

**논술우수전형 자연계 (1교시)**

**문항카드 3-①**

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 수학 1	
출제범위	교육과정 과목명	미적분 I, 미적분 II
	핵심개념 및 용어	함수의 극한과 연속, 삼각함수
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

❖ <제시문 1>

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$ 의 극한 값의 경우 미적분 II(좋은책 신사고) II. 삼각함수 2. 삼각함수의 미분 단원에 그대로 제시되고 있는 형태의 제시문으로 미적분 II를 배운 학생이라면 모두가 배우게 되는 제시문임.

❖ <제시문 2>

삼각함수의 덧셈정리에 대한 내용으로 미적분 II(좋은책 신사고) II. 삼각함수 2. 삼각함수의 미분 단원에 그대로 제시되고 있으며 미적분 II를 배운 학생이라면 모두가 배우게 되는 내용이며 이와 관련된 문제를 풀어볼 수밖에 없는 내용임.

❖ <제시문 3>

원에 내접하는 정다각형에 관련된 내용으로 중학교와 고등학교 교육과정을 이수하였으면 흔히 알 수 있는 원과 정다각형에 대한 내용을 조건으로 제시하고 있으며 이전 성균관대학교 논술 문제에 출제가 된 적 있을 정도로 흔히 접할 수 있는 내용을 조건으로 제시하고 있음.

**2) 문제 분석**

❖ [수학 1 - i]

자연수  $n$ 에 대한 정다각형의 넓이를 묻는 문제로 정다각형을 여러 개의 이등변삼각형으로 나누어 그 넓이를 구하도록 하는 문제임.

적용 교육과정	[미적분 III] - (나) 삼각함수 - ㉠ 삼각함수의 뜻과 그래프 ②삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
성취기준	[미적분 III] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수의 뜻과 그래프 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다.

❖ [수학 1 - ii]

<제시문 3>의 조건을 따라 [수학 1 - i] 문제를 풀이하며 나누어진 삼각형의 가장 짧은 변을 지름으로 하는 반원을 만들고 삼각형의 넓이에서 삼각형과 원의 공통부분의 넓이만큼 빼내는 과정을 통해 답을 구하는 문제로 <제시문 3>의  $g(n)$ 에 대하여  $n=6$ 인 특수한 경우 즉, 정육각형의 경우로 한정하여 풀이하게 하여 이 문제의 목적인 [수학 1 - iii]을 풀이하게하기 위한 문제로 생각됨. 제시문에 나타나있지 않지만, 미적분II(좋은책 신사고) II. 삼각함수 1. 일반각과 호도법 단원에 제시되고 있는 호도법을 이용하여 부채꼴의 넓이를 구하는 공식과 중학교에서 등장하는 삼각형의 닮음 등을 활용하여 풀이가 가능한 문제로 여겨짐.

적용 교육과정	[미적분 III] - (나) 삼각함수 - ㉠ 삼각함수의 뜻과 그래프 ②삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
성취기준	[미적분 III] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수의 뜻과 그래프 미적2212-1. 삼각함수의 뜻을 알고, 간단한 삼각함수의 값을 구할 수 있다.

❖ [수학 1 - iii]

[수학 1 - i]과 [수학 1 - ii]을 풀이하며 얻어낸  $f(n)$ 과  $g(n)$ 을 이용하여  $\lim_{n \rightarrow \infty} n(f(n) - g(2n))$ 의 극한값을 구하는 문제임. 미적분II(좋은책 신사고) II. 삼각함수 2. 삼각함수의 미분 단원과 관련하여 자주 접할 수 있는 문제로  $f(n)$ 과  $g(n)$ 만 정확히 구할 수 있었다고 하면 극한을 구하는 것은 흔히 접해 보았을 법한 문제로 여겨짐.

적용 교육과정	[미적분 I] - (나) 함수의 극한과 연속 - ㉠ 함수의 극한 ②함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 여러 가지 함수의 극한값을 구할 수 있다.
성취기준	[미적분 I] - (2) 함수의 극한과 연속 - (가) 함수의 극한 미적1212. 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 여러가지 함수의 극한값을 구할 수 있다.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

### 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

#### ❖ [수학 1 - i]

정 $n$ 각형의 각 꼭짓점과 외접원의 중심을 연결하여 만들어진  $n$ 개의 이등변 삼각형의 넓이를 삼각함수를 활용하여 구하는 문제로 난이도가 높지 않은 문제로 미적분Ⅱ까지 이수한 학생이라면 어렵지 않게 풀 수 있을 것이라 여겨짐. 다수의 학생이 정답을 제시했을 것으로 예상됨.

#### ❖ [수학 1 - ii]

자연수  $n$ 에 대한 함수  $g(n)$ 의 특수한 경우인  $n=6$ 일 때의 값을 구하는 문제로 삼각형의 닮음이 갖는 성질, 부채꼴의 넓이, 이등변 삼각형의 넓이를 구하는 방법 등이 활용되어야 풀이가능한 문제로 난이도가 있는 문제로 생각되며 위에서 언급된 모든 것들은 논술 시험에 응시한 고등학교 학생이라면 모두가 배운 내용을 바탕으로 출제된 교육과정 내의 문제라 생각됨.

#### ❖ [수학 1 - iii]

[수학 1 - i]과 [수학 1 - ii]을 통해 얻어진 식을 토대로 일반화가 가능한지를 묻는 문제로 귀납적 사고를 요하는 문제로 생각됨. 풀이 상에 교육과정을 벗어난 부분은 없으나 상당히 높은 난이도를 갖는 문제로 정답을 맞힌 학생의 수가 그리 많지 않을 것으로 생각됨.

### 문항카드 3-②

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 수학 2	
출제범위	교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	조합, 중복조합, 중복순열, 자연수분할
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

#### 1) 제시문 분석

##### ❖ <제시문 1>

조합의 수의 경우 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원에 그대로 제시되고 있는 형태의 제시문으로 모든 교과서에 동일한 형태로 나오고 있기 때문에 확률과 통계를 배운 학생이라면 모두가 배우게 되는 제시문임.

##### ❖ <제시문 2>

중복 조합의 수의 경우 역시 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원에 그대로 제시되고 있는 형태의 제시문으로 모든 교과서에 동일한 형태로 나오고 있기 때문에 확률과 통계를 배운 학생이라면 모두가 배우게 되는 제시문임.

##### ❖ <제시문 3>

<제시문 3>에 나타나고 있는 등식의 경우 역시 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원에 나오는 이항정리의 활용으로 거의 대부분의 교과서에서 증명을 다룰 정도로 흔히 학생들이 접할 수 있는 제시문임.

#### 2) 문제 분석

##### ❖ [수학 2 - i]

두 집합의 대응 관계에 의해 발생하게 되는 함수의 경우의 수를 세는 문제로 수능 모의고사나 교과서 연습문제에서 자주 등장하는 유형이 응용된 문제로 생각할 수 있음. 이 문제의 경우 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원에서 제시되고 있는 조합의 성질을 활용하여 이항계수를 계산하는 문제임.

적용 교육과정	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉔ 이항정리
성취기준	②이항정리를 이용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

❖ [수학 2 - ii]

이 문제 역시 두 집합의 대응 관계에 의해 발생하게 되는 함수의 경우의 수를 세는 문제로 수능 모의고사나 교과서 연습문제에서 자주 등장하는 유형이 응용된 문제로 생각할 수 있음. 이 문제의 경우 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 1. 순열 단원과 3. 분할 단원의 자연수의 분할과 중복순열을 활용하여 풀이 가능한 문제임.

<b>적용 교육과정</b>	확률과 통계 - (가)순열과 조합 - ㉒ 순열과 조합
<b>성취기준</b>	③원순열, 중복순열, 같은 것이 있는 순열을 이해하고, 그 순열의 수를 구할 수 있다.

❖ [수학 2 - iii]

이 문제 역시 마찬가지로 두 집합의 대응 관계에 의해 발생하게 되는 함수의 경우의 수를 세는 문제로 수능 모의고사나 교과서 연습문제에서 자주 등장하는 유형이 응용된 문제로 생각할 수 있음. 이 문제의 경우 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원의 중복조합의 성질을 활용하여 풀이 가능한 문제임.

<b>적용 교육과정</b>	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉒ 순열과 조합
<b>성취기준</b>	④중복조합을 이해하고, 그 조합의 수를 구할 수 있다.

❖ [수학 2 - iv]

이 문제 역시 마찬가지로 두 집합의 대응 관계에 의해 발생하게 되는 함수의 경우의 수를 세는 문제로 수능 모의고사나 교과서 연습문제에서 자주 등장하는 유형이 응용된 문제로 생각할 수 있음. 이 문제의 경우 확률과 통계(좋은책 신사고) 1. 순열과 조합 2. 조합 단원과 3. 분할 단원의 중복조합의 성질과 자연수 분할의 성질을 활용하여 풀이 가능한 문제임.

<b>적용 교육과정</b>	확률과 통계 - (가) 순열과 조합 - ㉓ 분할
<b>성취기준</b>	②자연수를 몇 개의 자연수의 합으로 나타낼 수 있는 방법의 수를 구할 수 있다.

3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

❖ [수학 2 - i]

조합을 이해하고 이항정리가 갖고 있는 성질을 활용하여 풀이하는 문제임. 난이도가 그리 높지 않은 것으로 보이며 확률통계를 배운 학생이면 누구나 한 번 짚은 도전해볼 만한 문제라 생각됨. 적절한 채점 기준을 갖고 있음.

❖ [수학 2 - ii]

자연수의 분할과 중복순열을 활용하여 풀이하는 문제임. [수학 2 - i]에 비해 난이도가 높아 보이며 이 문제부터 시작해서 학생들이 변별되기 시작했을 것으로 생각됨. 적절한 채점기준을 갖고 있으며 풀이과정 역시 명료해 보임.

❖ [수학 2 - iii]

중복조합의 성질을 활용하여 풀이하는 문제임. [수학 2 - ii]에 비해 난이도가 높아 보이며 많은 학생들이 풀이하지 못했을 것으로 여겨지며, 적절한 채점기준을 갖고 있으며 풀이과정 역시 명료해 보임.

❖ [수학 2 - iv]

중복조합의 성질과 자연수 분할의 성질을 활용하여 풀이 가능한 문제임. [수학 2 - iii]에 비해 더 높은 난이도를 갖고 있음. 난이도가 높다고 할 수 있으나 교육과정 밖을 의심할 수 있는 내용은 전혀 없음.

<종합의견>

1교시 수학 1번 문항의 경우 수능이 현재의 체제로 개편되어 이공계를 진학하는 학생들이 시험을 치르는 수학-가형의 출제 범위가 미적분Ⅱ, 기하와 벡터, 확률과 통계로 한정하여 출제되기 이전의 수능 시험이나 모의고사에 출제되었을 법한 문제로 여겨진다. 현재 수능에서는 수열의 극한에 관련된 시험문제가 나타나지 않으나 2016 학년도 이전 수능의 경우 미적분Ⅰ과 미적분Ⅱ가 연계된 문제로 자주 출제되던 형식의 문제라 할 수 있을 것이다. 중·고등학교 과정을 성실히 이수하고 삼각형의 성질, 부채꼴의 넓이 구하기, 삼각함수가 갖는 성질 등을 모두 완벽히 숙지하고 활용 가능해야 풀이할 수 있을 법한 난이도 있는 문제이다.

1교시 수학 2번 문항의 경우 i 문항에서 iv 문항까지 난이도가 조금씩 올라가면서 학생의 능력을 변별하기 위해 조금씩 난이도가 올라가는 모습을 볼 수 있었다. 적절한 채점 기준을 갖고 있으며 문제의 형태는 모두 동일한 형태를 취하고 있지만 실제적으로 학생들이 활용하고 생각해야 하는 성질들이 다른 문제들로 풀이하는 학생들이 아주 우수한 응용능력을 가진 학생들만이 만점을 맞았을 것으로 여겨지는 난이도가 매우 높은 문제에서부터 흔히 많이 풀어봤을 법한 문제까지 고루 나와 있는 학생들을 문항 별로 변별할 수 있을 법한 문제로 생각된다. 확률과 통계를 배운 학생이라면 문제를 이해하는데 큰 문제는 없었을 것으로 생각되나 어떤 성질을 어떻게 활용해야할 지에 대해 많은 고민해야했을 것으로 여겨진다.

모든 문제에서 고등학교 교육과정의 내용을 벗어난 내용을 내포하고 있는 문제는 보이지 않는다. 하지만, 이전 년도까지 출제되어 오던 성균관대학교 논술 문제에 비해 난이도 상승이 눈에 띈다.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

**문항카드 3-㉓**

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 물리 I	
출제범위	교육과정 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	전기력, 등가속도 운동, 돌림힘
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

❖ <제시문 1>

전기장 안에 놓여있는 전하가 받는 전기력에 대한 내용으로 고등학교 ‘물리 I’의 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (1) 전기장과 전기력선(천재교육 p91~96)과 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (1) 전기장과 전기력선(교학사 p106~112)에 기술되고 있는 내용임.

❖ <제시문 2>

등가속도 운동하는 물체의 시간에 따른 속도와 변위에 대한 내용으로 고등학교 ‘물리 I’의 I. 시공간과 우주 1. 시간, 공간, 운동 (3) 물체의 운동(천재교육 p28~31)과 I. 시공간과 우주 1. 시간, 공간, 운동 (3) 속도와 가속도(교학사 p29~36)에 기술되고 있는 내용임.

❖ <제시문 3>

물체의 역학적 평형 상태에 대한 내용으로 고등학교 ‘물리 I’의 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (2) 힘의 평형과 안정성(천재교육 p273~277)과 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (1) 역학적 평형(교학사 p310~319)에 기술되고 있는 내용임.

**2) 문제 분석**

❖ [물리 I - i]

(가) 문항은 중력과 전기력의 개념을 이해하고, 힘의 평형으로 입자의 전하량  $q$ 를 입자의 질량  $m$ , 전기장  $E$  중력 가속도  $g$ 로 전하량의 부호와 함께 나타내는 문제이고, (나) 문항은 전기장  $E=0$ 일 때 즉, 중력만이 작용할 때 입자가 등가속도 운동하여 평행판에 닿는 순간의 속력을 구하는 문제임. (가)와 (나) 문항은 고등학교 교육과정인 운동법칙, 등가속도 운동, 그리고 전기력에 관한 문제로 <제시문 1>, <제시문 2>에 주어진 전기력(‘물리 I’ 천재교육 p94, 교학사 p112)과 등가속도 운동 관계식(‘물리 I’ 천재교육 p31~35, 교학사 p35~38)을 이용하여 해결하는 문제임.

❖ [물리 I - ii]

역학적 평형의 원리를 이해하고, 이를 구체적인 상황에 적용하는 문제임. 이 문항은 고등학교 교육과정인 돌림힘의 평형에 관한 문제로 <제시문 3>에 주어진 역학적 평형 상태를 유지하기 위한 두 평형 조건('물리 I' 천재교육 p274, 교학사 p312)을 이용하여 해결하는 문제임.

3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

❖ [물리 I - i]

중력과 전기력의 개념을 이해해 이를 힘의 평형에 적용할 수 있는지, 그리고 일정한 가속도로 움직이는 물체의 운동을 이해하는지에 초점을 두고 출제되었음.

채점기준은 (가) 입자의 전하량을 나타내는 부분과 (나) 평행판에 닿는 순간 입자의 속력을 구하는 부분으로 나누어져 있고, 부호를 포함한 입자의 전하량(전하량의 부호는 음(-))과 입자의 속력을 올바른 설명과 함께 제시하면 점수를 받을 수 있도록 구체적으로 제시되어 있음. 그리고 교육과학기술부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리 I' 내용 중 '정지한 전하 주위에는 전기장이 발생함을 전기력선의 개념을 이용하여 이해한다.(p72)'와 '속도, 가속도의 개념을 이해하고, 이를 바탕으로 1차원 등가속도 운동을 이해한다.(p71)'에 포함된 내용으로 물리 I 교육과정에 적합한 채점기준임.

예시답안은 '물리 I'의 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (1) 전기장과 전기력선(천재교육 p91~96)과 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (1) 전기장과 전기력선(교학사 p106~112), I. 시공간과 우주 1. 시간, 공간, 운동 (3) 물체의 운동(천재교육 p28~31)과 I. 시공간과 우주 1. 시간, 공간, 운동 (3) 속도와 가속도(교학사 p29~36)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

❖ [물리 I - ii]

역학적 평형의 원리에 대한 이해를 기반으로, 이를 구체적인 상황에 적용할 수 있는 능력을 평가함.

채점기준은 아래막대에 대한 부분과 위막대에 대한 부분으로 나누어져 있고,  $\frac{a}{b}$ 와

$\frac{c}{d}$  올바른 설명과 함께 제시하면 점수를 받을 수 있도록 구체적으로 제시되어 있음.

그리고 교육과학기술부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 '물리 I' 내용 중 '힘과 돌림힘의 평형을 이용하여 구조물의 안정성을 정량적으로 계산할 수 있다.(p75)'에 포함된 내용으로 물리 I 교육과정에 적합한 채점기준임.

예시답안은 '물리 I'의 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (2) 힘의 평형과 안정성(천재교육 p273~277)과 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (1) 역학적 평형(교학사 p310~319)의 내용을 이해하고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

I 선행학습 영향평가 대상 문항

II 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법

III 고등학교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력

IV 문항 분석 결과

V 대학입학전형 반영 계획 및 개선 노력

VI 부록

### <종합의견>

제시문은 모두 교과서에 제시되어 있는 내용과 식을 바탕으로 주어졌음. 문항 I - i의 경우는 전기장 안에 놓여있는 전하가 받는 전기력과 등가속도 운동에 관한 내용, 문항 I - ii의 경우는 물체의 역학적 평형 상태에 대한 내용으로, 제시문에서 제시한 식과 설명을 적용하면 학교 교육과정을 충실히 따라온 학생이라면 어렵지 않게 해결할 수 있는 수준임. 제시문과 문항 모두 교육과정 수준에서 충분히 이해할 수 있는 수준임.

### 문항카드 3-④

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 화학 I	
출제범위	교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	화학식량과 몰, 분자량, 전자 배치, 원자모형, 주기율표, 이온화에너지, 루이스구조식, 극성, 전자쌍 반발이론, 산화-환원
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

#### 1) 제시문 분석

##### ❖ <제시문 1>

아보가드로 법칙과 몰과 질량, 몰과 기체의 부피, 화학 반응식의 양적 관계에 관한 내용으로 대단원 'I. 화학의 언어'에서 중단원 '1. 인류 문명의 발전과 화학, 2. 물질의 조성 및 화학 반응식(이상 교학사)', '2. 화합물의 조성 및 구조, 3. 화학 반응식(이상 천재교육)', '2. 물질의 양과 화학 반응식(비상교육)', '3. 물질의 양은 어떻게 나타낼까?', 5. 물질의 변화는 어떻게 나타낼까?(이상 상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

##### ❖ <제시문 2>

금속의 산화-환원 반응에 관한 내용으로 대단원 'IV. 님은꼴 화학 반응'에서 중단원 '1. 산화와 환원(교학사)', '1. 산화-환원 반응(천재교육)', '1. 산화-환원 반응(비상교육)', '2. 산화-환원 반응에서 전자는 어떻게 이동할까?(상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

#### 2) 문제 분석

##### ❖ [화학 I - i]

화학 반응식과 물질의 양적 관계를 이해하고 몰과 질량, 몰과 기체의 부피 관계를 구할 수 있는가를 묻는 문제임. <제시문 1>의 그림 (4)에서 질량 보존 법칙을 이용하여 반응물 A(g)와 생성물 C(g)의 질량을 구하고, 화학 반응식으로부터 반응물 A(g), B(g)와 생성물 C(g)의 양(mol)을 구하여 아보가드로 법칙에 따라 반응 용기의 부피를 구할 수 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

##### ❖ [화학 I - ii]

원자 모형은 톰슨, 러더퍼드, 보어 원자 모형 순서로 변화하였으며, 이러한 원자 모형은 각각의 실험적 결과를 해석하여 제시되었음을 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 러더퍼드 원자 모형은  $\alpha$ 입자 산란 실험 결과를 해석하여, 원자핵이 중심에 존재하는 원자 모형으로 제시된 것임을 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

❖ [화학 I - iii]

전자 배치 규칙인 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙에 따라 다전자 원자의 오비탈에 전자를 배치할 수 있으며, 이온화 에너지, 빛의 파장과 에너지 관계를 이해하고 있는가를 묻는 문제임. (가)는 전자 배치 규칙을 적용하여 주어진 원자의 오비탈에 전자를 배치하고 기준에 따라 원자를 분류할 수 있다면 해결할 수 있는 문제임. (나)는 (가)에서 분류한 원자의 이온화 에너지, 빛 에너지와 파장 관계를 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

❖ [화학 I - iv]

전자쌍 반발 이론에 따라 분자 구조와 모양을 루이스 구조식으로 나타내어 분자의 극성 여부를 판단하고, 결합각 크기를 비교할 수 있는가를 묻는 문제임. (가)는 주어진 분자의 입체적인 분자 구조를 전자쌍 반발 이론에 따라 루이스 구조식으로 나타내고, 그림에서 제시된 조건으로 분류할 수 있다면 해결할 수 있는 문제임. (나)는 (가)에서 분류한 분자를 전자쌍 종류에 따른 반발력의 크기 차이를 고려하여 결합각 크기를 비교할 수 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

❖ [화학 I - v]

금속의 산화-환원 반응 실험을 통해 금속의 반응성(산화 경향성)을 이해하고 비교할 수 있는가를 묻는 문제임. <제시문 2>에서 주어진 실험 결과로부터 금속의 산화 경향성을 비교하고 설명할 수 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

### 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

화학 I 교과서에서 다루어지는 내용을 중심으로 단원에 대한 기본적인 이해와 단원 사이에 연계되는 개념을 이용하여 화학적 문제를 해결할 수 있는 이해력을 평가하려고 한 출제 의도에 따라 전 단원에서 고르게 출제됨. I 단원에서 아보가드로 법칙, 화학 반응의 양적 관계, II 단원에서 원자 모형과 전자 배치, III 단원에서 분자의 구조와 극성, IV 단원에서 금속의 산화-환원 반응 등 교육과정에서 명시된 내용을 근거로 하여 출제된 것으로 판단됨.

❖ [화학 I - i]

교육과정 및 성취기준의 ‘몰의 의미를 이해한다.’, ‘화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 질량 보존 법칙으로 각 물질의 질량 구하기, 화학 반응식의 양적 관계, 아보가드로 법칙으로 용기의 부피 구하기 등을 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

❖ [화학 I - ii]

교육과정 및 성취기준의 ‘원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 러더퍼드의  $\alpha$ 입자 산란 실험 결과를 분석하고 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

❖ [화학 I - iii]

교육과정 및 성취기준의 ‘오비탈과 스핀 개념을 이해하고’, ‘다전자 원자의 전자 배치를 설명할 수 있다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 문제에서 주어진 원자의 전자 배치, s오비탈과 p오비탈에 채워진 전자 수, 이온화 에너지의 개념과 주기성 등을 구체적으로 서술하고 그림으로 표현하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

❖ [화학 I - iv]

교육과정 및 성취기준의 ‘분자들의 루이스 구조를 통해’, ‘전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고’, ‘화학적 성질이 분자 구조와 관계가 있다는 사실을 이해한다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시하였음.

예시답안에는 문제에서 주어진 분자의 루이스 구조식과 결합각 등을 그림으로 표현하고 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

❖ [화학 I - v]

교육과정 및 성취기준의 ‘철광석의 제련과 철의 부식이 산화-환원 반응임을 이해한다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시하였음.

예시답안에는 문제에서 주어진 실험 결과로부터 금속의 반응성(산화 경향성)을 분석하고 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

**<종합의견>**

제시문과 질문 문항 모두 화학 I 교육과정 및 성취기준에 근거하여 출제되어 교육과정을 충실하게 이수한 학생이라면 누구나 쉽게 해결할 수 있는 내용으로 구성되어 있으며, 채점 기준과 예시답안도 학생들이 쉽게 이해할 수 있도록 그림이나 표 등을 활용하여 구체적으로 설명되어 있음. 화학 반응식과 양적 관계, 몰과 화학식량, 루이스 구조식과 분자의 구조, 금속의 산화-환원 반응 등 꾸준히 출제되고 있는 내용이 출제되었기 때문에 기출문제와 모의논술을 통해 성균관대 논술을 준비한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제가 출제되었다고 판단됨.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

**문항카드 3-㉔**

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 1교시 / 생명과학 I	
출제범위	교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	항상성과 몸의 조절, 뉴런, Na <sup>+</sup> -K <sup>+</sup> 펌프, Na <sup>+</sup> 통로, K <sup>+</sup> 통로, 탈분극, 재분극
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

제시문은 생명과학 I의 4개 영역 중 ‘항상성과 건강-항상성과 몸의 조절’에 해당하는 요소이고 출판사별 모든 교과서에 공통적으로 들어가 있는 자극의 전달 과정이며 대학수학능력평가에도 매년 빠짐없이 출제되어 학생들이 중요성을 잘 파악하고 있는 부분이다. 또한 5학년의 ‘우리의 몸’, 9학년의 ‘자극과 반응’을 심화한 내용이다.

도서명	저자	발행처	쪽수
생명과학I	박희송 외 4명	교학사	154-158
생명과학I	심규철 외 5명	비상교육	140-147
생명과학I	이길재 외 7명	상상아카데미	134-135
생명과학I	이준규 외 5명	천재교육	125-129

<제시문 1>, <제시문 2>를 통해 자극이 주어지지 않은 상태가 휴지막 전위이며 세포막 안팎의 전위차가 형성되는 이유가 Na<sup>+</sup> 통로와 K<sup>+</sup> 통로의 특징과 기능에서 기인함을 충분히 설명하고 있다. 또한 자극이 주어지면 Na<sup>+</sup> 통로를 통한 Na<sup>+</sup>의 이동이 막전위 변화를 일으키고, Na<sup>+</sup> 통로와 K<sup>+</sup> 통로의 개폐 속도 차이에 의해 뒤이어 재분극이 일어나며 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프의 작용까지 흥분의 전도를 이해하는 데에 필요한 내용을 <제시문 3>에 제시하여 교육과정 내의 요소들을 충분히 나타내고 있다.

❖ <제시문 1>, <제시문 2>

자극이 주어지지 않은 상태에서 세포막 안팎에 형성된 전위차가 휴지막 전위이며 Na<sup>+</sup> 통로와 K<sup>+</sup> 통로의 투과성 차이에 의해 전위차가 형성됨을 설명하고 있다.

❖ <제시문 3>

자극이 주어지면 Na<sup>+</sup> 통로를 통한 Na<sup>+</sup>의 이동이 막전위 변화를 일으키고, Na<sup>+</sup> 통로와 K<sup>+</sup> 통로의 개폐 속도 차이에 의해 재분극이 일어나며 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> 펌프의 작용과 기능까지 설명하여 흥분의 전도를 이해하는 데에 필요한 요소들을 충분히 제시하였다.

## 2) 문제 분석

### ◆ [생명과학 I - i]

자극이 가지돌기(수상돌기)가 아닌 축삭돌기의 가운데 부분에 주어졌을 때 흥분이 전도되는 방향을 묻는 문제로서 탈분극의 원인과 흥분의 이동 과정을 알고 있는지 파악하는 것이 목적이다.

### ◆ [생명과학 I - ii]

자극에 의해 활동전위가 발생하면 탈분극, 재분극을 거쳐 다시 분극 상태로 되돌아가는데 이는 펌프의 작용에 의한 것이다.  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프가 기능하지 않는 상태에서 지속적으로 자극을 받은 뉴런의 활동 전위에 어떤 변화가 생기는지 물어보고 있다.

### ◆ [생명과학 I - iii]

물질의 처리 전, 후 막 전위 그래프를 비교하여 물질이 신경세포막 단백질의 기능에 어떤 영향을 주었는지를 추론하는 문제이다. 먼저 열렸던  $\text{Na}^+$  통로가 닫혀  $\text{Na}^+$  이온의 유입은 감소하고,  $\text{K}^+$  통로가 열리면서 세포막 밖으로 유출되는  $\text{K}^+$  이온이 재분극을 일으킴을 알고 있어야 풀이할 수 있다.

## 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

### ◆ [생명과학 I - i]

$\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프의 작용과  $\text{Na}^+$  통로,  $\text{K}^+$  통로의 투과성 차이에 의해 자극이 없을 때 분극 상태가 되고 이때  $\text{Na}^+$  이온은 세포막 바깥의 농도가 높고,  $\text{K}^+$  이온은 세포막 안의 농도가 높다.

자극이 주어지면 닫혀있던  $\text{Na}^+$  통로가 열리며 농도 차에 의한 확산 현상으로  $\text{Na}^+$  이온이 세포막 안쪽으로 이동하고 이동한  $\text{Na}^+$  이온이 역시 확산에 의해 퍼져 나가며 근처의  $\text{Na}^+$  통로를 자극하여 연쇄적으로 열리도록 한다.

즉,  $\text{Na}^+$  통로를 자극하는  $\text{Na}^+$  이온의 이동은 농도 차에 의한 확산이므로 특정한 방향성이 존재하지 않고, 이 때문에 양방향으로의 전도가 진행되는 것이다. 흥분의 전달이 축삭돌기 말단의 신경전달물질에 의해 한 방향으로만 진행되는 현상과는 비교, 구분할 수 있어야 한다. 결국 문제의 출제 의도는 첫째,  $\text{Na}^+$  이온의 확산에 의한 활동전위의 이동 과정을 알고 있는지, 둘째, 전도와 전달의 방향성 차이를 정확히 이해하고 있는지를 파악하기 위한 것으로 보인다.

확산은 농도 차이를 해소하는 방향으로 일어나므로 세포막에서의 흥분 이동은 특정 방향을 향해서가 아닌, 양방향으로 일어날 수 있다. 그러므로 세포 내로 유입된  $\text{Na}^+$ 이 양방향 옆으로 확산되며 연속적으로 탈분극을 일으켜 활동전위가 발생한다는 예시답안은 적절하다.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

❖ [생명과학 I - ii]

$\text{Na}^+$  이온과  $\text{K}^+$  이온 각각의 세포막을 사이에 둔 농도 차이에 의해 탈분극과 재분극이 일어나게 되는데 이러한 농도 차이를 형성하는 것이  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프이다. 그런데 자극이 주어진 후  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프가 작동하지 않는다면 확산에 의해 이동한 이온들이 원래의 자리(즉,  $\text{Na}^+$  이온은 세포 밖,  $\text{K}^+$  이온은 세포 안)로 돌아가지 못 한다.

물론, 활동전위가 일어날 때 실제로 이동하는 이온의 양이 많지 않기 때문에 펌프가 작동하지 않더라도 자극에 의한 탈분극과 재분극은 여전히 진행될 수 있다. 이온의 농도차가 작거나 자극의 크기가 작다는 이유로 활동 전위의 크기가 감소하지는 않기 때문이다. 활동 전위는 발생하거나 발생하지 않는 실무울의 법칙을 따르므로 이온의 확산이 일어난다면 활동 전위 또한 발생하게 된다.

그러나 지속적인 자극으로 확산에 의한 이온의 이동은 계속 진행되고, 펌프에 의한 제자리 찾기는 일어나지 않는다면 세포막 안팎의 농도 차이가 점점 감소할 것이고 확산이 일어날 만큼의 차이가 존재하지 않는다면 더 이상 활동전위는 발생하지 않게 될 것이다.

그러므로 세포 내로 유입된  $\text{Na}^+$  이온과 세포 밖으로 유출된  $\text{K}^+$  이온이  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  펌프에 의해 원래의 위치로 돌아가며 형성되는 농도 차이에 의해 활동전위가 발생하는데 이 작용이 정지된다면 농도 차이가 서서히 감소하여 사라지고 이로 인해 확산이 일어나지 않는다면 활동전위가 발생하지 않는다.

❖ [생명과학 I - iii]

탈분극과 재분극 과정을 이해하기 위해서는  $\text{Na}^+$  통로와  $\text{K}^+$  통로의 기능과 특징을 알아야 한다. 물질의 처리 후 그래프를 분석해 보면 처리 전 보다 탈분극이 진행되는 속도가 조금 느리며 탈분극 후 재분극이 정상적으로 이루어지지 않음을 알 수 있다. 먼저, 탈분극 구간을 통해  $\text{Na}^+$  통로가 열리는 속도 또는 열리는 개수가 다소 낮거나 적다는 답을 일차적으로 할 수 있다.

재분극 구간에 대해서는 첫째, 양전하(+)를 띠는  $\text{Na}^+$  이온이 탈분극이 일어난 이후에도 계속해서 세포 내로 유입되어  $\text{K}^+$  이온의 유출에 의한 막전위 변화를 상쇄시키는 경우, 둘째,  $\text{K}^+$  통로가 열리지 않아  $\text{K}^+$  이온이 유출되지 않음으로 인해 재분극이 일어나지 않는 경우의 두 가지 상황을 추론할 수 있다.

### <종합의견>

뉴런은 신경계의 구조적, 기능적 단위이다. 신경계와 내분비계의 작용에 의해 이루어지는 '자극에 대한 반응'과 '항상성'이라는 생명현상을 이해하기 위해서는 뉴런의 구조는 물론 흥분의 전도와 전달 과정을 파악하는 것이 필수적이며 그 시작은 신경 세포막에 있는 다양한 단백질들의 기능과 작용의 순서를 아는 것이다.

제시문은 교과서 내용을 직접적으로 다루어 기본적인 학습이 이루어진 대부분의 학생들이 쉽게 읽고 이해할 수 있는 수준이다. 또한 흥분의 전도에 관련된 이온과 통로, 펌프의 기능을 충분히 설명하여 단순 암기에 의존하거나 암기 부족으로 불이익을 받지 않도록 학습자에게 친절하게 구성되어 있다. 문항 또한 교육과정 내의 필수적인 요소인  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  펌프에 의한 이온의 세포막 안팎 농도차이,  $\text{Na}^+$  통로와  $\text{K}^+$  통로의 개폐 속도 차이, 이온의 확산에 의한 탈분극, 재분극 현상을 이해한다면 어려움 없이 접근할 수 있을 것이다. [생명과학 I - ii]는 실무율의 개념이나 내용을 직접적으로 언급하지 않았지만  $\text{Na}^+\text{-K}^+$  펌프의 기능과 농도 차이에 의한 확산이 탈분극, 재분극을 일으킨다는 기본 개념을 알고 있다면 해결할 수 있는 난이도이며 [생명과학 I - iii] 또한 그래프를 통해 재분극이 정상적으로 일어나지 않음을 파악한 후 이를 이온의 이동과 연관 지어 추론한다면 무리 없이 정답에 접근할 수 있을 것이다. 학생들에게 혼란을 야기할 수 있는 개방적 질문이나 자료 제시 부족 등의 문제가 없으며 예시답안이 적절하다.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

**논술우수전형 자연계 (2교시)**

**문항카드 4-①**

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 수학 1	
출제범위	교육과정 과목명	미적분 I
	핵심개념 및 용어	함수의 증가와 감소
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

❖ <제시문 1>

주어진 제시문은 미적분Ⅱ(좋은책 신사고) Ⅲ. 미분법 2. 도함수의 활용 단원에 거의 그대로 제시될 정도로 거의 모든 교과서에 비슷한 형태로 제시하고 있는 내용임.

❖ <제시문 2>

<제시문 2>의 경우 위의 경우와 마찬가지로 미적분Ⅱ(좋은책 신사고) Ⅲ. 미분법 2. 도함수의 활용 단원에 <제시문 1>과 함께 실려 있고 거의 모든 교과서에 비슷한 형태로 제시되고 있음.

❖ <제시문 3>

이 경우는 문제를 해결하기 위한 기본 조건을 나열한 것으로 정수 계수를 갖는 사차함수 즉 다항함수의 한 가지 형태를 제시하고 있음.

**2) 문제 분석**

❖ [수학 1 - i]

일반적으로  $n$ 차 방정식은 최대  $n$ 개의 서로 다른 실근을 가질 수 있는데 <제시문 3>에 주어진 다항식  $f(x)$ 와 실수  $k$ 가 같은 경우 즉 사차 방정식이 네 개의 서로 다른 실근을 갖게 하는 조건을 구하는 문제임. 일반적으로 도함수를 활용하여 그래프의 개형을 찾고 그 과정을 통해 방정식의 근의 개수를 유추해보는 문제의 형태로 모의고사나 학교 시험에서 자주 등장할 수 있는 형태임.

적용 교육과정	미적분 I - (다) 다항함수의 미분법 - ③ 도함수의 활용
성취기준	④함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

❖ [수학 1 - ii]

[수학 1 - i]과 비슷한 형태로 사차 방정식이 네 개의 서로 다른 실근을 갖게 하는 조건을 구하는 문제이나 [수학 1 - i]에서는 조건으로 문자 1개의 값만 결정하면 되지만, [수학 1 - ii]의 경우 조건에 제시된 문자가 2개가 되면서 함수의 그래프와 미분과의 관계를 엄밀히 이해해야 풀이가 가능한 난이도가 높은 문제라 생각됨. 거의 대부분의 학생들이 처음 접하게 되는 형태의 문제로 여겨짐.

적용 교육과정	미적분 I - (다) 다항함수의 미분법 - ③ 도함수의 활용
성취기준	④함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

❖ [수학 1 - i]

사차방정식이 서로 다른 네 개의 실근을 갖도록 하는 조건을 찾는 문제로 함수의 그래프의 개형을 이용하여  $k$ 의 값을 구하는 문제이다. 자연계 수험생이라면 누구나 흔히 풀어보았을 법한 형태의 문제로 거의 대부분의 학생이 풀어낼 수 있었을 것으로 여겨지며, [수학 1 - ii]를 풀기위한 워밍업 정도의 문제로 생각된다. 명확한 채점기준이 마련되어있고 주어진 예시답안 이외의 답은 잘 나오지 않을 것으로 생각된다.

❖ [수학 1 - ii]

사차함수와 이차함수가 서로 다른 네 개의 해를 갖도록 하는 조건을 만드는 문제로 학생들이 처음 접해보는 문제의 형태일 가능성이 높다. 주어진 식을 잘 변형시켜 사차함수와 상수함수의 교점을 찾는 형태로 변형을 시키고 이후 그래프의 개형과 도함수와의 관계를 파악하고 다시 도함수와 이계도함수의 관계를 이용하여 필요한 조건을 찾아가는 문제이다. 적절한 채점기준이 확립되어 있는 것으로 보이고 내용의 난이도에 비해 실제로 사용되는 함수의 그래프와 도함수의 상관관계를 얼마나 잘 이해하느냐가 문제 풀이의 관건이 되었을 것이라 여겨진다. 난이도 높은 문제이지만 교육과정을 벗어난 내용은 없는 것으로 생각된다.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

문항카드 4-②

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 수학 2	
출제범위	교육과정 과목명	수학 I, 수학 II, 미적분 I
	핵심개념 및 용어	도형의 방정식, 수열, 수열의 극한
답안 작성 시간	30분 / 전체 100분	

1) 제시문 분석

❖ <제시문 1>

주어진 제시문은 수학 II(좋은책 신사고) III. 수열 2. 수열의 합 단원에 그대로 제시되어 있는 공식으로 모든 교과서에서 동일하게 제시하고 있는 내용임.

❖ <제시문 2>

이 제시문의 경우 절댓값을 이용하여 닫힌구간  $[0, 2]$ 에서 함수를 만든 뒤 2를 주기로 동일한 함수가 반복되도록 만들어진 함수와 일차함수를 활용하여 문제에 필요한 조건을 제시하고 있음. 수학 I(좋은책 신사고) III. 도형의 방정식 5. 부등식의 영역과 관련된 내용을 제시하고 있음.

❖ <제시문 3>

이 제시문의 경우 미적분 I(좋은책 신사고) I. 수열의 극한 1. 수열의 극한 단원에서 수열의 극한의 대소 관계라는 이름으로 그대로 제시되고 있을 뿐만 아니라 모든 교과서에 비슷한 형태로 제시되며 학생들에게 지도할 때 샌드위치 정리 혹은 조임정리로 흔히 이름 붙여 많이 설명하는 정리를 조건으로 제시하고 있음.

2) 문제 분석

❖ [수학 2 - i]

<제시문 2>를 통해 만들어진 함수  $g(m)$ 의 특수한 경우인  $m=4$ 일 때의 값을 구하는 형태로 예상할 수 있는 함수의 그래프의 모양을 <제시문 2>에서 표현해주고 있어서 학생들이 큰 어려움 없이 풀어냈을 것이라 생각됨.

적용 교육과정	[수학 I] - (다) 도형의 방정식 - ⑤ 부등식의 영역 ① 부등식의 영역의 의미를 이해한다.
성취기준	[수학 I] - (3) 도형의 방정식 - (마) 부등식의 영역 수학1351-3. 연립부등식의 영역을 나타낼 수 있다.

❖ [수학 2 - ii]

[수학 2 - i]을 바탕으로 함수  $g(m)$ 를 일반화 하여야 풀이가 가능한 문제로 상당히 많은 학생들이 어려움을 겪었을 것으로 예상 가능한 난이도가 있는 문제임. 문제의 난이도는 높으나 이 문제 역시 과거 수열의 극한이 수학 가형 문제로 출제될 당시에 유사한 형태의 문제가 출제된 적이 있을 정도로 학생들이 비슷한 유형의 문제를 풀이해보았을 가능성이 있다고 여겨짐.

<b>적용 교육과정</b>	[수학 II] - (다) 수열 - ② 수열의 합 ② 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다.
<b>성취기준</b>	[수학 II] - (3) 수열 - (나) 수열의 합 수학2322. 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 $n$ 항까지의 합을 구할 수 있다.

❖ [수학 2 - iii]

[수학 2 - ii]을 통해 찾은 함수  $g(m)$ 에 대하여  $\frac{g(m)}{m}$ 의 극한값을 찾는 문제로 [수학 2 - ii]을 풀이한 학생이라면 함수의 극한 혹은 수열의 극한 문제 풀듯이 풀이해낼 수 있었을 것이라 여겨짐.

<b>적용 교육과정</b>	[미적분 I] - (가) 수열의 극한 - ① 수열의 극한 ② 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
<b>성취기준</b>	[미적분 I] - (1) 수열의 극한 - (가) 수열의 극한 미적1112. 수열의 극한에 관한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

### 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

#### ◆ [수학2 - i]

$y = \frac{x}{4}$ 와  $y = f(x)$ 의 교점을 찾아 이 때 나타나는 두 삼각형의 넓이를 구하는 문제로 교점만 찾을 수 있다고 하면 쉽게 풀이 가능한 정도의 문제로 중학교 학생들도 도전해볼 만한 문제라 할 수 있을 것임.

#### ◆ [수학 2 - ii]

[수학2 - i]을 통해 얻어낸 경험을 바탕으로 일반화의 과정을 거쳐 함수  $g(m)$ 이 어떠한 형태로 나타날 수 있는지 찾아내야하는 문제임. 문제를 통해 만들어지는 다양한 삼각형 중 일반적인 삼각형 하나의 넓이를 찾고 그것을 합하여 함수  $g(m)$ 을 찾아내고 이후 함수  $f(n)$ 을 찾아내는 형태의 문제임. 사용되는 내용이나 풀이 모두 교육과정내의 내용을 통해 풀이 가능하고 이해 가능한 문제이지만 제시문에 함수  $f(x)$ 를 사용하고 문제에서 다른 함수를  $f(n)$ 으로 사용하여 문제를 풀이하는 데는 큰 문제는 없지만 문자사용의 오류가 있었던 것으로 여겨짐. 단계별 적절한 채점 기준이 마련되어 있으며 문제의 난이도상 이 문제를 통해 학생들 사이에 변별이 이루어졌을 것으로 생각된다.

#### ◆ [수학 2 - iii]

[수학2-ii]로부터 구해진  $g(m)$ 에 대하여 [수학 2 - ii]에 언급된  $2n-1 \leq m < 2n+1$ 를 활용하여  $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{n}{m}$ 의 값을 구하여  $m$ 과  $n$ 의 관계를 통해  $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g(m)}{m}$ 의 값을 구해내야 하는 문제이다. 극한에서의  $m$ 과  $n$ 의 관계만 유도할 수 있었다고 하면 큰 어려움 없이 해결 가능했을 것으로 여겨진다.

#### <종합의견>

2교시 수학 1번 문항의 경우 i 문항과 ii 문항 모두 사차방정식이 서로 다른 네 개의 실근을 갖도록 하는 조건을 찾는 문제이다. i 문항을 통해 위밍업을 하며 그래프의 개형을 이용해서 풀이하는 문제이구나라는 것을 알게 하고, 실제로 풀이해야할 문제는 ii 문항이 되는 그러한 형태의 문제라 생각된다. ii 문항의 경우 학생들이 처음 겪어보는 경우가 많았을 것으로 생각되며 풀이하는데 상당히 많은 노력이 필요했을 것으로 여겨지며 난이도는 높은 편이지만, 교육과정을 벗어나는 내용은 없는 것으로 생각된다.

2교시 수학 2번 문항의 경우 함수의 극한을 묻는 문제로 1교시 수학 1번 문항과 마찬가지로 과거 수열의 극한이 대학수학능력평가 수학-가형 시험 출제범위 내에 포함되었을 당시 종종 눈에 보이던 유형과 흡사한 형태를 취하고 있고 교육과정을 벗어난 어려운 정리나 내용을 사용하지 않고 있어 수업시간에 배운 내용을 토대로 다양한 문제를 풀이해보았던 학생이라면 도전해볼만한 문제였다고 여겨진다.

모든 문제에서 고등학교 교육과정의 내용을 벗어난 내용을 내포하고 있는 문제는 보이지 않는다. 하지만, 이전 년도까지 출제되어 오던 성균관대학교 논술 문제에 비해 난이도 상승이 눈에 띈다.

## 문항카드 4-③

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 물리 I	
출제범위	교육과정 과목명	물리 I
	핵심개념 및 용어	패러데이 법칙, 렌츠 법칙, 유도 기전력, 유도 전류, 열기관, 열효율
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

### 1) 제시문 분석

#### ❖ <제시문 1>

유도 기전력과 유도 전류에 대한 내용으로 고등학교 ‘물리 I’의 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (5) 전자기 유도(천재교육 p116~119)과 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (5) 유도 전류와 패러데이 법칙(교학사 p131~133)에 기술되고 있는 내용임.

#### ❖ <제시문 2>

열기관과 열기관의 열효율에 대한 내용으로 고등학교 ‘물리 I’의 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (5) 열역학 법칙(천재교육 p294~298)과 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (3) 열역학 법칙과 열기관(교학사 p340~345)에 기술되고 있는 내용임.

### 2) 문제 분석

두 문제 모두 [물리 I]의 탐구 활동은 과학의 본성에 맞도록 구성하며, 탐구 문제의 발견으로부터 결론 도출에 이르기까지의 다양한 탐구기능을 균형 있게 다루도록 한다.’는 교육부의 취지에 부합하도록 구성되었음.

#### ❖ [물리 I - i]

자기선속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 발생한다는 패러데이 법칙에 대한 이해를 평가하고 있음. (가)와 (나) 문항과 같이 전자기 유도에 대한 기본적인 이해를 묻는 기본 문항과 (다)와 같이 기본적인 이해를 바탕으로 논리적인 사고를 배가시킬 수 있는 응용 문항으로 구성되었음.

(가) 문항은 자기장의 방향은 변하지 않고 자기장의 세기만 변할 때 원형 도선에 유도되는 전류의 방향을, (나) 문항은 유도 기전력의 크기를, (다) 문항은 (나)의 원형 도선과 둘레의 길이가 같은 정사각형 도선에서 유도되는 유도 기전력의 크기를 구하는 문제임. (가), (나), (다) 문항 모두 고등학교 교육과정인 유도 전류와 유도 기전력에 관한 문제로 <제시문 1>에 주어진 전자기 유도(‘물리 I’ 천재교육 p116~119, 교학사 p131~133)를 이용하여 해결하는 문제임.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

❖ [물리 I - ii]

에너지 보존에 부합하는 열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 정량적으로 계산할 수 있는지에 대한 학습능력 정도를 평가하고 있음. [물리 I - i]과 같이 (가)와 (나) 문항은 기본 문항, (다)는 기본적인 이해를 바탕으로 논리적인 사고를 배가시킬 수 있는 응용 문항으로 구성되었음.

(가) 문항은 2개 열기관의 열효율 비를, (나) 문항은 (가)의 열기관 2개를 합친 열기관의 열효율을, (다) 문항은  $N$ 개 열기관이 순차적으로 연결되어 있을 때 열효율 비와  $N$ 개를 합친 열효율을 구하는 문제임.

### 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

❖ [물리 I - i]

패러데이 법칙과 렌츠 법칙을 이해하고, 이를 적용하여 유도 기전력과 유도 전류가 어떻게 발생하는지에 대한 기본 원리를 실제 문제를 통하여 적용할 수 있는지에 초점을 두고 출제되었음.

채점기준은 (가) 문항에서는 방향 부분과 원인 부분으로, (나) 문항에서는 유도 기전력 공식 부분과 정답 부분으로, (다) 문항에서는 도선의 둘레 길이와 유도 기전력 공식과 정답 부분이 구체적으로 제시되어 있음. 그리고 교육과학기술부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 ‘물리 I’ 내용 중 ‘자기선속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 회로에 유도된다는 패러데이 법칙을 이해함으로써 유도 전류의 개념을 설명할 수 있다.(p72~73)’에 포함된 내용으로 물리 I 교육과정에 적합한 채점기준임.

예시답안은 ‘물리 I’의 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (5) 전자기 유도(천재교육 p116~119)와 II. 물질과 전자기장 1. 전기장 (5) 유도 전류와 패러데이 법칙(교학사 p131~133)의 내용을 이해하고 있으면 (가), (나) 문항은 물론 (다) 문항도 쉽게 해결할 수 있는 교육과정 수준에서의 풀이임.

❖ [물리 I - ii]

열기관의 원리와 열효율의 정의를 이용하여, 열역학 제2법칙을 설명할 수 있는지를 평가함.

채점기준은 (가) 문항에서는 2개의 열기관 각각의 열효율 부분과 2개 열기관의 열효율 비 부분으로, (나) 문항에서는 (가)의 열기관 2개를 합친 열기관의 열효율 공식 부분과 실제 수치를 대입한 값 부분으로, (다) 문항에서는  $N$ 개 열기관이 순차적으로 연결되어 있을 때 열효율 비 부분과  $N$ 개를 합친 열효율 공식 부분으로 구체적으로 제시되어 있음. 또한 식을 유도하는 과정 없이 정답만 맞힌 경우도 부분 점수가 명시되어 있음. 그리고 교육과학기술부 과학과 교육과정 문서에서 제시한 ‘물리 I’ 내용 중 ‘열역학 법칙을 정성적으로 이해하고, 열기관의 작동원리와 열효율을 안다.(p75)’에 포함된 내용으로 물리 I 교육과정에 적합한 채점기준임.

예시답안은 ‘물리 I’의 IV. 에너지 1. 힘과 에너지의 이용 (5) 열역학 법칙(천재교육 p294~298)과 1. 힘과 에너지의 이용 (3) 열역학 법칙과 열기관(교학사 p340~345)의 내용을 이해하고 있으면 (가), (나) 문항은 쉽게 해결할 수 있고 (다) 문항은 난이도가 다소 높고 수학적 계산 능력을 필요로 하지만, (가), (나), (다) 모두 교육과정 수준에서 충분히 이해하고 해결할 수 있는 풀이임.

### <종합의견>

제시문은 모두 교과서에 제시되어 있는 내용과 식을 바탕으로 주어졌음. 문항 I-i의 경우는 유도 기전력과 유도 전류에 대한 내용, 문항 I-ii의 경우는 열기관과 열기관의 열효율에 대한 내용으로, 제시문과 문제에 주어진 상황을 적용하면 학교 교육과정을 충실히 따라온 학생이라면 해결할 수 있는 수준임. 문항 I-i과 문항 I-ii에서 (다) 문항의 난이도가 다소 높고, 특히 문항 I-ii의 (다) 문항은 수학적 계산 능력을 필요로 하지만 제시문과 문항 모두 교육과정 수준에서 충분히 이해하고 해결할 수 있는 수준임.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

**문항카드 4-④**

유 형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술우수전형	
계열(과목)/문항번호	<자연계> : 2교시 / 화학 I	
출제범위	교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	질량수, 화학 반응식, 결합각, 공유 전자쌍, 비공유 전자쌍, 아미노산, 산과 염기, 산화-환원 반응
답안 작성 시간	40분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

❖ <제시문 1>

화합물과 화학 반응식에 관한 내용으로 대단원 'I. 화학의 언어'에서 중단원 '1. 인류 문명의 발전과 화학, 2. 물질의 조성과 화학 반응식(이상 교학사)', '1. 화학, 물질의 과학, 3. 화학 반응식(이상 천재교육)', '2. 화학의 구성 성분(비상교육)', '2. 물질은 무엇으로 이루어졌을까?, 5. 물질의 변화는 어떻게 나타낼까?(이상 상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

❖ <제시문 2>

아보가드로의 법칙에 관한 내용으로 대단원 'I. 화학의 언어'에서 중단원 '1. 인류 문명의 발전과 화학(교학사)', '2. 화합물의 조성 및 구조(천재교육)', '2. 물질의 양과 화학 반응식(비상교육)', '3. 물질의 양은 어떻게 나타낼까?(상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

❖ <제시문 3>

질량수에 관한 내용으로 대단원 'II. 개성있는 원소'에서 중단원 '1. 원자의 구조(교학사)', '1. 원자의 구조(천재교육)', '1. 원자의 구조(비상교육)', '1. 원자는 무엇으로 이루어져 있을까?(상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

❖ <제시문 4>

아미노산에 관한 내용으로 대단원 'IV. 님은꼴 화학 반응'에서 중단원 '2. 산과 염기(교학사)', '4. 생명 속의 화학(천재교육)', '2. 산-염기(비상교육)', '6. 비료에는 왜 질소와 인이 필수적일까?(상상아카데미)'에서 설명하고 있음.

## 2) 문제 분석

### ❖ [화학 I - i]

원자 번호, 질량수가 원자를 구성하는 입자인 양성자, 중성자와 어떤 관련이 있는지와 분자량, 몰과 질량 관계를 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 원자 번호가 양성자 수와 같고, 질량수가 양성자 수와 중성자 수의 합임을 알고, 분자량, 몰과 질량의 관계를 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

### ❖ [화학 I - ii]

반응물과 생성물의 종류, 생성물의 질량, 몰과 질량 관계 등 주어진 조건으로부터 화학 반응식을 유도할 수 있고, 화학 반응식의 양적 관계를 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 문제에서 주어진 반응물과 생성물의 종류, 생성물의 질량으로부터 생성된 물질의 몰수를 구하여 화학 반응식을 완성하고, 화학 반응의 양적 관계로부터 주어진 조건에서 몰과 기체의 부피 관계를 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

### ❖ [화학 I - iii]

전자쌍 반발 원리에 따라 전자쌍 사이의 반발력에 의해 입체적인 분자 구조와 결합 각이 달라짐을 올바르게 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 전자쌍 반발 원리에 의해 분자의 입체적인 구조와 모양이 결정되며 중심 원자의 전자쌍 수가 4개인 경우 비공유 전자쌍 수가 증가할수록 전자쌍 사이의 반발력이 증가하여 결합각이 작아짐을 이해하고 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

### ❖ [화학 I - iv]

아미노산의 산-염기로서의 특성을 입체적인 분자 구조에서 이해하고 산성, 중성, 염기성 용액에서 분자의 형태가 변함을 알고 구조식으로 나타낼 수 있는가를 묻는 문제임. 아미노산의 하나인 알라닌이 산성, 중성, 염기성 용액에서 어떤 형태로 존재하는가를 루이스 구조식으로 나타내고 공유 전자쌍의 수와 비공유 전자쌍의 수를 구할 수 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

### ❖ [화학 I - v]

탄소화합물(알라닌)과 산소의 반응에서 생성되는 이산화탄소와 일산화탄소의 양적 관계, 산화철과 일산화탄소의 반응에서 화학 반응식과 물질의 양적 관계를 올바르게 이해하고 있는가를 묻는 문제임. 분자량, 몰과 질량, 물질의 양적 관계를 활용하여 주어진 조건으로부터 알라닌과 산소의 반응에서 생성되는 이산화탄소와 일산화탄소의 양을 구하고, 산화철의 일산화탄소에 의한 산화-환원 반응의 화학 반응식을 완성하여 화학 반응식과 양적 관계로부터 생성되는 철의 질량을 구할 수 있다면 해결할 수 있는 문제로 판단됨.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

### 3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

화학 I 교과서에서 다루어지는 내용을 중심으로 단원에 대한 기본적인 이해와 단원 사이에 연계되는 개념을 이용하여 화학적 문제를 해결할 수 있는 이해력을 평가하려고 한 출제 의도에 따라 전 단원에서 고르게 출제됨. I 단원에서 아보가드로 법칙, 화학 반응식과 화학 반응의 양적 관계, II 단원에서 원자를 구성하는 입자, III 단원에서 루이스 구조식과 분자의 구조, IV 단원에서 아미노산의 분자 구조와 특성, 철광석의 산화-환원 반응 등 교육과정에서 명시된 내용을 근거로 하여 출제한 것으로 판단됨.

#### ❖ [화학 I - i]

교육과정 및 성취기준의 ‘물의 의미를 이해한다.’, ‘원자가 양성자, 중성자, 전자로 구성되어 있음을 알고’ 에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 에텐, 산소의 양성자 수와 중성자 수로부터 에텐과 산소 혼합물의 전체 양성자 수와 중성자 수를 구하고, 에텐과 산소의 분자량, 몰과 질량 관계로부터 에텐의 질량을 구하는 과정을 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

#### ❖ [화학 I - ii]

교육과정 및 성취기준의 ‘물의 의미를 이해한다.’, ‘여러 가지 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고’, ‘분자량 등을 이용하여 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.’ 에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 암모니아와 산소의 반응을 화학 반응식으로 나타내고, 이 반응의 양적 관계로부터 산소 기체의 양을 구하는 과정이 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

#### ❖ [화학 I - iii]

교육과정 및 성취기준의 ‘분자들의 루이스 구조를 통해’, ‘전자쌍 반발 이론을 통해 분자의 구조를 설명하고’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 그림으로 결합각 (a), (b), (c)의 중심 원자 주위에 존재하는 공유 전자쌍을 표시하고 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 개수를 비교하면서 전자쌍 사이의 반발력으로 인한 결합각의 크기를 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

#### ❖ [화학 I - iv]

교육과정 및 성취기준의 ‘분자들의 루이스 구조를 통해’, ‘아미노산과 같은 산과 염기의 화학적 특성을 이해한다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을

적절하게 제시함.

예시답안에는 알라닌의 산성, 중성, 염기성 용액에서의 존재 형태를 그림으로 나타내고 각각의 용액에서 알라닌의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 수를 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

❖ [화학 I - v]

교육과정 및 성취기준의 ‘화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있고’, ‘분자량 등을 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 알 수 있다.’, ‘철광석의 제련이 화학적 산화-환원 반응임을 이해한다.’에 근거하여 문제를 해결하는 과정에 따라 채점 기준과 배점을 적절하게 제시함.

예시답안에는 알라닌, 일산화탄소, 이산화탄소 분자의 몰수 계산 과정, 산화철과 일산화탄소에 의한 산화-환원 반응의 화학 반응식과 양적 관계, 일산화탄소에 의해 환원 되는 철의 최대량 계산 과정 등을 구체적으로 서술하여 교육과정을 이수한 학생이면 충분히 이해할 수 있는 내용으로 설명함.

<종합의견>

제시문과 질문 문항 모두 화학 I 교육과정 및 성취기준에 근거하여 출제되어 교육 과정을 충실하게 이수한 학생이라면 누구나 해결할 수 있는 내용으로 구성되어 있으며, 채점 기준과 예시답안도 학생들이 이해할 수 있도록 자세한 과정과 그림 등을 활용하여 구체적으로 설명되어 있음. 물과 화학식량의 관계를 이용하는 문제가 다소 출제되었으나 물과 화학식량의 관계는 화학에서 가장 기본이 되는 개념이며, 화학 반응식과 양적 관계, 물과 화학식량, 루이스 구조식과 분자의 구조, 산화-환원 반응 등 꾸준히 출제되고 있는 내용이 출제되었기 때문에 기출문제와 모의논술을 통해 성균관대 논술을 준비한 학생이라면 충분히 해결할 수 있는 수준의 문제가 출제되었다고 판단됨.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

**문항카드 4-⑤**

<b>유 형</b>	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
<b>전형명</b>	논술우수전형	
<b>계열(과목)/문항번호</b>	<자연계> : 2교시 / 생명과학 I	
<b>출제범위</b>	<b>교육과정 과목명</b>	생명과학 I
	<b>핵심개념 및 용어</b>	사람의 유전, 연관, 단일 인자 유전, 가계도, ABO식 혈액형
<b>답안 작성 시간</b>	40분 / 전체 100분	

**1) 제시문 분석**

제시문은 생명과학 I의 4개 영역 중 ‘세포와 생명의 연속성-유전’에 해당하는 요소이고 생명과학 I의 모든 내용 중 가장 중요하게 다루어지고 있다. 9학년의 ‘생식과 발생’, 10학년의 ‘생명의 진화’, ‘인류의 건강과 과학’에서 이미 기본적으로 다룬 적이 있는 부분이다.

도서명	저자	발행처	쪽수
생명과학 I	이길재 외 7명	상상아카데미	86, 177
생명과학 I	심규철 외 5명	비상교육	88, 91
생명과학 I	박희송 외 4명	교학사	105
생명과학 I	이준규 외 5명	천재교육	78-80, 103
생명과학 I	권혁빈 외 5명	교학사	79, 81

❖ <제시문 1>, <제시문 2>

유전현상의 첫 연구 재료였던 완두 실험과 달리 사람은 한 세대가 길고 인위적인 교배가 불가능하며 통계처리의 어려움 때문에 가계도 분석 등 또 다른 방법을 통해 유전 연구가 이루어지고 있음을 나타내고 있다.

❖ <제시문 3>

사람은 22쌍의 공통된 상염색체에 여자는 XX, 남자는 XY 성염색체를 갖는다. 상염색체에 있는 유전자는 남녀 모두에게 동일한 빈도로 나타나고 성염색체 유전은 남녀에 따라 형질이 출현하는 빈도가 달라진다. 동일한 염색체에 함께 있는 유전자들을 연관군이라 하고 연관된 유전자들은 독립의 법칙이 성립되지 않는다.

❖ <제시문 4>

하나의 형질을 결정하는 데 한 쌍의 대립 유전자가 관여하는 유전 현상인 단일 인자 유전에는 상염색체에 의한 유전과 성염색체에 의한 유전이 있다. 단일인자 유전 중 ABO식 혈액형은 적혈구 표면에 있는 응집원의 종류에 따라 4가지 표현형으로 구분

되는데 응집원 형성에 관여하는 유전자는 A, B, O 3가지이고 이 중 2개가 짝을 이루어 혈액형을 결정하므로 복대립 유전에 해당한다.

3가지 이상의 유전자가 있지만 형질의 결정에는 한 쌍만이 관여하므로 복대립 유전은 다인자가 아닌 단일인자 유전에 해당함을 유의해야 한다.

❖ <제시문 5>

항원이 침입하면 이를 인식하여 형질세포로부터 항체가 생성되고 입체구조가 맞을 때 항원과 항체의 결합이 이루어지므로 이를 특이성이라고 한다. ABO식 혈액형은 적혈구막의 응집원은 항원, 혈장의 응집소는 항체로 작용하는 전형적인 항원-항체 반응의 예이다.

다만, 제시문은 문제를 분석하고 정답을 찾아내는 과정에 반드시 필요한 내용은 아니다.

2) 문제 분석

제시된 발현 형질인 유전병 (가)와 (나), ABO식 혈액형을 가계도로 나타내고 분석하여 우성과 열성, 상염색체 유전과 상염색체 유전을 구분해 내는 문제이다. 나아가 연관된 유전자를 찾고 태어날 자손의 유전자형에 대한 확률까지 계산해야 한다.

❖ [생명과학 I - i]

단일인자 유전에서 부모에게 없었던 형질이 자손에게 나타나는 경우, 이 형질은 열성 유전자의 동형 접합에 의한 것이다. 즉 정상 유전자가 우성, 유전병 유전자가 열성이다. 부모와 자식의 발현 형질을 비교하여 우성과 열성을 찾아낼 수 있는지를 물어보고 있다.

❖ [생명과학 I - ii]

상염색체 유전은 상염색체 유전과 달리 남녀에게서 나타나는 빈도가 다르므로 아버지와 딸, 어머니와 아들의 형질을 비교하여 상염색체 유전과 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

❖ [생명과학 I - iii]

가족 구성원의 혈액형을 정리하고, 유전병 (가)와 (나) 중 한 가지가 혈액형 유전자와 연관되어 있다고 가정한 후 모순이 있는지를 파악하는 문제이다.

❖ [생명과학 I - iv]

결정된 부부의 유전자형으로부터 태어날 자식의 유전병 여부와 혈액형을 알아보는 문제이다. 우성 유전자에 의한 유전병은 이형접합인 경우에도 발현이 되고 열성 유전자에 의한 유전병은 동형접합일 때에만 발현이 된다. 그리고 ABO식 혈액형은 O에 대해서 A와 B가 모두 우성이므로 이를 고려하여 혈액형 확률을 계산해 내어야 한다.

I 선행학습  
영향평가  
대상 문항

II 선행학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

❖ [생명과학 I - v]

가계도를 그리고 분석된 유전자형을 연관으로 표현한 후 특정 표현형을 결정지을 수 없거나 하나의 표현형질에 대해 유전자형이 동형접합, 이형접합 모두 가능하여 특정 지을 수 없는 사람을 찾는 문제이다.

3) 출제의도, 채점기준, 예시답안 분석

인위적인 교배를 하지 않고 자손의 수가 적으며 한 세대가 길고 유전자는 물론 표현형이 다양하여 사람의 유전은 간접적인 여러 방법을 이용하여 연구하고 있다. 그 중 가계도를 그리고 분석을 통하여 다양한 표현형의 유전 현상을 파악하고 유전자의 우성, 열성 여부, 성염색체 유전과 상염색체 유전의 구분, 연관 상태를 알 수 있는지를 물어 보고 있다.

먼저, 결정된 혈액형을 표로 정리하면 아래와 같다.

	아버지	어머니	장인	장모	여동생	성균	부인	아들	딸
혈액형	B	A	B	A	B	A	B	O	AB

❖ [생명과학 I - i]

단일 인자 유전에서는 부모에게 없는 형질이 자손에게 나타날 때, 열성 유전자의 동형접합임을 알 수 있다. 성균이와 부인이 가진 유전병 (가)가 딸에게는 나타나지 않았으므로 딸의 '정상' 표현형이 열성 유전자에 의한 것이다. 즉, (가)를 나타내는 유전병 유전자는 우성이고 S, 정상 대립 유전자는 열성이며 S\*이다. 그러므로 성균이와 부인의 유전자형은 SS\*, 딸은 S\*S\*가 된다.

동일한 방법으로 부모에게서 발현된 유전병 (나)가 여동생에게는 나타나지 않았으므로 유전병 유전자가 우성, 정상 유전자가 열성이다. 따라서 유전병 (나)에 대한 K와 K\* 대립 유전자 중 유전병 유전자는 K이며 정상유전자는 K\*이다.

❖ [생명과학 I - ii]

남자의 성염색체는 XY로 Y를 아버지에게 받으므로 X는 어머니로부터 받게 되고 한 개의 X 염색체에 있는 유전자로부터 형질이 표현된다. 즉, 한 쌍의 유전자가 아닌 한 개의 유전자가 표현형을 결정하는 것이다. 이 때문에 X에 있는 유전병 유전자가 열성이라도 남성에게는 바로 형질이 나타나게 된다. 어머니가 유전병 유전자를 동형 접합으로 가졌다면 아들은 무조건 유전병 표현형이 된다. 그리고 아버지는 정상 유전자가 있는 X를 가진 경우, 자신도 정상 표현형이 되고 이를 받은 딸도 어머니에게 받은 유전자와 관계없이 정상 표현형을 나타내게 된다.

결론적으로 유전병 어머니로부터 유전병 아들이, 정상 아버지로부터 정상 딸이 태어난다면 이는 X 염색체에 의한 성염색체 유전으로 결론지을 수 있다.

문제에 따르면 유전병 (가)를 가진 아버지로부터 정상인 여동생이 태어났고 유전병

(가)를 가진 성균이로부터 정상인 딸이 태어났으므로 이 유전병은 X 염색체에 있는 유전자에 의한 것이 아니다. 즉 상염색체 유전이다.

유전병 (나)를 가진 아버지로부터 정상인 여동생이 태어났고 유전병 (나)를 가진 성균이로부터 정상인 딸이 태어났으므로 이 역시 X 염색체에 있는 유전자에 의한 것이 아닌 상염색체 유전임을 알 수 있다.

❖ [생명과학 I - iii]

유전자의 연관을 풀 때는 두 유전자가 연관되었다고 가정한 후 가계도 전체에서 모순이 있는지를 파악해야 한다.

가족 구성원의 혈액형을 보면 A형인 성균이와 B형인 부인 사이에서 O형이 태어나므로 성균이의 유전자형은 AO이고 아버지의 유전자형은 BO이다. 정리하면 아버지와 여동생의 유전자형은 BO, 어머니와 성균이의 유전자형은 AO이다. 제시된 문항에서 유전병 (가)와 (나) 중 하나만 ABO식 혈액형 유전자와 연관되어 있다고 했다. 유전병 (나)의 유전자가 혈액형 유전자와 연관되어 있다고 가정한다면 성균이의 (나)에 대한 유전자형은 KK이다. 그런데 우성인 K 유전자를 받은 성균이의 아들과 딸은 유전병 (나)를 나타내지 않으므로 모순이고 유전병 (나)의 유전자와 혈액형 유전자는 연관군이 아니라는 의미이다. 혈액형 유전자와 (나)가 연관되어 있지 않다면 (가)와 연관된 것이다.

❖ [생명과학 I - iv]

유전병 (가) 유전자와 ABO식 혈액형 유전자가 서로 연관되어 있으므로 성균이의 유전자형은 AS\*/OS이고 부인의 유전자형은 BS\*/OS이다. 그러므로 부부의 셋째 아이가 혈액형 A이며 유전병 (가)를 나타낼 확률은 각각 AS\*와 BS\*가 선택될 확률 1/2과 1/2을 곱하여 1/4이 된다.

유전병 (나)에 대해서는 성균이의 유전자형이 KK\*, 부인은 K\*K\*이므로 우성인 대립 유전자 K를 받은 자손은 유전병을 나타내게 된다. 즉 성균이의 유전자 KK\* 중 K를 받을 확률 1/2이 자녀들에게서 유전병 (나)가 발현될 확률이 된다.

따라서 자녀가 유전병 (가)와 (나)를 모두 가지면서 혈액형 A가 될 확률은  $1/4 \times 1/2 = 1/8$  이다.

❖ [생명과학 I - v]

유전병 (가)를 살펴보면 부인의 아버지(장인)는 (가)를 나타내지 않고, 어머니(장모)는 유전병 (가)를 나타낸다. (가)의 유전병 유전자는 우성이므로 유전병이 발현된 경우 유전자형 SS와 SS\*가 모두 가능하다.

혈액형의 경우 부인의 아버지(장인)는 B형이고 정확한 유전자형을 알 수 있는 자료가 없기 때문에 BO, BB 모두 가능하다.

I 선형학습  
영향평가  
대상 문항

II 선형학습  
영향평가  
진행 절차  
및 방법

III 고등학교  
교육과정  
범위 및 수준  
준수 노력

IV 문항 분석  
결과

V 대학입학전형  
반영 계획  
및 개선 노력

VI 부록

### <종합의견>

‘세포와 생명의 연속성’ 단원은 염색체의 구조, 세포주기에 따른 DNA의 변화, 유전자의 개념, 멘델의 유전 법칙을 이해하고 이를 토대로 사람에게 나타나는 단일인자 유전, 복대립 유전, 다인자 유전, X 염색체에 의한 유전 등을 학습하여 사람의 유전 질환이 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 나타나는 것임을 알 수 있도록 한다.

가계도를 분석할 때, 세 가지 이상의 유전현상을 동시에 해석하기 위해서는 고려해야 할 사항이 매우 많고 쉽지 않은 과정이다. 그런데 제시문을 통해 연관의 의미, 단일인자 유전 중 복대립 유전, 상염색체 유전과 성염색체 유전의 차이점 등을 자세하게 설명해 주었고 문제 또한 각각의 요소와 개념을 고려한 서로 다른 문항으로 구성하여 기본적인 생각에서 심화된 사고로 확장시킬 기회를 충분히 제공하고 있다. 또한 제한된 시간 안에 풀기 힘들거나 계산 실수를 유발하는 복잡한 과정을 요구하지 않고 학습이 충분히 된 학생들이 무리 없이 해결할 수 있는 난이도의 문제로 생각된다.

해설지의 예시 답안은 논리적이고 간결하게 표현되어 있으며 특히 세세하게 수립된 채점 기준이 매우 적절하다.