 논술시험 □ 면접 및 구술고사	
전형명	수시모집 일반전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열(지구과학)/문항1	
모집요강에 제시한 출제 범위[과목명]	[공통과목] 과학, [물리] 물리 I·II, [화학] 화학 I·II, [생명과학] 생명과학 I·II, [지구과학] 지구과학 I·II 및 문제와 연관된 고교 전 교육과정 (과학 이외 과목 포함)	
출제 범위	고등학교 과목명	과학, 지구과학 I, 지구과학 II
	핵심개념 및 용어	빅뱅 핵융합, 우주의 구성 원소, 별의 탄생과 진화, 지구의 구성 원소, 태양계 진화 과정, 지구의 진화 과정, 지구의 구성 원소, 우리나라의 지질 시대 환경
예상 소요 시간	60분	

### 7.2 일반전형 자연계열(지구과학) 논술시험 기출문제

[첨부 파일 참조]

### 7.3 출제의도 및 문제분석

[출제 의도]

우주의 탄생에서부터 한반도의 형성까지 지구과학 교과 과정에서 다루는 방대한 시공간적 규모와 이들 사이의 인과관계를 이해할 수 있는지를 평가하고자 한다.  
고등학교 지구과학 교과과정과 성취기준에 맞춰 우주에서 원소의 생성, 태양계의 형성, 소중한 지구, 한반도의 지질학적 형성과정 등에 대한 이해를 논리적으로 서술할 수 있는지를 평가한다.

[제시문, 문항 분석 및 교과과정과의 연계성]

[제시문]

● 제시문 (가)

우주를 구성하는 원소들의 역사와 다양성에 대한 기본 정보를 제시하였다.

(과학, 지구과학 I, 지구과학 II) 교과 연계성:

빅뱅과 원소의 형성, 별의 탄생과 진화, 별의 진화와 원소의 생성, 무거운 원소의 합성

● 제시문 (나)

우리은하의 성간물질에서 태어난 지구의 원소 구성이 우주 전체의 평균과 다르다는 기본 정보를 제시하였다.

(과학, 지구과학 I, 지구과학 II) 교과 연계성:

성간물질과 성운, 태양계의 형성 과정, 행성의 형성, 지구형 행성과 목성형 행성

● 제시문 (다)

외계 행성 B의 관측 특성을 가정하여 지구의 물리량 및 다양한 지표 환경과 비교하였다.

(지구과학 I) 교과 연계성: 행성으로서의 지구(생명체가 사는 유일한 행성-지구, 지구계의 구성), 지구의 선물(자원으로서의 토양, 자원으로서의 대기와 물), 고체 지구의 변화(풍화 작용), 우주 탐사(외계 행성 탐사)

(지구과학 II) 교과 연계성: 지구의 구조와 지각의 물질(지구의 내부 구조, 지구의 조성과 구조, 지구의 역장, 광물), 지구의 변동(지구 내부 에너지)

● 제시문 (라)

오랜 기간 동안 다양한 지질 작용에 의해 형성되고 변형된 한반도의 구성 암석 및 지질 구조의 몇 가지 사례를 소개하였다

(지구과학 I) 교과 연계성: 아름다운 한반도(한반도의 지질과 지형, 마그마가 만든 암석과 지형, 열과 압력이 만든 암석과 지형, 쌓이고 깎여서 만들어진 암석과 지형, 한반도의 지질 명소)

(지구과학 II) 교과 연계성: 우리나라의 지질(한반도의 지질학적 형성과정, 우리나라의 지질)

[문항분석]

● 문제 [1]

빅뱅 우주에서 처음 3분 동안 기본입자, 양성자 및 중성자가 만들어지고, 핵융합 반응에 의해 헬륨 원자핵이 만들어지는 과정을 이해하는지 평가한다. 또한, 별의 질량에 따라 내부에서 다양한 종류의 무거운 원소가 만들어지고 종말 단계에서 성간물질로 환원되고, 성간물질로부터 다시 새로운 별이 만들어져 우주 전체에 무거운 원소의 양이 많아지는 과정을 이해하는지 평가한다.

● 문제 [2]

태양계의 여러 특징 중 지구형 행성의 구성성분이 우주 전체의 평균과 확연히 다른 이유를 우리은하의 하나의 성운이었던 태양계 성운으로부터 시작된 태양계의 형성과정과 관련지어 설명할 수 있는지 평가한다.

● 문제 [3]

제시문 [다]에 주어진 내용을 근거로 외계 행성 B는 지구의 형성 초기의 상태와 유사할 것으로 추론할 수 있는지 평가한다.

● 문제 [4]

제시문 [라]에서 소개한 한반도의 구성 암석과 지형 사례를 통해 한반도의 지질학적 형성 과정을 이해할 수 있는지 평가한다.

## 7.4 일반전형 자연계열(지구과학) 논술시험 출제 근거

### 7.4.1 교육과정 근거

적용 교육과정	1. 교육인적자원부 고시 제2011-361호[별책9] “과학과 교육과정”					
교육과정	<p>[과학] - [1]우주와 생명 - (1)우주의 기원과 진화</p> <p>④ 별이 탄생하고 적색거성, 초신성으로 진화하면서 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어진 과정을 이해한다.</p> <p>[과학] - [1]우주와 생명 - (2)태양계와 지구</p> <p>① 태양계의 형성 과정을 이해하고, 이를 공전궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징과 관련지어 설명할 수 있다. 아울러 태양계 질량의 대부분을 차지하는 태양이 태양계의 중심에 자리 잡고 있으며, 수소의 핵융합 반응에 의해 질량 일부가 에너지로 바뀌고 그 중 일부가 지구의 에너지 순환을 일으킴을 안다.</p> <p>[지구과학 I] - (1)소중한 지구 - (가)행성으로서의 지구</p> <p>① 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 소중한 함을 이해한다.</p> <p>[지구과학 I] - (1)소중한 지구 - (다)아름다운 한반도</p> <p>① 한반도의 유명 관광지에서 볼 수 있는 지형과 지질학적 현상을 이해한다.</p> <p>[지구과학 II] - (2)지구의 변동과 역사 - (가)지구의 변동</p> <p>① 지구 내부에너지의 근원이 무엇이며, 어떤 형태로 나타나는지 설명할 수 있다.</p> <p>[지구과학 II] - (2)지구의 변동과 역사 - (다)우리나라의 지질</p> <p>② 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질시대와 관련지어 이해한다.</p> <p>[지구과학 II] - (4)천체와 우주 - (가)별의 특성</p> <p>⑥ 별의 생성과 진화 과정에 따른 특징을 설명하고, 성단의 H-R도를 이해한다.</p>					
성취기준 성취수준	<p>과1214. 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.</p> <p>과1221-1. 행성 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계가 형성되는 과정과 관련지어 설명할 수 있다.</p> <p>지11101. 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 특징을 설명하고 소중한 함을 깨달을 수 있다.</p> <p>지11301. 한반도의 유명 관광지의 지질학적 형성 과정을 이해하고 이를 설명할 수 있다.</p> <p>지22101. 지구 내부에너지의 근원이 무엇이며, 어떤 형태로 나타나는지를 설명할 수 있다.</p> <p>지22302. 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질시대와 관련지어 설명할 수 있다.</p> <p>지24106-1. 질량이 다른 별들의 생성부터 종말까지 진화 과정에 따른 단계별 특징을 설명할 수 있다.</p>					
참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	
고등학교 교과서	과학	안태인	금성	2011	26, 63	
	지구과학 I	이태욱 외	교학사	2011	15	
	지구과학 II	이태욱 외	교학사	2011	19, 122	
	지구과학 I	최변각 외	천재교육	2011	73, 265	
	지구과학 II	최변각 외	천재교육	2011	15, 43, 119	

### 7.5 일반전형 자연계열(지구과학) 논술시험 고교교사 검토의견

● 출제참여 고교교사(A) 의견

1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

**출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?**

고등학교 과학, 지구과학 I, 지구과학 II에서 학습한 기본 개념들을 바탕으로 주어진 문제를 해결할 수 있도록 요구하는 제시문과 문항으로 구성되어 있다.

제시문 [가]는 과학의 ‘과1214. 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.’와 ‘지구과학 II의 [지24106-1] 별의 생성과 진화 과정에 따른 특징을 설명할 수 있다.’에 따라서 우주에 존재하는 물질의 기원, 그리고 별의 진화 과정을 통해 생성되어 우주에 존재하는 원소의 질량비에 대해 제시하고 있다. 그리고 [문항 1]은 이와 같은 교육 과정을 준수하는 내용으로 수소와 헬륨, 그 외 무거운 원소들의 생성 과정에 대해 묻고 있다.

제시문 [나]는 과학의 ‘과1221-1. 행성 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계가 형성되는 과정과 관련지어 설명할 수 있다.’와 지구과학 II의 [지21101-1] 지진파의 종류와 특성을 이해하고 이를 이용하여 밀도에 따른 내부 구조와 각층의 특징을 설명할 수 있다. 성취 수준(상)에서 지구 내부 각 층의 조성과 특징을 알고 이를 지진파의 종류 및 특성과 관련지어 설명할 수 있다.’에 따라서 태양계를 구성하는 원소의 구성비가 우주 전체 평균과 거의 비슷하지만, 지구를 구성하는 원소의 구성비가 이들과는 차이가 남을 제시하고 있다. 이를 통해 태양계의 기원과 구성 물질의 분포, 지구를 이루는 원소의 질량비를 알 수 있다. 이를 바탕으로 [문항 2]는 교육 과정에 부합하는 내용으로 태양계와 지구의 형성 과정과 관련하여 지구를 구성하는 원소가 주로 무거운 원소로 되어 있는 까닭을 묻고 있다.

제시문 [다]는 지구과학 I의 ‘지11101. 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 특징을 설명하고 소중함을 깨달을 수 있다.’와 지구과학 II의 ‘지22101. 지구 내부에너지의 근원이 무엇이며, 어떤 형태로 나타나는지를 설명할 수 있다.’에 따라서 항성 A와 태양, 지구와 외계 행성 B의 특징을 비교하여 제시하고 있다. 이를 바탕으로 [문항 3]은 교육 과정을 충실히 반영하는 내용으로 지구의 진화 단계와 관련하여 외계 행성 B의 진화 단계와 특징에 대해 유추할 수 있는 내용으로 구성되



어 있다.

제시문 [라]는 지구과학 I 의 ‘지11301. 한반도의 유명 관광지의 지질학적 형성 과정을 이해하고 이를 설명할 수 있다.’와 ‘지22302. 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질 시대와 관련지어 설명할 수 있다.’에 따라서 한반도가 선캄브리아 시대부터 신생대 제4기까지 오랜 기간 동안 지질 작용에 의해 형성되었으며, 대이작도, 태백산 분지, 북한산 봉우리, 변산반도의 해안 절벽, 울릉도와 제주도의 화산 지형에서 이러한 특징이 나타남을 제시하고 있다. 이를 바탕으로 [문항 4]는 교육 과정을 준수하는 내용으로 각 지역의 암석이 생성된 순서를 알고, 지질학적 형성 과정을 중심으로 한반도의 지질 시대별 변화에 대해 설명하도록 하는 내용으로 되어 있다.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?**

문항의 출처는 모두 고등학교 1학년에서 배우는 과학 교과목과 2학년에서 배우는 지구과학 I , 3학년에서 배우는 지구과학 II 에 근거하여 출제하였으므로 고등학교 교육 과정 수준에 적합하다고 판단됨.

**3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)**

과목명: 과학		관련
성취 기준1	과1214. 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.	제시문[가] 문제1
성취 기준2	과1221-1. 행성 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계가 형성 되는 과정과 관련지어 설명할 수 있다.	제시문[나] 문제2

과목명: 지구과학 I		관련
성취 기준1	지11101. 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 특징을 설명하고 소중함을 깨달을 수 있다.	제시문[다] 문제3
성취 기준2	지11301. 한반도의 유명 관광지의 지질학적 형성 과정을 이해하고 이를 설명할 수 있다.	제시문[라] 문제4

과목명: 지구과학 II		관련
성취 기준1	지24106-1. 질량이 다른 별들의 생성부터 종말까지 진화 과정에 따른 단계별 특징을 설명할 수 있다.	제시문[가] 문제1
성취 기준2	지22302. 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질시대와 관련지어 설명할 수 있다.	제시문[라]
성취 기준3	지22101. 지구 내부에너지의 근원이 무엇이며, 어떤 형태로 나타나는지를 설명할 수 있다.	제시문[다] 문제3

**4. 총평 및 제언**

제시문과 문항은 모두 고등학교 교육과정의 수준을 벗어나지 않는 내용으로 되어 있다. 제시문은 과학, 지구과학 I , 지구과학 II 교육과정에서 제시되어 있는 교과서의 내용을 중심으로 구성되어 있다. 그리고 제시문에서 함께 주어진 그림과 그래프는 교과서에 제시되어 있는 것과 개념 학습이 충실한 학생이 이해하는 데는 어려움이 없는 수준으로 쉽게 제시되어 있다. 문항은 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이면 별도의 선행학습이나 사교육 없어도 답안을 작성할 수 있는 수준으로 구성되어 있어서 체감 난이도는 평이하게 느껴질 것으로 생각된다.

이번 지구과학 논술 문항을 이해하고 만족스러운 답안을 작성할 수 있기 위해서는 학교 수업에 적극적

으로 참여하여 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수해야 한다. 따라서 이번 논술시험이 고등학교 교육과정의 정상 운영에 도움이 될 것으로 생각된다.

● 출제참여 고교교사(B) 의견

1. 문항 검토 기준

구분	세부판단기준	예/아니오
출제개요 및 출처	출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
	출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예
문항	출제 문항이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?	예
출제근거	- 성취기준 제시 1. 형식적 측면: 용어, 기호 등이 교육과정을 넘어서는가?	아니오
	2. 내용적 측면: 문항을 해결하는 과정에서 교육과정을 넘어서는 요소가 있는가?	아니오
	3. 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?	예

2. 출제 개요 및 출처 문항 검토 기준

출제개요는 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?

고등학교 과학, 지구과학 I, 지구과학 II에서 학습한 기본 개념들을 바탕으로 개념들 사이의 논리적 관계를 종합적으로 파악함으로써 주어진 문제를 해결할 수 있도록 요구하는 문항으로 구성되어 있다.

제시문 [가]는 ‘과학 과1214. 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.’와 지구과학 II에서 [지24106-1] 별의 생성과 진화 과정에 따른 특징을 설명할 수 있다.에서 우주에 존재하는 물질의 기원에 대해 학습하며 별의 진화 과정을 통해 우주에 존재하는 원소의 질량비를 학습하고 있다.

따라서 [문항 1]은 교육 과정을 준수하는 내용을 묻고 있다.

제시문 [나]는 ‘과1221-1. 행성 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계가 형성되는 과정과 관련지어 설명할 수 있다.’와 ‘[지21101-1] 지진파의 종류와 특성을 이해하고 이를 이용하여 밀도에 따른 내부 구조와 각층의 특징을 설명할 수 있다. -성취수준(상)에서 지구 내부 각 층의 구성과 특징을 알고 이를 지진파의 종류 및 특성과 관련지어 설명할 수 있다.’에서 태양계의 기원과 구성 물질의 분포, 지구를 이루는 원소의 질량비를 알 수 있다.

따라서 [문항 2]은 교육 과정에 부합하는 내용을 묻고 있다.

제시문 [다]는 ‘지11101. 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 특징을 설명하고 소중함을 깨달을 수 있다.’에서 지구의 진화 단계를 학습하면 외계 행성 B의 진화 단계를 유추할 수 있는 내용으로 구성되어 있다.

따라서 [문항 3]은 교육 과정을 충실히 반영하는 내용을 묻고 있다.

제시문 [라]는 ‘지11301. 한반도의 유명 관광지의 지질학적 형성 과정을 이해하고 이를 설명할 수 있다.’와 ‘지22302. 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질시대와 관련지어 설명할 수 있다.’에서 우리나라의 지질 시대별 생성된 암석을 분류할 수 있고 특정 지역에서 발견되는 암석의 종류로 지질 시대를 유추할 수 있다. 또한 특정 지역에서 일어난 지질학적 과정과 지질 시대 환경을 알 수 있다.

따라서 [문항 4]는 교육 과정을 준수하는 내용을 묻고 있다.

**출처는 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?**

문항의 출처는 모두 고등학교 1학년에서 배우는 과학 교과목과 2학년에서 배우는 지구과학 I, 3학년에서 배우는 지구과학 II에 근거하여 출제하였으므로 고등학교 교육 과정 수준에 적합하다고 판단됨.

**3. 문항 출제 근거 (성취기준 등 교육과정 준수 근거 제시)**

과목명: 과학		관련
성취 기준1	과1214. 별의 진화 과정에서 생명체의 구성에 중요한 원소인 탄소와 산소 등 무거운 원소가 만들어짐을 설명할 수 있다.	제시문[가] 문제1
성취 기준2	과1221-1. 행성 공전 궤도와 방향, 지구형 행성과 목성형 행성 등 태양계의 여러 특징을 태양계가 형성 되는 과정과 관련지어 설명할 수 있다.	제시문[나] 문제2
과목명: 지구과학 I		관련
성취 기준1	지11101. 태양계에서 생명체가 살기 위한 조건을 갖춘 유일한 행성으로서 지구의 특징을 설명하고 소 중함을 깨달을 수 있다.	제시문[다] 문제3
성취 기준2	지11301. 한반도의 유명 관광지의 지질학적 형성 과정을 이해하고 이를 설명할 수 있다.	제시문[라] 문제4
과목명: 지구과학 II		관련
성취 기준1	지24106-1. 질량이 다른 별들의 생성부터 종말까지 진화 과정에 따른 단계별 특징을 설명할 수 있다.	제시문[가] 문제1
성취 기준2	지22302. 우리나라의 주요 암석 및 화석과 분포를 중요한 지질학적 사건 및 지질시대와 관련지어 설명할 수 있다.	제시문[라]
성취 기준3	지22101. 지구 내부에너지의 근원이 무엇이며, 어떤 형태로 나타나는지를 설명할 수 있다.	제시문[다] 문제3

**4. 총평 및 제언**

제시문은 고등학교 교육과정 수준을 벗어나지 않으며, 문항 난이도는 고등학교 교육과정을 정상적으로 이수한 학생은 별도의 선행학습이나 사교육 없이 충분히 해결할 수 있는 수준으로 판단된다.

제시문은 과학, 지구과학 I, 지구과학 II 교육과정에서 다루는 내용만으로 구성되어 있고, 그림과 그래프가 함께 제시되어 있는데, 역시 교과서에서 쉽게 볼 수 있거나 교육 과정 내용을 이해하면 추론할 수 있는 내용을 제시하고 있다.

지온 구배율과 같은 어려운 단어는 괄호를 사용하여 동일한 의미의 다른 용어를 소개하여 난이도를 낮추기 위해 배려하고 있음을 알 수 있다.

문항은 고등학교 교육 과정을 정상적으로 이수한 학생에게 난이도는 중상정도로 판단되며 약간의 추론을 요구하는 사고 능력을 요구하고 있으나 난이도는 높지 않은 것으로 판단된다.

고등학교 과학, 지구과학 I, 지구과학 II 내용을 충실히 이수한 학생은 충분히 제시문을 이해하고 문항에 답을 할 수 있으리라고 판단된다.

● **선행학습 영향평가 위원회 교사위원 검토의견**

**[문제 분석]**

우주에서 원소의 생성, 지구의 탄생과 진화 과정, 한반도의 주요 지형들의 형성 과정을 종합적으로 이해하고 있는지 확인하는 문항이다.

제시문 [가]는 과학의 ‘우주의 기원과 진화’ 단원의 내용인 수소, 헬륨 등 가벼운 원소는 빅뱅에 의해,

그보다 무거운 원소들은 별의 내부에서 생성되었음을 서술하고 있다.

제시문 [나]는 과학의 ‘태양계와 지구’ 단원의 내용인 지구를 구성하는 원소들의 비율이 우주 전체의 구성 원소 비율과 매우 다르며, 이것이 지구의 형성 과정과 관계 있음을 지적하고 있다.

제시문 [다]는 어떤 가상의 외계 행성계의 특징을 서술하고 있다. 이 외계 행성계는 모항성의 질량, 모항성과의 거리, 행성의 지름과 밀도 등의 물리량은 지구와 비슷하나, 행성의 지하 증온율, 표면 상태, 자기장 세기 물리량은 지구와 다르다.

제시문 [라]는 지구과학 I의 ‘아름다운 한반도’ 단원의 내용인 우리나라의 주요 지질학적 관광지인 북한산, 강원도 태백산 분지, 대이작도, 제주도의 지질학적 특성을 소개하고 있다.

문항 1은 우주를 구성하는 원소들의 질량비가 현재와 같이 된 전체 과정을 우주의 역사를 통해 설명하도록 하고 있다.

문항 2는 지구를 구성하는 원소들의 질량비가 현재와 같이 된 과정을 태양계의 형성 과정과 관련하여 설명하도록 하고 있다.

문항 3은 가상 외계 행성의 궤도, 구성 성분, 내부 구조, 지표 및 대기 환경, 진화 단계 등을 지구와 비교하여 설명하도록 하고 있다.

문항 4는 제시문 [라]에 소개한 지역들을 생성 순서대로 나열하고, 지질학적 형성 과정과 환경을 설명하도록 하고 있다.

#### [평가]

제시문은 고등학교 교육과정의 수준을 벗어나지 않으며, 문항 난이도는 정상적인 고등학교 교육과정을 이수한 학생은 별도의 선행학습이나 사교육 없이 충분히 해결할 수 있는 수준으로 판단된다.

제시문의 내용과 용어는 고등학교 교육과정 과학, 지구과학 I, 지구과학 II의 수준을 벗어나지 않는다. 제시문 [가]와 [나]는 특히 교과서 지문과 거의 유사하다. 빅뱅과 별의 진화, 지구형 행성 등에 대해 다루고 있으나, 내용 수준은 과학 정도이다. 제시문 [라]에서 언급한 지명들은 모두 지구과학 I 교과서에 나오는 지명들로, 교육과정을 정상적으로 이수한 학생들에게 친숙한 지명들이다. 제시문 [다]는 복합적인 내용을 다루고 있다. 외계 행성계, 궤도 특성, 각종 물리량, 구성 성분, 지하 증온율, 토양, 자기장 등 다양한 내용 등을 다루고 있는데, 과학, 지구과학 I, 지구과학 II의 관련 내용들이 골고루 포함된다.

문항 난이도는 문항 1, 2, 4는 중 정도여서 교육과정을 정상적으로 이수한 학생이라면 쉽게 해결할 수 있는 평이한 문항들이고, 문항 3은 중상 정도의 문항이라고 판단된다. 문항 3의 경우, 가상의 외계 행성계의 특성들을 읽고, 이 행성계가 우리 태양계의 형성 초기와 매우 유사한 진화 단계에 있음을 추론해 내야 하는데, 이러한 결론에 도달하기 위해서는 분석력과 종합력 등의 과학적 사고력이 요구될 것이다. 그러나 이러한 추론을 하기 위해 별도의 지식이 더 필요한 것은 아니다. 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 제시문 [다]의 내용을 지구형 행성의 형성 과정과 쉽게 연결시킬 수 있었을 것이고, 따라서 문제를 해결하는데 어려움이 없었을 것으로 판단된다. 결론적으로 문항 3은 단순 지식 확인 보다는 종합적인 과학적 사고를 요구하는 문항으로, 논술시험의 본질을 잘 반영한 좋은 문항이라고 판단된다.