

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 4-1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	기하, 수학
	핵심개념 및 용어	타원 위의 점선의 방정식, 두 점 사이의 거리
예상 소요 시간	30분	

## 2. 문항 및 제시문

[제시문]

[가] 타원  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  위의 점  $(x_1, y_1)$ 에서의 접선의 방정식은

$$\frac{x_1x}{a^2} + \frac{y_1y}{b^2} = 1$$

[문제 1]  $a > b > 0$  인 두 상수  $a, b$ 에 대하여 타원  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  의 두 초점을  $F, F'$ 이라 하자.

(1)  $k > a$ 인 상수  $k$ 에 대하여 점  $A(k, 0)$ 에서 타원에 그은 접선 중 접점의  $y$  좌표가 양수인 접선을  $l$ 이라 할 때, 그 접점을  $P$ 라고 하자. 이때  $P$ 의 좌표를  $a, b, k$ 를 이용하여 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

(2) (1)에서  $a = 5, b = 4, k = 13$  이라고 하자. 접점  $P$ 를 지나고 접선  $l$ 에 수직인 직선  $l'$ 이  $x$  축과 만나는 점을  $Q$ 라고 하자. 이때  $\frac{\overline{PF}}{\overline{QF}} + \frac{\overline{PF'}}{\overline{QF'}}$ 의 값을 구하여 기약분수로 나타내고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

## 3. 출제 의도

[문제 1]에서는 고등학교 수학 교육과정의 타원의 방정식과 타원에 접하는 접선의 방정식을 활용하여 주어진 점을 지나는 타원의 접선 및 접점을 구하고, 초점의 좌표를 구해 두 점 사이의 길이를 구하는 문제를 출제하여 논리적으로 사고하고 수학적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 단순히 공식을 이용하여 문제의 답을 구하는 능력보다는 주어진 상황을 이해한 후 논리적으로 문제를 해결할 수 있는 능력을 갖고 있는지를 평가하고자 하였다.

#### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문[가]	기하-(1)이차곡선-㉠ 이차곡선 [12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	기하	류희찬 외 9인	(주)천재교과서)	2020	43

#### 5. 문항 해설

좌표평면 위의 한 점을 지나는 타원의 접선을 구하고, 타원과 접하는 점의 좌표를 구할 수 있다. 또한 접점을 지나며 접선과 수직인 직선을 구할 수 있으며, 이 직선과  $x$ 축이 만나는 점의 좌표를 구할 수 있다. 마지막으로 두 점사이의 거리를 이용하여 주어진 점들 사이의 거리를 구할 수 있다.

#### 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<5점> 점 P에서의 접선의 방정식을 구한다. <10점> 이 접선이 점 A를 지나고, P가 타원 위의 점임을 이용하여 접점의 좌표를 구한다.	15점
(2)	<5점> 점 Q의 좌표를 구한다. <10점> 두 초점 F, F'의 좌표를 구하여 선분들의 길이의 비를 구한다.	15점

# 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 1]

(1) 접점 P의 좌표를  $(x_1, y_1)$ 이라고 한다면, 점 P에서의 접선 l의 방정식은  $\frac{x_1x}{a^2} + \frac{y_1y}{b^2} = 1$ 이다. 이 직선이  $A(k, 0)$ 을 지나므로,  $x_1 = \frac{a^2}{k}$ 이다. 또한, P가 타원 위의 점이므로,  $\frac{x_1^2}{a^2} + \frac{y_1^2}{b^2} = 1$ 이다. 한편,  $y_1$ 은 양수이므로,  $y_1 = \sqrt{b^2 - \frac{a^2b^2}{k^2}} = b\sqrt{1 - \frac{a^2}{k^2}}$ 이다. 따라서 접점 P의 좌표는  $\left(\frac{a^2}{k}, b\sqrt{1 - \frac{a^2}{k^2}}\right)$ 이다.

(2)  $a=5, b=4, k=13$ 일 때,  $x_1 = \frac{25}{13}, y_1 = \frac{48}{13}$ 이다. 따라서 접선 l의 기울기는  $-\frac{b^2x_1}{a^2y_1} = -\frac{1}{3}$ 이다.

그러므로 직선  $l'$ 은 기울기가 3이며 점  $P\left(\frac{25}{13}, \frac{48}{13}\right)$ 을 지나는 직선이고, 이 직선의 방정식은  $y = 3x - \frac{27}{13}$ 이다. 따라서 점 Q의 좌표는  $\left(\frac{9}{13}, 0\right)$ 이다.

한편, 두 초점  $F_1, F_2$ 의 좌표를 각각  $(-c, 0), (c, 0)$ 이라 하면, (단  $c > 0$ )  $c = \sqrt{5^2 - 4^2} = 3$ 이므로,  $F_1(-3, 0), F_2(3, 0)$ 이다. 그러므로 각 선분의 길이는  $\overline{PF_1} = \sqrt{\frac{64^2 + 48^2}{13^2}} = \frac{80}{13},$

$\overline{PF_2} = \sqrt{\frac{14^2 + 48^2}{13^2}} = \frac{50}{13}, \overline{QF_1} = \frac{9}{13} + 3 = \frac{48}{13}, \overline{QF_2} = 3 - \frac{9}{13} = \frac{30}{13}$ 이다.

따라서  $\frac{\overline{PF_1}}{\overline{QF_1}} + \frac{\overline{PF_2}}{\overline{QF_2}} = \frac{\frac{80}{13}}{\frac{48}{13}} + \frac{\frac{50}{13}}{\frac{30}{13}} = \frac{5}{3} + \frac{5}{3} = \frac{10}{3}$ 이다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(토) 오후 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 타원 위 접선의 방정식, 두 점 사이의 거리, 함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분 사이의 관계, 정적분의 활용, 조건부확률, 독립시행의 확률, 미분 가능성과 연속성 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제 I]의 (1)은 타원 위 접선의 방정식에 관한 문제이고 (2)는 주어진 조건에 따라 두 점 사이의 관계를 이용하여 해결하는 문제이다. 이러한 과정을 통하여 수학의 두 점 사이의 거리와 기하의 타원의 방정식에 관한 내용까지 복합적으로 내용을 담고 있어 수학적 지식을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 그 개념은 현행 교과서에서 나오는 형태 그대로 제시하였다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 기하와 수학의 타원 위 접선의 방정식, 두 점 사이의 거리이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

<문제 I>

[12기하01-04] 이차곡선과 직선의 위치 관계를 이해하고, 접선의 방정식을 구할 수 있다.

[10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 타원 위 접선의 방정식, 두 점 사이의 거리, 접선, 접점 등이며 이는 기하 및 수학의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로 구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[가]이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(토요일 오후)의 논제 I 문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다. 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 4-2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II
	핵심개념 및 용어	함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분사이의 관계, 정적분의 활용
예상 소요 시간	40분	

### 2. 문항 및 제시문

[제시문]

[나] 함수  $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든  $x$ 에서

- ①  $f'(x) > 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다.
- ②  $f'(x) < 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다.

[다]  $a > b$ 일 때, 정적분  $\int_a^b f(x) dx$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\int_a^b f(x) dx = - \int_b^a f(x) dx$$

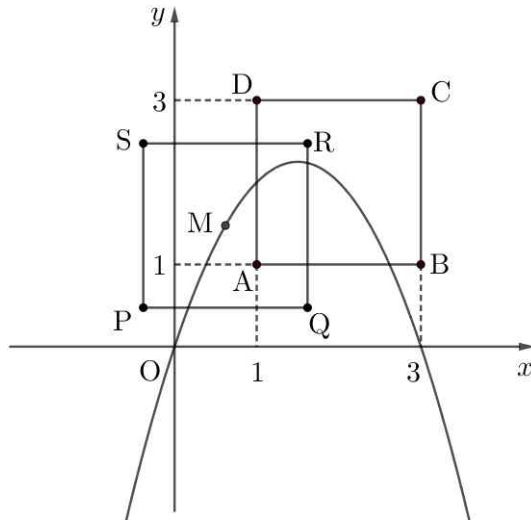
[라] 함수  $f(x)$ 가 임의의 세 실수  $a, b, c$ 를 포함하는 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x) dx = \int_a^c f(x) dx + \int_c^b f(x) dx$$

[마] 함수  $f(t)$ 가 실수  $a$ 를 포함하는 구간에서 연속이면 이 구간에 속하는 임의의  $x$ 에 대하여

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t) dt = f(x)$$

[문제 II] 네 점  $A(1, 1)$ ,  $B(3, 1)$ ,  $C(3, 3)$ ,  $D(1, 3)$ 을 꼭짓점으로 하는 정사각형  $ABCD$ 가 있다. 한 변의 길이가 2이고, 모든 변이  $x$ 축 또는  $y$ 축과 평행한 정사각형  $PQRS$ 의 두 대각선의 교점  $M(x, y)$ 의 위치는  $x = t$ ,  $y = -t^2 + 3t$ 이다. 이때  $0 < t < 3$ 에서 두 정사각형이 겹치는 부분의 넓이를  $f(t)$ 라고 하자. (단,  $f(0) = f(3) = 0$ )



(1) 함수  $f(t)$ 를 구하고, 함수  $g(t) = \begin{cases} 2t & (t < 2) \\ 12-4t & (t \geq 2) \end{cases}$ 에 대하여  $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

(2) 상수  $a$ 에 대하여 곡선  $y = f(t)$  ( $1 \leq t \leq 2$ ), 직선  $y = f(a)$  및 두 직선  $t = 1$ ,  $t = 2$ 로 둘러싸인 부분의 넓이를  $S(a)$ 라고 하자.  $1 < a < 2$ 일 때  $S(a)$ 가 최소가 되는  $a$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

### 3. 출제 의도

[논제 II]에서는 고등학교 교육과정의 함수의 미분과 적분의 기본 개념을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

## 4. 출제 근거

## 가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [나]	[수학Ⅱ]-(2) 미분-㉓ 도함수의 활용 [12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
제시문 [다]	[수학Ⅱ]-(3) 적분-㉔ 정적분 [12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.
제시문 [라]	[수학Ⅱ]-(3) 적분-㉔ 정적분 [12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.
제시문 [마]	[수학Ⅱ]-(3) 적분-㉔ 정적분 [12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학Ⅱ	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	83
	수학Ⅱ	김원경 외 14인	(주) 비상교육	2022	113
	수학Ⅱ	홍성복 외 10인	(주) 지학사	2021	134
	수학Ⅱ	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	130

## 5. 문항 해설

[논제 II]에서는 함수의 미분과 적분을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

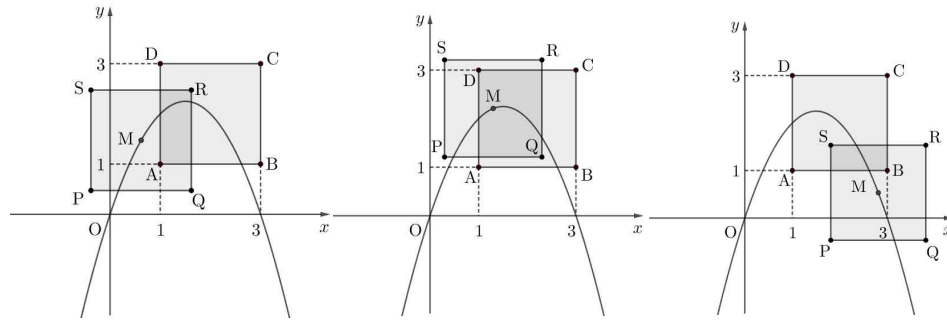
## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<9점> $t$ 의 구간에 따라 $f(t)$ 를 구한다. <9점> $f(t) - g(t) \leq 0$ 를 보이고 주어진 정적분을 계산한다.	18점
(2)	<8점> 주어진 구간에서 $f(t)$ 의 성질을 이용하여 $S(a)$ 를 계산한다. <7점> $S(a)$ 의 극소가 되는 $a$ 의 값을 계산하여 최소가 되는 점을 계산한다.	15점

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 II]

(1)  $0 < t < 3$ 이면 두 정사각형이 겹치는 부분은  $t$ 의 값에 따라 다른 크기의 직사각형이 된다. 따라서 각 경우에 대하여 직사각형의 두 변의 길이를 구하면 된다.



[경우 1]

[경우 2]

[경우 3]

문제에서 주어진 정사각형의 꼭짓점의 좌표는  $A(1, 1)$ ,  $B(3, 1)$ ,  $C(3, 3)$ ,  $D(1, 3)$ 이고, 중심이  $(t, -t^2 + 3t)$ 인 정사각형의 꼭짓점의 좌표는  $P(t-1, -t^2 + 3t - 1)$ ,  $Q(t+1, -t^2 + 3t - 1)$ ,  $R(t+1, -t^2 + 3t + 1)$ ,  $S(t-1, -t^2 + 3t + 1)$ 이 된다.

[경우 1]  $0 < t < 1$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $t$ 와  $-t^2 + 3t$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = t(-t^2 + 3t) = -t^3 + 3t^2$ 이다.

[경우 2]  $1 \leq t < 2$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $t$ 와  $3 - (-t^2 + 3t - 1)$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = t(t^2 - 3t + 4) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이다.

[경우 3]  $2 \leq t < 3$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $3 - (t - 1)$ 과  $(-t^2 + 3t + 1) - 1$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = (-t + 4)(-t^2 + 3t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이다.

따라서  $f(t)$ 는 다음과 같다.

$$f(t) = \begin{cases} -t^3 + 3t^2 & (0 \leq t < 1) \\ t^3 - 3t^2 + 4t & (1 \leq t < 2) \\ t^3 - 7t^2 + 12t & (2 \leq t \leq 3) \end{cases}$$

[경우 1]  $0 \leq t < 1$ 이면  $f(t) = -t^3 + 3t^2$ 이고  $g(t) = 2t$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (-t^3 + 3t^2) - 2t = -(t^3 - 3t^2 + 2t) = -t(t-1)(t-2) \leq 0 \text{이다.}$$

[경우 2]  $1 \leq t < 2$ 이면  $f(t) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이고  $g(t) = 2t$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (t^3 - 3t^2 + 4t) - 2t = t^3 - 3t^2 + 2t = t(t-1)(t-2) \leq 0 \text{이다.}$$

[경우 3]  $2 \leq t \leq 3$ 이면  $f(t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이고  $g(t) = -4t + 12$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (t^3 - 7t^2 + 12t) - (-4t + 12) = t^3 - 7t^2 + 16t - 12 = (t-2)^2(t-3) \leq 0 \text{이다.}$$

모든  $0 \leq t \leq 3$ 에 대하여  $f(t) - g(t) \leq 0$ 이므로  $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^3 \{g(t) - f(t)\} dt$ 가 되어

$$\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt + \int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt + \int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt \text{이}$$

다.

이때  $\int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt = \frac{1}{4}$ ,  $\int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt = \frac{1}{4}$ ,  $\int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt = \frac{1}{12}$  이다.

따라서  $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{7}{12}$  이다.

(2)  $1 < t < 2$ 에서  $f'(t) = 3t^2 - 6t + 4 = 3(t-1)^2 + 1 > 0$ 이므로  $f'(t) > 0$ 이다. 그러므로  $f(t)$ 는  $1 \leq t \leq 2$ 에서 증가한다.

따라서  $S(a) = (a-1)f(a) - \int_1^a f(x) dx + \int_a^2 f(x) dx - (2-a)f(a) = (2a-3)f(a) - \int_1^a f(x) dx - \int_2^a f(x) dx$ 가 된다.

이때  $S'(a) = 2f(a) + (2a-3)f'(a) - f(a) - f(a) = (2a-3)f'(a)$ 이다.

한편  $1 < a < 2$ 에서  $f'(a) > 0$ 이므로  $S'(a) = 0$ 인  $a$ 는  $\frac{3}{2}$  뿐이다. 또한  $1 < a < \frac{3}{2}$ 에서  $S'(a) < 0$

이고  $\frac{3}{2} < a < 2$ 에서  $S'(a) > 0$ 이므로  $S(a)$ 는  $a = \frac{3}{2}$ 에서 최솟값을 갖는다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(토) 오후 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 타원 위 접선의 방정식, 두 점 사이의 거리, 함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분 사이의 관계, 정적분의 활용, 조건부확률, 독립시행의 확률, 미분 가능성과 연속성 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제 II]의 (1)은  $t$ 의 범위에 따른 함수  $f(t)$ 의 식을 구하고 이를 이용하여 정적분의 값을 구하는 문제이고, (2)는 주어진 조건에 따른 정적분의 활용 문제이다. 이러한 과정을 통하여 미분에서부터 적분에 이르기까지 복합적으로 내용을 담고 있어 수학적 지식을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문과 논제의 그림을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 해당 내용은 고등학교 교육과정을 충실하게 따른 학생이라면 충분히 해석이 가능한 수준으로 제시되었다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학Ⅱ의 함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분 사이의 관계, 정적분의 활용이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

<문제 II>

[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.

[12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 정사각형의 꼭짓점, 중심, 및 넓이 함수의 증가와 감소, 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분 사이의 관계, 정적분의 활용으로 수학Ⅱ의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로 구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[나], [다], [라], [마]이 제시되어 있고 논제의 그림 역시 해당 논제의 핵심을 파악할 수 있도록 표현되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할

수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(토요일 오후)의 논제Ⅱ문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다. 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

# [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 4-3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학Ⅱ, 확률과 통계
	핵심개념 및 용어	조건부확률, 독립시행의 확률, 미분가능성과 연속성
예상 소요 시간	50분	

## 2. 문항 및 제시문

### [제시문]

[바] 사건  $A$ 가 일어났을 때의 사건  $B$ 의 조건부확률은

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (\text{단, } P(A) > 0)$$

[사] 어떤 시행에서 사건  $A$ 가 일어날 확률이  $p$  ( $0 < p < 1$ )일 때, 이 시행을  $n$ 회 반복하는 독립시행에서 사건  $A$ 가  $r$ 회 일어날 확률은

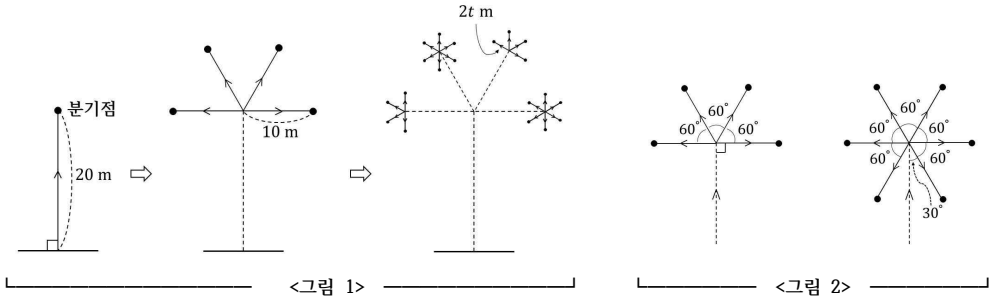
$${}_nC_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (\text{단, } r=0, 1, 2, \dots, n)$$

### [문제 III]

어느 불꽃놀이에서 불꽃을 쏘아 올리면 불꽃이 지면에서 출발한다. 이 불꽃은 지면에서 수직 방향으로 20 m를 이동한 후 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 이 갈라지는 지점을 ‘첫 번째 분기점’이라고 한다. 첫 번째 분기점에서 갈라진 불꽃들은 각각 10 m씩 이동하여 다시 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 두 번째 갈라지는 지점을 ‘두 번째 분기점’이라고 한다. 두 번째 분기점들에서 갈라진 불꽃들은 각각  $2t$  m씩 이동한 후 사라진다. (단,  $0 < t < \frac{5}{2}$ )

<그림 1>은 첫 번째 분기점에서 네 갈래로 갈라지고 두 번째 분기점에서 각각 4, 6, 4, 6 갈래로 갈라진 경우의 예시이다.

<그림 2>는 점선을 따라 이동한 불꽃이 분기점에서 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지는 모양을 나타낸 것이다. 점선의 화살표 방향을 따라 이동한 불꽃은 <그림 2>와 같은 각도로만 갈라진다.



다음 조건을 만족할 때 아래 물음에 답하시오.

(가) 각 분기점에서 불꽃이 갈라지는 시행은 독립시행이다.

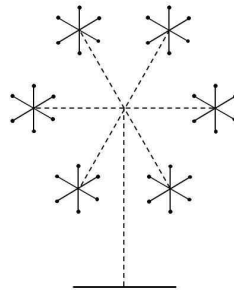
(나) 각 분기점에서 불꽃이 네 갈래로 갈라질 확률은  $\frac{1}{2}$  이다.

(다) 불꽃은 한 평면 위에서 움직인다.

(라) 불꽃은 동일한 속력으로 움직이고, 직선으로 이동한다. (단, 분기점은 제외한다.)

(1) 두 번째 분기점에서 생기는 불꽃의 개수를 확률변수  $X$  라고 하자.  $22 \leq X \leq 26$  인 사건  $A$  가 일어났을 때, 첫 번째 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 사건  $B$  의 조건부확률  $P(B|A)$  를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

(2) <그림 3>과 같이 모든 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 경우를 생각하자. 36개로 갈라진 불꽃의 마지막 위치를 점으로 나타낼 때, 이 점들 사이의 거리의 최솟값을  $f(t)$  라고 하자.  $0 < t < \frac{5}{2}$  일 때, 함수  $y = f(t)$  가 미분가능하지 않은  $t$  의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (19점)



<그림 3>

### 3. 출제 의도

[논제 Ⅲ]에서는 고등학교 교육과정의 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [바]	[확률과 통계]-(2) 확률-② 조건부확률 [12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.
제시문 [사]	[확률과 통계]-(2) 확률② 조건부확률 [12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 확률과 통계	김원경 외 14인	(주)비상교육	2022	54
	고등학교 확률과 통계	황선옥 외 9인	(주)미래엔	2020	65

5. 문항 해설

[문제 Ⅲ]에서는 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>&lt;6점&gt; 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 네 갈래의 경우의 확률을 계산한다.</p> <p>&lt;6점&gt; 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 여섯 갈래의 경우의 확률을 계산한다.</p> <p>&lt;6점&gt; 조건부확률을 계산한다.</p>	18점
(2)	<p>&lt;9점&gt; 최소거리를 함수로 나타낸다.</p> <p>&lt;10점&gt; 함수가 미분가능하지 않은 <math>t</math> 값을 구한다.</p>	19점

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 Ⅲ]

(1)

$X=22$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_4C_1 \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{8}$$

$X=24$ 인 경우:

(i) 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 6, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{32}$$

(ii) 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 4, 4 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left( \frac{1}{2} \right)^6 = \frac{1}{128}$$

$X=26$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_6C_1 \left( \frac{1}{2} \right)^6 = \frac{3}{64}$$

따라서

$$P(A \cap B) = \frac{1}{128} + \frac{3}{64} = \frac{7}{128} \quad \text{이고} \quad P(A) = \frac{1}{8} + \frac{1}{32} + \frac{1}{128} + \frac{3}{64} = \frac{27}{128}$$

이므로

$$P(B|A) = \frac{7}{27}$$

(2) 한 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는  $2t$ 이고,

서로 다른 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는  $10 - 2\sqrt{3}t$ 이다.

$2t \leq 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면  $2(\sqrt{3}+1)t \leq 10$ 이므로  $t \leq \frac{5}{\sqrt{3}+1} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$  이다.

또한  $2t > 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면  $t > \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$  이다.

$t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$  라고 하면  $f(t) = \begin{cases} 2t & (0 < t \leq t_0) \\ 10 - 2\sqrt{3}t & (t_0 < t < \frac{5}{2}) \end{cases}$  이다.

따라서  $\lim_{t \rightarrow t_0^-} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = 2$ ,  $\lim_{t \rightarrow t_0^+} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = -2\sqrt{3}$  이므로  $f'(t_0)$ 가 존재하지 않는다.

즉, 함수  $f(t)$ 는  $t = t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$  에서 미분가능하지 않다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(토) 오후 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 타원 위 접선의 방정식, 두 점 사이의 거리, 함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분 사이의 관계, 정적분의 활용, 조건부확률, 독립시행의 확률, 미분 가능성과 연속성 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제 III]의 (1)은 확률변수에 따른 조건부확률에 관한 문제이고 (2)는 주어진 조건에 따른 미분 가능성과 연속성에 관한 문제이다. 이러한 과정을 통하여 확률변수에 따른 조건부확률과 미분가능과 연속성에 관한 내용을 복합적으로 담고 있어 다양한 수학적 지식을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문과 논제의 그림을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 해당 내용은 고등학교 교육과정을 충실하게 따른 학생이라면 충분히 해석이 가능한 수준으로 제시되었다. 특히 논제의 그림은 조건의 분기점이란 요소에 대해 직관적으로 파악할 수 있도록 제작되어 있다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학Ⅱ와 확률과 통계의 미분 가능성과 연속성, 조건부확률, 독립시행의 확률이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

## &lt;문제III&gt;

[12수학Ⅱ02-03] 미분 가능성과 연속성의 관계를 이해한다.

[12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

[12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 독립시행의 확률, 두 점 사이의 최소 거리, 미분 가능성과 연속성, 조건부확률 등이며 수학Ⅱ 및 확률과 통계의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로 구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[바], [사]이 제시되어 있고 논제의 그림 역시 해당 논제의 핵심을 파악할

수 있도록 표현되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로써 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(토요일 오후)의 논제Ⅲ문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다. 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 5-1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학II, 미적분
	핵심개념 및 용어	두 점 사이의 거리, 접선의 방정식, 매개변수로 나타낸 함수의 미분, 속도와 거리, 함수의 극한
예상 소요 시간	40분	

### 2. 문항 및 제시문

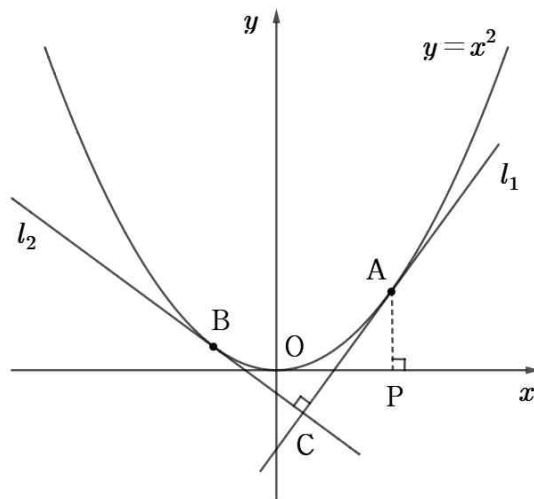
[가] 곡선  $y=f(x)$  위의 점  $(a, f(a))$ 에서 접하는 접선의 방정식은

$$y-f(a)=f'(a)(x-a)$$

[나] 좌표평면 위를 움직이는 점 P의 시각  $t$ 에서의 위치가  $x=f(t)$ ,  $y=g(t)$ 일 때, 시각  $t=a$ 에서  $t=b$ 까지 점 P가 움직인 거리  $s$ 는

$$s=\int_a^b \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2} dt=\int_a^b \sqrt{\{f'(t)\}^2+\{g'(t)\}^2} dt$$

[문제 I] 곡선  $y=x^2$  위를 움직이는 점 A( $x, y$ )의 시각  $t$ 에서의 위치가  $x=t$ ,  $y=t^2$ 이다. 이 점 A에서 곡선  $y=x^2$ 에 접하는 접선을  $l_1$ 이라 하고, 직선  $l_1$ 과 수직이고 곡선  $y=x^2$ 에 접하는 접선을  $l_2$ 라고 하자. 접선  $l_2$ 와 곡선  $y=x^2$ 이 만나는 점을 B라 하고, 원점을 O라고 하자. 다음 물음에 답하시오. (단,  $t > 0$ )



(1) 두 접선  $l_1$ 과  $l_2$ 의 교점을 C라고 하자. 시각  $t = 1$ 에서  $t = 2$ 까지 점 C가 움직인 거리  $s$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

(2) 점 A에서  $x$ 축에 내린 수선의 발을 P라고 하자. 시각  $t$ 에서 두 삼각형 AOP와 ABC의 넓이의 비를  $S(t) = \frac{\Delta ABC}{\Delta AOP}$ 라고 할 때,  $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t)$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

### 3. 출제 의도

[논제 I]에서는 고등학교 교육과정의 이차함수, 이차곡선, 포물선, 접선의 방정식 등의 개념을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악하고자 하였다. 수학, 수학I, 수학II, 미적분, 기하 등의 과목에서 배운 내용을 바탕으로 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하고 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [가]	수학 II - (2) 미분 - ㉓ 도함수의 활용 [12수학 II 02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다.
제시문 [나]	미적분 - (3) 적분법 - ㉔ 정적분의 활용 [12미적분 03-07] 속도와 거리에 대한 문제를 해결할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 수학II	김원경 외 14인	(주)비상교육	2022	71
	고등학교 미적분	홍성복 외 10인	(주)지학사	2022	171

### 5. 문항 해설

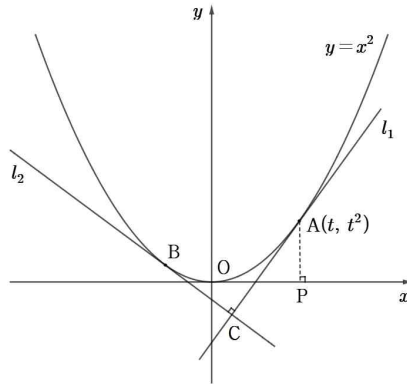
[논제 I]은 이차함수의 그래프, 곡선 위의 한 점에서의 접선, 두 직선의 교점 등에 대한 내용을 바탕으로 좌표평면 위를 움직이는 점의 위치와 속도를 구할 수 있는지, 그리고 이를 이용하여 좌표평면 위를 움직이는 점이 움직인 거리를 구할 수 있는지를 묻는다. 시각이 변화에 따라 삼각형이 넓이의 변화를 이해하고 이때 관찰되는 극한을 찾을 수 있는지를 묻고 있다.

6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>&lt;9점&gt; 접선의 개념을 이해하고, 좌표평면 위에서 움직이는 점의 위치를 표현할 수 있음. (기하에서 포물선의 정의를 이용할 수 있음.)</p> <p>&lt;6점&gt; 좌표평면 위에서 점이 움직이는 거리를 구할 수 있음.</p>	15점
(2)	<p>&lt;9점&gt; 도형의 넓이를 구할 수 있음.</p> <p>&lt;6점&gt; 극한의 개념을 이해하고 있음.</p>	15점

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 I]



(1) 곡선  $y = x^2$  위의 점  $(a, a^2)$ 에서 접하는 접선의 기울기는  $2a$ 이다.

점  $A(t, t^2)$ 에서 곡선  $y = x^2$ 에 접하는 접선의 방정식은  $l_1 : y = 2tx - t^2$ 이다.

접선  $l_1$ 과 수직인 직선의 기울기는  $-\frac{1}{2t}$ 이고,

접선의 기울기가  $-\frac{1}{2t}$ 가 되는 곡선  $y = x^2$  위의 점은  $B\left(-\frac{1}{4t}, \frac{1}{16t^2}\right)$ 이다.

따라서 접선  $l_2$ 의 방정식은  $l_2 : y = -\frac{1}{2t}x - \frac{1}{16t^2}$ 이다.

접선  $l_1$ 과 접선  $l_2$ 의 교점은  $C\left(\frac{t}{2} - \frac{1}{8t}, -\frac{1}{4}\right)$ 이고,

점  $C(x, y)$ 의 시각  $t$ 에서의 위치는  $x(t) = \frac{t}{2} - \frac{1}{8t}$ ,  $y(t) = -\frac{1}{4}$ 이다.

시각  $t=1$ 에서  $t=2$ 까지 점  $C$ 가 움직인 거리  $s$ 는

$$s = \int_1^2 \sqrt{(x'(t))^2 + (y'(t))^2} dt = \int_1^2 \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{8t^2} \right) dt = \frac{9}{16} \text{이다.}$$

(2) 삼각형  $AOP$ 의 넓이는  $\frac{1}{2}t^3$ 이다.

삼각형  $ABC$ 의 넓이를 구하기 위해 선분  $AC$ 와 선분  $BC$ 의 길이를 알아야 한다.

점 B와 점 C의 좌표는  $B\left(-\frac{1}{4t}, \frac{1}{16t^2}\right)$ ,  $C\left(\frac{t}{2}-\frac{1}{8t}, -\frac{1}{4}\right)$ 이므로,

선분 AC의 길이는  $\overline{AC} = \sqrt{t^4 + \frac{3}{4}t^2 + \frac{3}{16} + \frac{1}{64t^2}}$  이고,

선분 BC의 길이는  $\overline{BC} = \sqrt{\frac{t^2}{4} + \frac{3}{16} + \frac{3}{64t^2} + \frac{1}{256t^4}}$  이다.

따라서 삼각형 ABC의 넓이는  $\Delta ABC = \frac{1}{2} \sqrt{t^4 + \frac{3}{4}t^2 + \frac{3}{16} + \frac{1}{64t^2}} \sqrt{\frac{t^2}{4} + \frac{3}{16} + \frac{3}{64t^2} + \frac{1}{256t^4}}$  이다.

넓이의 비는

$$S(t) = \frac{\frac{1}{2} \sqrt{t^4 + \frac{3}{4}t^2 + \frac{3}{16} + \frac{1}{64t^2}} \sqrt{\frac{t^2}{4} + \frac{3}{16} + \frac{3}{64t^2} + \frac{1}{256t^4}}}{\frac{1}{2}t^2 \times t} = \sqrt{1 + \frac{3}{4t^2} + \frac{3}{16t^4} + \frac{1}{64t^6}} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{16t^2} + \frac{3}{64t^4} + \frac{1}{256t^6}}$$

이다.

이때  $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t} = 0$  이므로  $\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t^2} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t^4} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{t^6} = 0$  이고,

따라서 넓이의 비의 극한은  $\lim_{t \rightarrow \infty} S(t) = \frac{1}{2}$  이다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(일) 오전 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 두 점 사이의 거리, 함수의 극한, 접선의 방정식, 매개변수로 나타낸 함수의 미분, 속도와 거리, 이차방정식의 근과 계수의 관계, 함수의 몫의 미분법, 함수의 증가와 감소의 판정, 입체도형의 부피, 조건부확률, 독립시행의 확률, 이항분포, 정규분포에서의 확률, 이항분포와 정규분포의 관계 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제 I]에서는 접선의 개념을 이해하여 이차함수의 접선의 방정식을 구하고 이 접선의 방정식과 수직이며 이차함수에 접하는 다른 접선을 구한다. 이를 이용하여 두 직선의 교점을 구해 시각  $t$ 에서의 위치를 이용하여 움직인 거리를 구하는 문제이다. 또한 각 점의 좌표를 구해 삼각형의 넓이를 두 점 사이의 거리를 이용하여 계산하고 삼각형의 넓이의 비를 식으로 나타내 극한값을 계산하는 문제이다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 그 개념은 현행 교과서에서 나오는 형태 그대로 제시하였다. 또한 문제에 포함된 그림은 해당 문제를 직관적으로 파악할 수 있도록 올바르게 제시가 되었다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학, 수학Ⅱ, 미적분의 두 점 사이의 거리, 함수의 극한, 접선의 방정식, 매개변수로 나타낸 함수의 미분, 속도와 거리이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

<문제 I>

[10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.

[12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.

[12수학Ⅱ02-06] 접선의 방정식을 구할 수 있다.

[12미적02-08] 매개변수로 나타낸 함수를 미분할 수 있다.

[12미적02-14] 속도와 가속도에 대한 문제를 해결할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 접선의 기울기 및 방정식, 교점, 움직인 거리, 삼각형의 넓이, 극한 등이며 이는 수학, 수학Ⅱ, 미적분의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로

구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[가]. [나]이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수 있다. 해당 제시문의 내용은 재구성이 되지 않은 교과 내용 그대로가 제시되어 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(일요일 오전)의 논제 I 문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 이차함수의 접선의 방정식을 구하고 이 접선의 방정식과 수직이며 이차함수에 접하는 다른 접선을 구한 후 이를 이용하여 두 직선의 교점을 구해 시각  $t$ 에서의 위치를 이용하여 움직인 거리를 구하는 문제이다. 또한 각 점의 좌표를 구해 삼각형의 넓이를 두 점 사이의 거리를 이용하여 계산하고 삼각형의 넓이의 비를 식으로 나타내 극한값을 계산하는 과정을 평가하는 논제로 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다.

또한 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 5-2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 미적분
	핵심개념 및 용어	이차방정식의 근과 계수의 관계, 함수의 몫의 미분법, 함수의 증가와 감소의 판정, 입체도형의 부피
예상 소요 시간	40분	

## 2. 문항 및 제시문

[제시문]

[다] 함수  $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든  $x$ 에 대하여

- ①  $f'(x) > 0$ 이면  $f(x)$ 는 이 구간에서 증가한다.  
 ②  $f'(x) < 0$ 이면  $f(x)$ 는 이 구간에서 감소한다.

[라] 방정식  $f(x) = g(x)$ 의 실근은 두 함수  $y = f(x)$ ,  $y = g(x)$ 의 그래프가 만나는 점의  $x$ 좌표와 같다.[마] 닫힌구간  $[a, b]$ 의 임의의 점  $x$ 에서  $x$ 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가  $S(x)$ 인 입체도형의 부피  $V$ 는

$$V = \int_a^b S(x) dx \quad (\text{단, } S(x) \text{는 닫힌구간 } [a, b] \text{에서 연속})$$

[논제Ⅱ] 함수  $f(x) = -x + \frac{1}{x^2}$ ,  $g(x) = -x^2 + k + \frac{1}{x}$ 에 대하여 다음 물음에 답하시오.(단,  $x > 0$ ,  $k$ 는 상수이다.)

(1) 구간  $(0, \infty)$ 에서 함수  $y = x + \frac{1}{x}$ 의 증가와 감소를 표로 나타내시오. 이 결과를 이용하여 상수  $k$ 가 양수일 때 두 함수  $y = f(x)$ 와  $y = g(x)$ 의 그래프가 서로 다른 두 점에서 만남을 보이고, 그 근거를 논술하시오.

(단,  $\lim_{x \rightarrow 0^+} \left(x + \frac{1}{x}\right) = \infty$ ,  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(x + \frac{1}{x}\right) = \infty$ ) (18점)

(2) (1)에서 두 교점의  $x$ 좌표를 각각  $\alpha$ 와  $\beta$ 라 할 때,  $(\alpha - \beta)^2$ 을  $k$ 에 대한 식으로 나타내고, 그 식을  $S(k)$ 라 하자. 닫힌구간  $[4, 10]$ 의 임의의 점  $x$ 에서  $x$ 축에 수직인 평면으로 자른 단면의 넓이가  $6S(x)$ 인 입체도형의 부피를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (15점)

## 3. 출제 의도

[논제Ⅱ]에서는 고등학교 교육과정의 미분을 활용한 함수의 증가와 감소, 함수의 그래프의 개형, 적분을 활용한 입체도형의 부피 등을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

#### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [다]	미적분-(2)미분법-㉓ 도함수의 활용 [12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.
제시문 [라]	미적분-(2)미분법-㉓ 도함수의 활용 [12미적02-13] 방정식과 부등식에 대한 문제를 해결할 수 있다.
제시문 [마]	미적분-(3)적분법-㉒ 정적분의 활용 [12미적03-06] 입체도형의 부피를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 미적분	황선욱 외 8인	(주)미래엔	2022	110
	고등학교 미적분	이준열 외 7인	(주)천재교육	2022	118
	고등학교 미적분	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	160

#### 5. 문항 해설

[문제 II]에서는 함수의 미분, 그래프의 개형, 정적분 등을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.



#### 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<6점> 함수를 증가와 감소를 표로 구한다. <6점> 함수의 교점이 만족하는 방정식을 구한다. <6점> 함수의 그래프의 개형을 이용하여 방정식의 근의 개수가 2개임을 보인다.	18점
(2)	<5점> 두 근 사이의 관계를 구한다. <5점> $(\alpha - \beta)^2$ 을 구한다. <5점> 입체의 부피를 정적분을 이용하여 구한다.	15점

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

(1) 먼저 구간  $(0, \infty)$ 에서 함수  $y = x + \frac{1}{x}$ 의 증가와 감소의 표는 함수의 미분  $y' = \frac{(x+1)(x-1)}{x^2}$

을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$x$	0	...	1	...
$y'$		-	0	+
$y$			2	

$h(x) = f(x) - g(x) = x^2 + \frac{1}{x^2} - x - \frac{1}{x} - k$ 라고 두면

두 그래프  $y = f(x)$ 와  $y = g(x)$ 의 교점의  $x$ 좌표는  $h(x) = 0$ 의 실근이다.

$t = x + \frac{1}{x}$ 이라고 두면  $t \geq 2$ 이고  $t^2 - t - 2 - k = 0$ 이다.

$k$ 가 양수일 때,  $t^2 - t - 2 - k = 0$ 은 2보다 큰 실근  $\frac{1 + \sqrt{4k+9}}{2}$ 을 한 개만 가진다.

이 실근을  $t_0 = \frac{1 + \sqrt{4k+9}}{2}$ 라고 두면  $t = x + \frac{1}{x}$ 이므로  $h(x) = 0$ 의 실근  $x$ 는  $x + \frac{1}{x} = t_0$ 의 실근이다.

$x + \frac{1}{x} = t_0$ 의 실근은 두 그래프  $y = x + \frac{1}{x}$ 와  $y = t_0$ 의 교점의  $x$ 좌표이다.

함수  $y = x + \frac{1}{x}$ 의 증가와 감소의 표를 이용하면, 이 함수의 그래프의 개형으로부터

$t_0 > 2$ 일 때  $y = x + \frac{1}{x}$ 과  $y = t_0$ 는  $x > 0$  구간에서 서로 다른 2개의 점에서 만난다.

따라서  $h(x) = 0$ 은 서로 다른 두 개의 실근을 가지고,

두 함수의 그래프  $y = f(x)$ 와  $y = g(x)$ 는 서로 다른 2개의 점에서 만난다.

(2)  $\alpha$ 와  $\beta$ 는  $x + \frac{1}{x} = t_0$  즉  $x^2 - t_0x + 1 = 0$ 의 두 근이므로  $\alpha + \beta = t_0$ 이고  $\alpha\beta = 1$ 이다.

$t_0 = \frac{1 + \sqrt{4k+9}}{2}$ 를 대입하여 계산하면

$(\alpha - \beta)^2 = (\alpha + \beta)^2 - 4\alpha\beta = k - \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{4k+9}$  이다.

이를 이용하면  $S(x) = x - \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{4x+9}$ 이므로, 입체의 부피는 다음과 같다.

$$\int_4^{10} 6S(x)dx = \int_4^{10} 6\left(x - \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{4x+9}\right)dx = \left[3x^2 - 9x + \frac{1}{2}(4x+9)^{\frac{3}{2}}\right]_4^{10} = 307$$

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(일) 오전 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 두 점 사이의 거리, 함수의 극한, 접선의 방정식, 매개변수로 나타낸 함수의 미분, 속도와 거리, 이차방정식의 근과 계수의 관계, 함수의 몫의 미분법, 함수의 증가와 감소의 판정, 입체도형의 부피, 조건부확률, 독립시행의 확률, 이항분포, 정규분포에서의 확률, 이항분포와 정규분포의 관계 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제Ⅱ]에서는 함수의 몫의 미분법을 이용하여 도함수를 구하고 이를 이용하여 함수의 증가와 감소를 판단하여 증감표를 구한다. 또 증감표를 이용하여 이차방정식의 근을 공식으로 구한 값을 활용한 함수의 개형으로 두 함수의 그래프가 만나는 점의 개수를 구한다. 또, 근과 계수의 관계를 이용하여 식을 구하고 이를 이용하여 입체도형의 부피를 계산하는 문제이다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 그 개념은 현행 교과서에서 나오는 형태 그대로 제시하였다. 또한 논제에 포함된 그림은 해당 논제를 직관적으로 파악할 수 있도록 올바르게 제시가 되었다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학, 미적분의 이차방정식의 근과 계수의 관계, 함수의 몫의 미분법, 함수의 증가와 감소의 판정, 입체도형의 부피이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

## &lt;논제Ⅱ&gt;

[10수학01-08] 이차방정식의 근과 계수의 관계를 이해한다.

[12미적02-06] 함수의 몫을 미분할 수 있다.

[12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.

[12미적03-06] 입체도형의 부피를 구할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 함수의 증가와 감소, 교점, 실근, 이차방정식의 근과 계수의 관계 곱셈 공식 등 수학, 미적분의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로 구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[다], [라], [마]이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수 있다. 해당 제시문의 내용은 재구성되지 않은 교과 내용 그대로가 제시되어 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(일요일 오전)의 논제Ⅱ문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 주어진 함수의 몫의 미분법을 이용하여 증가와 감소를 판단하여 증감표를 구한 후 이를 응용하는 과정이 포함되어 있다. 두 함수를 하나의 함수로 표현하고 제시된 식을 활용해 치환을 통해 함수를 간단히 하여 근을 찾고 앞에서 구한 증감표를 이용하여 그래프의 개형을 활용해서 다른 두 개의 점에서 만나는 근거를 파악하는 문제이다. 또한 이차방정식의 근과 계수의 관계를 이용해 주어진 식을 구하고 이를 활용해 입체도형의 부피를 계산하는 과정을 제시해야 하는 논제로 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다.

또한 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 / 5-3	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	확률과 통계
	핵심개념 및 용어	조건부확률, 독립시행의 확률, 이항분포, 정규분포에서의 확률, 이항분포와 정규분포의 관계,
예상 소요 시간	40분	

### 2. 문항 및 제시문

제시문

[바] 어떤 시행에서 사건  $A$ 가 일어날 확률이  $p$  ( $0 < p < 1$ )일 때, 이 시행을  $n$ 회 반복하는 독립시행에서 사건  $A$ 가  $r$ 회 일어날 확률은

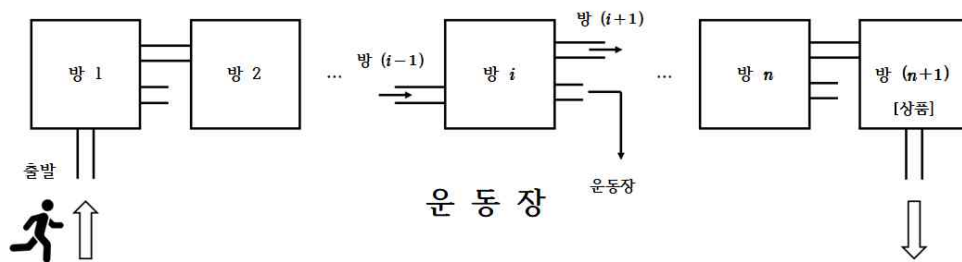
$${}_nC_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (\text{단, } r=0, 1, 2, \dots, n)$$

[사] 사건  $A$ 가 일어났을 때의 사건  $B$ 의 조건부확률은

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (\text{단, } P(A) > 0)$$

[논제 III] 아래 그림과 같이 운동장 안에  $(n+1)$ 개의 연결된 방이 있다. 모든  $i=1, 2, \dots, n$ 에 대하여 방  $i$ 에는 두 개의 출구가 있어서, 그 중 하나만 방  $(i+1)$ 과 연결되어 있고 다른 하나는 운동장으로 나오는 출구이다. 방  $(n+1)$ 에는 운동장으로 나오는 출구만 있다.

각각 1, 2, ...,  $n$  번 조끼를 입은 학생들이 운동장에 모여 있고 아래와 같은 규칙으로 방을 통과하는 게임에 참여한다.



- (가) 1번 조끼를 입은 학생부터 조끼 번호의 오름차순으로 한 명씩 방 1로 들어간다.
- (나) 모든  $i=1, 2, \dots, n$ 에 대하여 방  $i$ 에 처음으로 도착한 학생은 두 개의 출구 중 하나를 선택한다. 이때 다음 방으로 연결된 출구를 선택하면 이 학생은 다음 방으로 가고, 그렇지 않으면 운동장으로 나온다. 방  $(n+1)$ 에 도착한 모든 학생은 상품을 받고 출구를 통해 운동장으로 나온다. (단, 지나온 길을 되돌아가지는 않는다.)
- (다) 먼저 출발한 학생이 운동장으로 나오면, 그 다음 학생은 방 1로 들어간다. 먼저 출발한 학생이 방  $i$ 의 출구( $i=1, 2, \dots, n$ )에서 운동장으로 나오면, 그 다음에 출발하는 학생은 방 1부터 연결된 출구들을 통해 방  $(i+1)$ 로 간다. 먼저 출발한 학생이 방  $(n+1)$ 에서 나오면, 그 다음 학생은 항상 방  $(n+1)$ 까지 간다.
- (라)  $n$ 번 조끼를 입은 학생이 방 1로 들어가서, 운동장으로 다시 나오면 게임은 끝난다.

모든  $i = 1, 2, \dots, n$ 에 대하여 방  $i$ 의 두 개의 출구 중에서 운동장으로 나오는 출구를 선택할 확률은  $\frac{1}{2}$ 이며, 각각의 선택은 독립이라고 할 때, 다음 물음에 답하시오.

(1)  $n = 7$ 이라고 하자. 6번 조끼를 입은 학생이 상품을 받을 때, 3번 조끼를 입은 학생이 상품을 받지 못하였을 확률을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (17점)

(2)  $n = 400$ 일 때 상품을 받은 학생이 190명 이상일 사건을  $A$ 라 하고,  $n = 72$ 일 때 상품을 받은 학생이  $k$ 명 이상일 사건을  $B$ 라고 하자. 이때,  $P(A) \leq P(B)$ 를 만족하는 자연수  $k$ 의 최댓값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (20점)

### 3. 출제 의도

자연계 [논제 III]에서는 고등학교 수학 교육과정 확률과 통계 영역 확률의 독립, 독립시행, 확률변수, 이항분포 및 정규분포 등의 중요한 확률의 중요한 개념을 잘 이해하여 종합적으로 문제에 적용할 수 있는지를 평가 할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 실생활과 관련된 상황에서 수학의 이론과 개념을 활용하여 문제 해결 방법을 수립하고 최적의 해결 전략을 고려 할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 또한, 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [바]	확률과 통계-(2)확률-[2] 조건부확률 [12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.
제시문 [사]	확률과 통계-(2)확률-[2] 조건부확률 [12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	확률과통계	황선욱 외 9인	(주)미래엔	2020	65
	확률과통계	이준열 외 7인	(주)천재교육	2021	62

## 5. 문항 해설

[논제 III]에서는 확률의 기본 성질, 조건부확률, 사건의 독립과 종속, 독립시행, 이항분포 및 정규분포 등의 개념을 이해하고 주어진 실생활과 관련된 상황에서의 확률을 계산할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<12점> 독립시행의 사건을 이용하여 확률을 구한다. <5점> 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구한다.	17점
(2)	<14점> 이항분포와 정규분포의 관계를 알고, 표준정규분포를 사용하여 확률을 구한다. <6점> 표준정규분포로 표현된 두 확률값을 비교하여 $k$ 의 값을 찾는다.	20점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[논제 III]

(1) 6번 조끼를 입은 학생이 상품을 받은 사건을  $C$ , 3번 조끼를 입은 학생이 상품을 받지 못하였을 사건을  $D$ 라 하자. 6번 조끼를 입은 학생이 상품을 받는 경우는, 상품을 받지 못한 학생의 수가 0, 1, 2, 3, 4, 5명 일 때이다. 3번 조끼를 입은 학생이 상품을 받지 못하는 경우는, 상품을 받지 못한 학생의 수가 3, 4, 5, 6, 7명 일 때이다.

따라서, 사건  $C$ 의 확률은 두 개의 출구 중 하나의 출구를 선택하는 시행에서 이를 7회 반복할 때, 운동장으로 나오는 출구를 0, 1, 2, 3, 4, 5개 선택하는 경우의 확률과 같다. 사건  $C \cap D$ 의 확률은 두 개의 출구 중 하나의 출구를 선택하는 시행에서 이를 7회 반복할 때, 운동장으로 나오는 출구를 3, 4, 5개 선택하는 경우의 확률과 같다.

제시문 [바]에 의하여  $p = \frac{1}{2}$ 이므로 사건  $C$ 의 확률은

$${}_7C_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_5 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 = \frac{120}{128}$$

이고,  $C \cap D$ 의 확률은

$${}_7C_3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 + {}_7C_5 \times \left(\frac{1}{2}\right)^7 = \frac{91}{128}$$

따라서, 6번 조끼를 입은 학생이 상품을 받을 때, 3번 조끼를 입은 학생이 상품을 받지 못하였을 확률을 조건부 확률의 정의를 이용하여 계산하면  $\frac{91}{120}$ 이다.

(2) 400명의 학생이 게임에 참가할 때, 상품을 받지 못한 학생 수를 확률변수  $X_A$ 라고 하면  $X_A$ 는 운동장으로 나가는 출구를 선택한 횟수와 같다. 따라서,  $X_A$ 는 이항분포  $B\left(400, \frac{1}{2}\right)$ 을 따르므로 평균  $m_A$ 와 표준편차  $\sigma_A$ 는

$$m_A = 400 \times \frac{1}{2} = 200, \sigma_A = \sqrt{400 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}} = 10$$

이때 학생의 수 400과 평균 200이 충분히 크므로  $X_A$ 는 정규분포  $N(200, 10^2)$ 을 따른다.

확률변수  $Z = \frac{X_A - 200}{10}$ 은 표준정규분포를 따르므로, 표준정규분포를 이용하여  $P(A)$ 를 구한다.

$$P(A) = P(X_A \leq 210) = P\left(Z \leq \frac{210 - 200}{10}\right) = P(Z \leq 1) \quad \dots \textcircled{1}$$

72명의 학생이 게임에 참가할 때, 상품을 받지 못한 학생 수를 확률변수  $X_B$ 라고 하면  $X_B$ 는 운동장으로 나가는 출구를 선택한 횟수와 같다. 따라서,  $X_B$ 는 이항분포  $B\left(72, \frac{1}{2}\right)$ 을 따르므로 평균  $m_B$ 와 표준편차  $\sigma_B$ 는

$$m_B = 72 \times \frac{1}{2} = 36, \sigma_B = \sqrt{72 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}} = \sqrt{18}$$

이때 학생의 수 72와 평균 36이 충분히 크므로  $X_B$ 는 정규분포  $N(36, 18)$ 을 따른다.

확률변수  $Z = \frac{X_B - 36}{\sqrt{18}}$ 은 표준정규분포를 따르므로, 표준정규분포를 이용하여  $P(B)$ 를 구한다.

$$P(B) = P(X_B \leq 72 - k) = P\left(Z \leq \frac{36 - k}{\sqrt{18}}\right) \quad \dots \textcircled{2}$$

①과 ②의 계산값에서  $1 \leq \frac{36 - k}{\sqrt{18}}$  일 때만  $P(Z \leq 1) \leq P\left(Z \leq \frac{36 - k}{\sqrt{18}}\right)$ 이다.

따라서  $P(A) \leq P(B)$ 를 만족하는 가장 큰 자연수  $k$ 는 31이다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 자연계열(일) 오전 수학 논술고사는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념 이해를 바탕으로 추론 능력, 기본 계산 능력, 논리적인 서술 능력, 기본 개념들을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 두 점 사이의 거리, 함수의 극한, 접선의 방정식, 매개변수로 나타낸 함수의 미분, 속도와 거리, 이차방정식의 근과 계수의 관계, 함수의 몫의 미분법, 함수의 증가와 감소의 판정, 입체도형의 부피, 조건부확률, 독립시행의 확률, 이항분포, 정규분포에서의 확률, 이항분포와 정규분포의 관계 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 숙지하고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 단편적인 수학 공식의 활용 능력보다는 주어진 문제 상황을 종합적으로 이해한 후 추론을 통하여 수학적 문제로 해석하고, 그 문제를 체계적이고 합리적으로 해결할 수 있는 계산 능력을 갖췄는지를 평가하고자 하였다.

[문제Ⅲ]에서는 확률변수를 정의하고 독립시행의 확률을 이용하여 일어날 사건의 확률을 계산하고 이 값을 이용하여 조건부확률을 계산한다. 또 이항분포와 정규분포의 관계를 활용해 정규분포를 이용하여 근사적으로 확률을 계산해 조건에 맞는 자연수를 구하는 문제이다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들을 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였고 문제에 제시된 그림은 게임의 규칙을 직관적으로 이해할 수 있도록 적절하게 제시되어 있다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 확률과 통계의 조건부확률, 독립시행의 확률, 이항분포, 정규분포에서의 확률, 이항분포와 정규분포의 관계이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같이 성취기준이 제시되어 있다.

<문제Ⅲ>

[12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

[12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.

[12확통03-03] 이항분포의 뜻을 알고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다.

[12확통03-04] 정규분포의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 풀이의 과정과 채점 기준이 고등학교 학생들에게 이해하지 못하는 용어와 논법은 배제되어 있다. 문제를 통하여 측정하고자 하는 내용은 고등학교 수학과 교육과정의 성취기준에 부합한다. 답안을 작성할 때, 채점 기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있으며, 현재의 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 채점 기준과 답안의 예시에 기술된 수학적 개념과 지식은 독립시행의 확률, 조건부확률, 이항분포, 평균, 표준편차, 표준정규분포 등으로 확률과 통계의 각각의 단원에 있는 개념과 지식으로 구성되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 생각한다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 제시문[바], [사]이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는 데 도움을 받을 수

있다. 해당 제시문의 내용은 재구성이 되지 않은 교과 내용 그대로가 제시되어 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안작성 분량은 논술우수자 전형에 지원한 고등학교 수험생들의 수준에 적절한 것으로 생각한다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하게 되어 있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분 점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 자연계열(일요일 오전)의 논제Ⅲ문제는 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제되었다. 해당 논제는 확률변수를 정의하고 독립시행의 확률을 이용하여 일어날 사건의 확률을 계산하고 이 값을 이용하여 조건부확률을 계산하는 과정이 포함되어 있다. 또한 이항분포와 정규분포의 관계를 활용해 정규분포를 이용하여 근사적으로 확률을 계산해 조건에 맞는 자연수를 구하는 과정을 서술하게 되어 있는 논제로 2015 개정 수학과 교육과정의 내용을 충분히 수학하였다면 해결할 수 있는 과제로 평가된다.

또한 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 능력, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력, 수학의 지식과 기능을 토대로 새롭고 의미 있는 아이디어를 다양하고 풍부하게 산출하고 연결하는 창의 융합적 능력을 평가할 수 있는 논제로 생각하며 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 6-1	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 II
	핵심개념 및 용어	함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분사이의 관계, 정적분의 활용
예상 소요 시간	30분	

## 2. 문항 및 제시문

[제시문]

[가] 함수  $f(x)$ 가 어떤 열린구간에서 미분가능하고, 이 구간에 속하는 모든  $x$ 에서

- ①  $f'(x) > 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 증가한다.  
 ②  $f'(x) < 0$ 이면  $f(x)$ 는 그 구간에서 감소한다.

[나]  $a > b$ 일 때, 정적분  $\int_a^b f(x)dx$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\int_a^b f(x)dx = -\int_b^a f(x)dx$$

[다] 함수  $f(x)$ 가 임의의 세 실수  $a, b, c$ 를 포함하는 닫힌구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x)dx = \int_a^c f(x)dx + \int_c^b f(x)dx$$

[라] 함수  $f(t)$ 가 실수  $a$ 를 포함하는 구간에서 연속이면 이 구간에 속하는 임의의  $x$ 에 대하여

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t)dt = f(x)$$

[문제 1-1] 네 점  $A(1, 1)$ ,  $B(3, 1)$ ,  $C(3, 3)$ ,  $D(1, 3)$ 을 꼭짓점으로 하는 정사각형  $ABCD$ 가 있다. 한 변의 길이가 2이고, 모든 변이  $x$ 축 또는  $y$ 축과 평행한 정사각형  $PQRS$ 의 두 대각선의 교점  $M(x, y)$ 의 위치는  $x = t$ ,  $y = -t^2 + 3t$ 이다.

이때  $0 < t < 3$ 에서 두 정사각형이 겹치는 부분의 넓이를  $f(t)$ 라고 하자.

(단,  $f(0) = f(3) = 0$ )



## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	수학II	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	83
	수학II	김원경 외 14인	(주) 비상교육	2022	113
	수학II	홍성복 외 10인	(주) 지학사	2021	134
	수학II	박교식 외 19인	동아출판(주)	2020	130

## 5. 문항 해설

[문제 I-1]에서는 함수의 미분과 적분을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

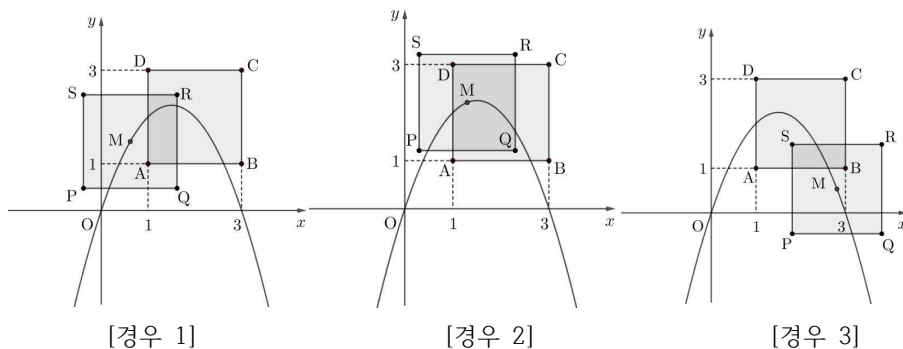
## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<8점> $t$ 의 구간에 따라 $f(t)$ 를 구한다. <8점> $f(t) - g(t) \leq 0$ 를 보이고 주어진 정적분을 계산한다.	16점
(2)	<6점> 주어진 구간에서 $f(t)$ 의 성질을 이용하여 $S(a)$ 를 계산한다. <6점> $S(a)$ 의 극소가 되는 $a$ 의 값을 계산하여 최소가 되는 점을 계산한다.	12점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

### [문제 I-1]

(1)  $0 < t < 3$ 이면 두 정사각형이 겹치는 부분은  $t$ 의 값에 따라 다른 크기의 직사각형이 된다. 따라서 각 경우에 대하여 직사각형의 두 변의 길이를 구하면 된다.



문제에서 주어진 정사각형의 꼭짓점의 좌표는  $A(1, 1)$ ,  $B(3, 1)$ ,  $C(3, 3)$ ,  $D(1, 3)$ 이고, 중심이  $(t, -t^2 + 3t)$ 인 정사각형의 꼭짓점의 좌표는  $P(t-1, -t^2 + 3t - 1)$ ,  $Q(t+1, -t^2 + 3t - 1)$ ,  $R(t+1, -t^2 + 3t + 1)$ ,  $S(t-1, -t^2 + 3t + 1)$ 이 된다.

[경우 1]  $0 < t < 1$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $t$ 와  $-t^2 + 3t$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = t(-t^2 + 3t) = -t^3 + 3t^2$ 이다.

[경우 2]  $1 \leq t < 2$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $t$ 와  $3 - (-t^2 + 3t - 1)$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = t(t^2 - 3t + 4) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이다.

[경우 3]  $2 \leq t < 3$ 이면 겹치는 부분은 두 변의 길이가  $3 - (t - 1)$ 과  $(-t^2 + 3t + 1) - 1$ 인 직사각형이므로 넓이  $f(t)$ 는  $f(t) = (-t + 4)(-t^2 + 3t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이다.

따라서  $f(t)$ 는 다음과 같다.

$$f(t) = \begin{cases} -t^3 + 3t^2 & (0 \leq t < 1) \\ t^3 - 3t^2 + 4t & (1 \leq t < 2) \\ t^3 - 7t^2 + 12t & (2 \leq t \leq 3) \end{cases}$$

[경우 1]  $0 \leq t < 1$ 이면  $f(t) = -t^3 + 3t^2$ 이고  $g(t) = 2t$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (-t^3 + 3t^2) - 2t = -(t^3 - 3t^2 + 2t) = -t(t-1)(t-2) \leq 0 \text{이다.}$$

[경우 2]  $1 \leq t < 2$ 이면  $f(t) = t^3 - 3t^2 + 4t$ 이고  $g(t) = 2t$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (t^3 - 3t^2 + 4t) - 2t = t^3 - 3t^2 + 2t = t(t-1)(t-2) \leq 0 \text{이다.}$$

[경우 3]  $2 \leq t \leq 3$ 이면  $f(t) = t^3 - 7t^2 + 12t$ 이고  $g(t) = -4t + 12$ 이므로

$$f(t) - g(t) = (t^3 - 7t^2 + 12t) - (-4t + 12) = t^3 - 7t^2 + 16t - 12 = (t-2)^2(t-3) \leq 0 \text{이다.}$$

모든  $0 \leq t \leq 3$ 에 대하여  $f(t) - g(t) \leq 0$ 이므로  $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^3 \{g(t) - f(t)\} dt$ 가 되어  
 $\int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt + \int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt + \int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt$ 이다.

$$\text{이때 } \int_0^1 (t^3 - 3t^2 + 2t) dt = \frac{1}{4}, \int_1^2 (-t^3 + 3t^2 - 2t) dt = \frac{1}{4}, \int_2^3 (-t^3 + 7t^2 - 16t + 12) dt = \frac{1}{12} \text{이다.}$$

$$\text{따라서 } \int_0^3 |f(t) - g(t)| dt = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} = \frac{7}{12} \text{이다.}$$

(2)  $2 < t < 3$ 에서  $f'(t) = 3t^2 - 14t + 12 = 3\left(t - \frac{7}{3}\right)^2 - \frac{13}{3}$ 이므로  $f'(t) < 0$ 이다. 그러므로  $f(t)$ 는  $2 \leq t \leq 3$ 에서 감소한다.

따라서  $S(a) = \int_2^a f(x) dx - (a-2)f(a) + (3-a)f(a) - \int_a^3 f(x) dx = \int_2^a f(x) dx + \int_3^a f(x) dx - (2a-5)f(a)$ 가 된다.

$$\text{이때 } S'(a) = f(a) + f(a) - 2f(a) - (2a-5)f'(a) = -(2a-5)f'(a) \text{이다.}$$

한편  $2 < a < 3$ 에서  $f'(a) < 0$ 이므로  $S'(a) = 0$ 인  $a$ 는  $\frac{5}{2}$  뿐이다. 또한  $2 < a < \frac{5}{2}$ 에서

$S'(a) < 0$ 이고  $\frac{5}{2} < a < 3$ 에서  $S'(a) > 0$ 이므로  $S(a)$ 는  $a = \frac{5}{2}$ 에서 최솟값을 갖는다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적절한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 의약계열(토) 오후 수학 논술고사 [문제 I-1]은 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념에 대한 이해를 바탕으로 문제 해결 능력, 추론 능력, 창의·융합 능력, 의사소통 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 함수의 증가와 감소, 함수의 극대와 극소, 정적분의 성질, 미분과 적분사이의 관계, 정적분의 활용 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 갖추고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 적분법을 단순히 적용하기보다는 적분의 의미를 이해하고 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있도록 하는 교육과정의 취지와도 부합하는 문항으로 수학적으로 관찰하고 추론한 후 적절한 근거에 기초하여 정당화할 수 있는지를 평가하고 있다.

[문제 I-1]의 (1)은  $t$ 의 범위에 따라 넓이를 구하여 함수  $f(t)$ 를 식으로 나타낸 후 주어진 정적분의 값을 구하는 문제이고, (2)는 곡선과 직선으로 둘러싸인 부분의 넓이를 정적분으로 표현한 후 미분법을 이용하여 최소가 되는  $a$ 의 값을 찾아 내는 문제이다. 이 과정에서 미분법에서부터 적분법에 이르기까지 복합적으로 내용을 담고 있어 수학적 지식을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 평가하고 있다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들은 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였다. 개념은 현행 교과서에 내용을 그대로 제시하거나 교과서 등에서 접할 수 있는 익숙한 형태로 제시하였고 그림은 고등학교 교육과정 내에서 쉽게 접하는 이차함수로 제시하였다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학Ⅱ 교과목의 함수의 증가와 감소, 정적분의 성질, 정적분과 미분의 관계 등이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같은 성취기준이 제시되어 있다.

<문제 I-1>

[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.

[12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.

[12수학Ⅱ03-04] 다항함수의 정적분을 구할 수 있다.

[12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 고등학교 학생들이 이해하지 못하는 용어나 논법은 배제되어 있다. 답안 작성에 필요한 지식과 용어는 교과서의 도함수의 활용, 부정적분과 정적분, 정적분의 활용 단원에 모두 나타나 있다. 채점기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있다. 풀이 단계별로 적절한 부분 점수를 부여할 수 있도록 채점 기준이 명료하게 설정되어 있으며 학생이 다양한 방법으로 제시한 풀이와 결과 값도 풀이과정 안에서 해석될 수 있도록 채점기준이 부여되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 사료된다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 그림이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는데 도움을 받을 수 있다. 논제의

상황이 명료하여, 주어진 그림을 활용하면 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다. 또한 단계적으로 논제에서의 문항이 주어져 있어, 직전 단계에서 활용한 수학적 지식과 개념이 다음 단계에서 사용될 수 있도록 문제가 구성되어, 학생이 풀이하는데 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적절한 것으로 판단된다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하도록 되어있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, [논제 I-1]의 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 의약학계열(토요일 오후)의 수학 논술 [논제 I-1]은 고등학교 수학과 교육과정 범위와 수준에서 출제되었다. 두 정사각형의 겹쳐지는 부분의 넓이 구하기, 두 곡선 사이의 넓이 구하기, 도함수를 활용하여 함수의 최솟값 구하기 등을 평가하였으며, 평가 요소가 모두 고등학교 수학 교육과정 안에 있다. 또한 이러한 계산을 유기적으로 결합하여 주어진 문제를 해결하는 논리적 사고력을 평가하였으며, 교육과정의 성취 기준을 잘 반영하여 평가할 수 있도록 논제가 구성되었다. 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

### 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 6-2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학II, 확률과 통계
	핵심개념 및 용어	조건부확률, 독립시행의 확률, 미분가능성과 연속성
예상 소요 시간	30분	

### 2. 문항 및 제시문

#### [제시문]

[마] 사건  $A$ 가 일어났을 때의 사건  $B$ 의 조건부확률은

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (\text{단, } P(A) > 0)$$

[바] 어떤 시행에서 사건  $A$ 가 일어날 확률이  $p$  ( $0 < p < 1$ )일 때, 이 시행을  $n$ 회 반복하는 독립시행에서 사건  $A$ 가  $r$ 회 일어날 확률은

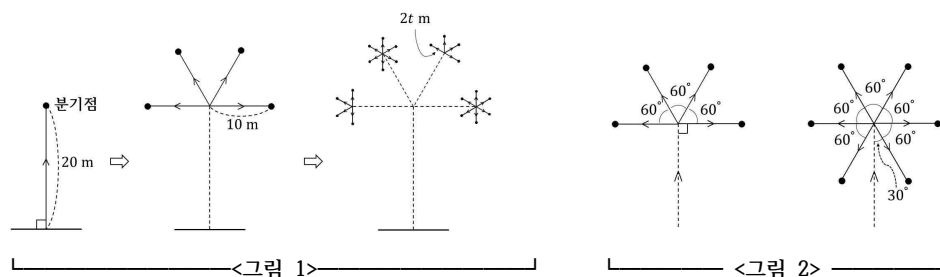
$${}_nC_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (\text{단, } r=0, 1, 2, \dots, n)$$

#### [문제 1-2]

어느 불꽃놀이에서 불꽃을 쏘아 올리면 불꽃이 지면에서 출발한다. 이 불꽃은 지면에서 수직 방향으로 20 m를 이동한 후 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 이 갈라지는 지점을 ‘첫 번째 분기점’이라고 한다. 첫 번째 분기점에서 갈라진 불꽃들은 각각 10 m씩 이동하여 다시 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지면서 이동한다. 두 번째 갈라지는 지점을 ‘두 번째 분기점’이라고 한다. 두 번째 분기점들에서 갈라진 불꽃들은 각각  $2t$  m씩 이동한 후 사라진다. (단,  $0 < t < \frac{5}{2}$ )

<그림 1>은 첫 번째 분기점에서 네 갈래로 갈라지고 두 번째 분기점에서 각각 4, 6, 4, 6 갈래로 갈라진 경우의 예시이다.

<그림 2>는 점선을 따라 이동한 불꽃이 분기점에서 네 갈래 또는 여섯 갈래로 갈라지는 모양을 나타낸 것이다. 점선의 화살표 방향을 따라 이동한 불꽃은 <그림 2>와 같은 각도로만 갈라진다.



다음 조건을 만족할 때 아래 물음에 답하시오.

(가) 각 분기점에서 불꽃이 갈라지는 시행은 독립시행이다.

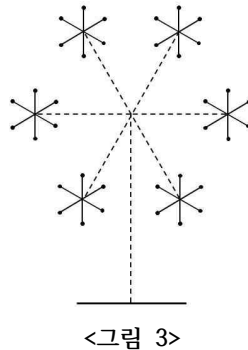
(나) 각 분기점에서 불꽃이 네 갈래로 갈라질 확률은  $\frac{1}{2}$ 이다.

(다) 불꽃은 한 평면 위에서 움직인다.

(라) 불꽃은 동일한 속력으로 움직이고, 직선으로 이동한다. (단, 분기점은 제외한다.)

(1) 두 번째 분기점에서 생기는 불꽃의 개수를 확률변수  $X$  라고 하자.  $20 \leq X \leq 28$ 인 사건  $A$ 가 일어났을 때, 첫 번째 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 사건  $B$ 의 조건부확률  $P(B|A)$ 를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)

(2) <그림 3>과 같이 모든 분기점에서 불꽃이 여섯 갈래로 갈라진 경우를 생각하자. 36개로 갈라진 불꽃의 마지막 위치를 점으로 나타낼 때, 이 점들 사이의 거리의 최솟값을  $f(t)$ 라고 하자.  $0 < t < \frac{5}{2}$ 일 때, 함수  $y = f(t)$ 가 미분가능하지 않은  $t$ 의 값과 그 때의  $f(t)$ 의 값을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (16점)



### 3. 출제 의도

[문제 1-2]에서는 고등학교 교육과정의 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 종합적으로 잘 이해하고 응용할 수 있는지를 파악할 수 있는 논제를 출제하였다. 주어진 조건으로부터 수학적으로 추론하고 단순한 공식의 적용보다는 주어진 상황을 수학적으로 표현하여 문제해결을 위한 논리적인 방향을 제시하고 합리적으로 해결할 수 있는 능력을 갖추고 있는지를 평가하고자 하였다.

### 4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	1. 교육부 고시 제2015-74호[별책 8] “수학과 교육과정”
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 [마]	[확률과 통계]-(2) 확률-② 조건부확률 [12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.
제시문 [바]	[확률과 통계]-(2) 확률② 조건부확률 [12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 확률과 통계	김원경 외 14인	(주)비상교육	2022	54
	고등학교 확률과 통계	황선욱 외 9인	(주)미래엔	2020	65

## 5. 문항 해설

[논제 1-2]에서는 조건부 확률과 사건의 독립과 종속을 이용하여 제시된 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>&lt;6점&gt; 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 네 갈래의 경우의 확률을 계산한다.</p> <p>&lt;6점&gt; 독립시행의 확률을 이용하여 처음에 여섯 갈래의 경우의 확률을 계산한다.</p> <p>&lt;4점&gt; 조건부확률을 계산한다.</p>	16점
(2)	<p>&lt;8점&gt; 최소거리를 함수로 나타낸다.</p> <p>&lt;8점&gt; 함수가 미분가능하지 않은 <math>t</math> 값과 이때의 함수값을 구한다.</p>	16점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[논제 1-2]

(1)

$X=20$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_4C_2 \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{3}{16}$$

$X=22$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_4C_1 \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{8}$$

$X=24$ 인 경우:

(i) 첫 번째 분기점에서 네 갈래, 두 번째 분기점에서 6, 6, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left( \frac{1}{2} \right)^4 = \frac{1}{32}$$

(ii) 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 4, 4 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{1}{128}$$

$X=26$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 4, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_6C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{3}{64}$$

$X=28$ 인 경우: 첫 번째 분기점에서 여섯 갈래, 두 번째 분기점에서 4, 4, 4, 4, 6, 6 갈래로 갈라지는 경우의 확률은

$$\frac{1}{2} \times {}_6C_2 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{15}{128}$$

따라서

$$P(A \cap B) = \frac{1}{128} + \frac{3}{64} + \frac{15}{128} = \frac{11}{64} \text{ 이고 } P(A) = \frac{3}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{32} + \frac{1}{128} + \frac{3}{64} + \frac{15}{128} = \frac{33}{64}$$

이므로

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} = \frac{1}{3}$$

(2) 한 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는  $2t$ 이고,

서로 다른 분기점에서 갈라지는 두 점 사이의 최소 거리는  $10 - 2\sqrt{3}t$ 이다.

$2t \leq 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면  $2(\sqrt{3}+1)t \leq 10$ 이므로  $t \leq \frac{5}{\sqrt{3}+1} = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 이다.

또한  $2t > 10 - 2\sqrt{3}t$ 이면  $t > \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 이다.

$t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 라고 하면  $f(t) = \begin{cases} 2t & (0 < t \leq t_0) \\ 10 - 2\sqrt{3}t & (t_0 < t < \frac{5}{2}) \end{cases}$ 이다.

따라서  $\lim_{t \rightarrow t_0^-} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = 2$ ,  $\lim_{t \rightarrow t_0^+} \frac{f(t) - f(t_0)}{t - t_0} = -2\sqrt{3}$ 이므로  $f'(t_0)$ 가 존재하지 않는다.

즉, 함수  $f(t)$ 는  $t = t_0 = \frac{5(\sqrt{3}-1)}{2}$ 에서 미분가능하지 않다. 이때  $f(t_0) = 2t_0 = 5(\sqrt{3}-1)$ 이다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

2023학년도 경희대학교 논술우수자 전형에서 의약학계열(토) 오후 수학 논술고사 [문제 I-2]는 고등학교 수학과 교육과정에 근거하여 출제되었다. 수학적 개념에 대한 이해를 바탕으로 문제 해결 능력, 추론 능력, 창의·융합 능력, 의사소통 능력을 종합적으로 평가하는 문제가 출제되었다. 문제 풀이에 사용되는 수학적 개념은 조건부확률, 독립시행의 확률, 미분가능성과 연속성 등이다. 이러한 개념들은 모두 교과서에서 학습하는 기본적인 내용이며, 개념에 대한 정확한 이해와 기본적인 계산 능력을 갖추고 있다면 문제를 충분히 해결할 수 있다. 어떤 일이 일어날 가능성을 수치화하고 그래프의 성질을 심도 있게 분석하는 것은 교육과정의 범위 내에 있으며 수학적으로 관찰하고 추론한 후 적절한 근거에 기초하여 정당화할 수 있는지를 평가하고 있다.

[문제 I-2]의 (1)은 독립시행의 확률을 이용하여 조건부확률을 구하는 문제이고, (2)는 점들 사이의 거리의 최솟값을 구간에 따라 구하고 미분가능하지 않은  $t$ 의 값과 함숫값을 찾아 내는 문제이다. 이 과정에서 확률변수에 따른 조건부확률과 미분가능성에 대한 내용을 복합적으로 담고 있어 수학적 지식을 유기적으로 연결하여 사고할 수 있는 능력을 평가하고 있다.

자료를 이해하고 해석하는데 필요한 역량이 교육과정 수준에 적합하다. 문제 풀이에 이용되는 기본 개념들은 제시문을 통해 제공함으로써 학생들에게 도움을 주고자 하였다. 개념은 현행교과서에 내용을 그대로 제시하거나 교과서 등에서 접할 수 있는 익숙한 형태로 제시하였고 그림은 예시를 들어 직관적으로 이해할 수 있도록 제시하였다. 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리는 수학II와 확률과 통계 교과목의 미분가능성, 조건부확률, 독립시행의 확률 등이다. 이러한 개념들은 모두 2015 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학과 교육과정에 포함되어 있으며 다음과 같은 성취기준이 제시되어 있다.

<문제 I-2>

[12수학 II 02-03] 미분가능성과 연속성의 관계를 이해한다.

[12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.

[12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.

[12확통02-07] 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있으며, 고등학교 학생들이 이해하지 못하는 용어나 논법은 배제되어 있다. 답안 작성에 필요한 지식과 용어는 교과서의 조건부확률, 미분계수와 도함수 단원에 모두 나타나 있다. 채점기준에서 요구하는 내용은 고등학교 교육과정 수준에 적합하게 설정되어 있다. 풀이 단계별로 적절한 부분 점수를 부여할 수 있도록 채점 기준이 명료하게 설정되어 있으며 학생이 다양한 방법으로 제시한 풀이와 결과 값도 풀이과정 안에서 해석될 수 있도록 채점기준이 부여되었다.

학생이 논제를 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 시간은 적절한 것으로 사료된다. 문제 해결의 사고와 풀이에 필요한 그림이 제시되어 있어 학생이 문제를 이해하는데 도움을 받을 수 있다. 논제의 상황이 명료하여, 주어진 그림을 활용하면 주어진 시간 안에 문제의 상황을 이해하고 논제에서 요구하는 답안을 충분히 작성할 수 있을 것으로 평가된다.

답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적절한 것으로 판단된다. 논제의 답안은 단계적인 과정을 거쳐 작성하도록 되어있으며, 단계별 풀이 내용이 적절한 분량을 가지고 있고, [논제 I -2]의 종합적인 답안의 작성 분량과 난이도의 배분을 생각하였을 때, 주어진 시간 안에, 제공된 답안지의 범위 안에서 충분히 답안의 작성을 완료하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 다음 단계로 나아가지 못한 경우에도 학생이 작성한 답안의 작성 범위까지의 기본 개념을 충분히 부분점수로서 부여받을 수 있도록 답안의 내용이 구성되어 있다.

종합적으로 판단하였을 때, 의약학계열(토요일 오후)의 수학 논술 [논제 I -2]는 고등학교 수학과 교육과정 범위와 수준에서 출제되었다. 경우 나누기, 독립시행의 확률 구하기, 조건부확률 구하기, 도형의 성질을 이용하여 범위에 따른 최소 거리 찾기, 미분가능하지 않은 점 찾기 등을 평가하였으며, 평가 요소가 모두 고등학교 수학 교육과정 안에 있다. 또한 이러한 계산을 유기적으로 결합하여 주어진 문제를 해결하는 논리적 사고력을 평가하였으며, 교육과정의 성취 기준을 잘 반영하여 평가할 수 있도록 논제가 구성되었다. 고등학교 교육과정을 충실히 이수한 학생이라면 충분히 답안을 작성할 수 있도록 문제가 출제되었다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-1	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	포물선 운동, 반도체 소자, 전자기 유도, 렌츠의 법칙
예상 소요 시간	20분	

## 2. 문항 및 제시문

## II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가] 지면 위에서 비스듬히 던진 물체는 수평 방향으로 등속도로, 수직 방향으로 등가속도로 운동하면서 포물선 궤적을 그린다. 수평 방향과  $\theta$ 의 각도를 이루며 속력  $v_0$ 으로 물체를 던졌을 때, 시간  $t$ 에서 물체의 수평( $x$ ) 방향과 수직( $y$ ) 방향의 위치는 다음과 같다. 여기서  $x_0$ 과  $y_0$ 은 각각 물체의 수평 방향과 수직 방향의 처음 위치이고,  $g$ 는 중력 가속도이다.

$$x = x_0 + (v_0 \cos \theta) t$$

$$y = y_0 + (v_0 \sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$$

[나] 자석과 솔레노이드가 상대적인 운동을 하면, 솔레노이드를 통과하는 자기 선속이 변하면서 솔레노이드를 연결한 회로에 전류가 유도된다. 이러한 현상을 전자기 유도라고 하며, 유도 전류가 흐르도록 솔레노이드에 생긴 전압을 유도 기전력이라고 한다.

[다] 발광 다이오드(LED)는 p-n 접합 다이오드의 일종으로 순방향으로 연결하면 빛을 방출할 수 있다. 즉, 발광 다이오드에 순방향 전압을 걸면 전자들은 n형 반도체에서 p형 반도체 쪽으로 이동하다가 p-n 접합면에서 양공과 결합한다. 이때 전자가 잃는 에너지만큼 빛 에너지로 방출된다.

[라] 물체에 작용하는 여러 힘들의 합을 알짜힘이라 한다. 알짜힘이 물체에 작용하면 물체는 가속도 운동을 하게 되는데, 이때 물체의 가속도는 작용한 알짜힘에 비례하고 물체의 질량에 반비례한다.

[마] 처음 위치  $x_0$ 에서 처음 속도  $v_0$ 인 물체가 일정한 가속도  $a$ 로 운동하면 시간  $t$ 에서 물체의 속도  $v = v_0 + at$ 이고, 물체의 위치  $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 이다.

[바] 물체에 힘을 작용하여 힘과 나란한 방향으로 물체가 이동하였을 때, 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 정의한다. 힘이 물체에 한 일은 작용한 힘의 크기와 물체가 힘의 방향으로

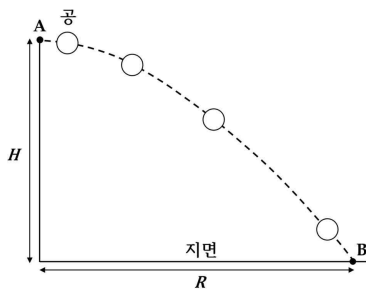
이동한 거리의 곱이다. 이때 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 변한다.

[사] 평행한 두 금속판에 부호가 반대인 전하가 각각 대전될 때, 두 금속판의 크기가 둘 사이의 간격에 비해 충분히 크다면 두 금속판 사이에는 균일한 전기장이 만들어진다. 전하량  $+q$ 인 점전하는 세기가  $E$ 인 균일한 전기장 안에서  $F=qE$ 의 전기력을 받는다. 이 점전하를 전기장 내의 한 지점에서 전기장 방향과 반대 방향으로 거리  $d$ 만큼 옮기기 위해서는  $W=qEd$ 만큼의 일을 해 주어야 한다. 이때 점전하에 해 준 일만큼 점전하의 전기적 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

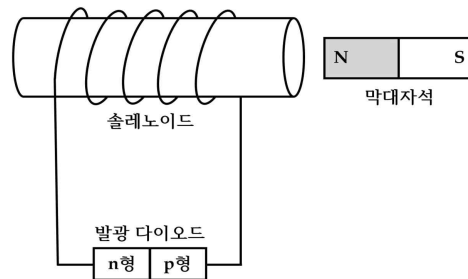
[문제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

(1) <그림 1>은 지면으로부터 높이  $H$ 에 위치한 점 A와 지면을 따라 수평 거리  $R$ 에 위치한 점 B 사이에서 중력을 받으며 운동하는 공의 위치를 나타낸다. 공의 궤적이 그림과 같을 때, 점 A에서 오른쪽 수평 방향으로 공을 던졌는지, 혹은 점 B에서 왼쪽 위 방향으로 비스듬히 공을 던졌는지를 알 수 있을까? 이를 예 또는 아니오로 답하고, 그 근거를 논술하시오. 단, 공기 저항과 공의 크기는 무시한다. (8점)

(2) <그림 2>와 같이 솔레노이드와 발광 다이오드(LED)를 직렬로 연결하였다. 솔레노이드는 정지한 채, 막대자석이 솔레노이드 근처에서 수평 방향으로 운동하고 있다. 막대자석의 운동에 의해 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 막대자석이 솔레노이드에 가까이 오고 있는지, 혹은 솔레노이드로부터 멀어지고 있는지를 알 수 있을까? 이를 예 또는 아니오로 답하고, 그 근거를 논술하시오. 솔레노이드에서 도선을 감은 방향, 막대자석의 N극과 S극의 위치, 발광 다이오드의 p형과 n형 반도체의 위치는 그림과 동일하다. (7점)



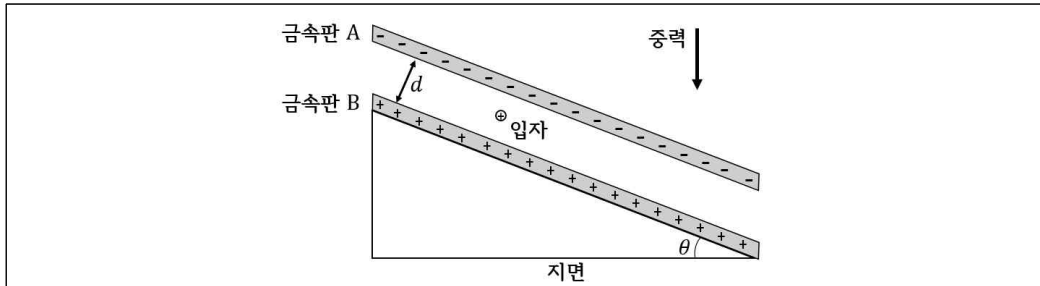
<그림 1>



<그림 2>

[문제 II-2] 제시문 [라]~[사]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

<그림 3>과 같이 두 금속판 A, B를 일정한 간격  $d$ 로 평행하게 하여 지면과의 각도가  $\theta$ 를 이루도록 하고, 금속판 A를 (-) 전하로, 금속판 B를 (+) 전하로 대전시켰다. 두 금속판 사이에는 질량  $m$ , 전하량  $+q$ 인 입자가 있다. 중력의 방향은 지면과 수직이고, 중력 가속도는  $g$ 이다. 단, 입자의 크기는 무시하고, 두 금속판의 크기는 금속판 사이의 간격  $d$ 에 비해 충분히 크며, 금속판 사이의 전기력과 중력 외의 다른 요인은 모두 무시한다.



<그림 3>

(1) 입자의 처음 속도가 0일 때, 이 입자가 운동하면서 두 금속판으로부터 멀어지거나 가까워지지 않았다. 이 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와 금속판 A, B 사이의 전위차를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

(2) 이번에는 이 입자가 두 금속판으로부터 같은 거리만큼 떨어진 곳에서 처음 속도  $v_0$ 로 운동하다가 얼마 후 금속판 A에 닿았다. 처음 속도의 방향은 오른쪽이고, 지면과 평행하다. 이 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 그리고 이 입자가 금속판에 닿는 순간까지 중력이 한 일을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

### 3. 출제 의도

과학-물리의 논제 II-1에서는 고등학교 물리학I과 물리학 II에서 다루고 있는 ‘반도체 소자’, ‘전자기 유도’, ‘포물선 운동’ 등의 개념을 이용하여 역학, 전자기장과 관련된 자연 현상을 논리적으로 탐구하는 능력을 시험하였다. 물리 법칙이나 물리 공식을 단순히 대입하는 방식으로 해답을 찾는 일차원적인 평가를 회피하고자 하였다. 논제의 제시문과 문제에서 제공된 정보와 조건을 이용하여 문제의 해결책을 체계적으로 접근하는 과정을 평가하였다. 문항 (1)에서는 중력에 의한 ‘포물선 운동’의 성질을 활용하여 처음 위치와 도착 위치가 같을 때 양쪽 방향의 운동 궤도가 같다는 사실을 증명하는 문제이다. 따라서 초기 조건이 주어졌을 때, 물체의 운동 궤적을 수학적으로 기술하는 능력이 필요하다. 문항 (2)에서는 렌츠의 법칙과 전자기 유도를 올바르게 이해하고, 이를 p-n 접합 다이오드의 동작 원리와 결합하는 복합 상황을 다루고 있다. 발광 다이오드와 같은 p-n 접합 다이오드에서는 순방향의 전압이 걸렸을 때 한 쪽 방향으로만 전류가 흐를 수 있다는 점에 착안하여 막대자석의 운동 방향을 예측할 수 있음을 깨달아야 한다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정”
관련 성취기준	1. 교과명: 과학과

	과목명: 물리학 I		관련
	성취 기준 1	[12물리 I 02-04] 종류가 다른 원소를 이용하여 반도체 소자를 만들 수 있음을 다이오드를 이용하여 설명할 수 있다.	제시문 [다]
	성취 기준 2	[12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.	제시문 [나]
	과목명: 물리학 II		관련
	성취 기준 1	[12물리 II 01-03] 평면상의 등가속도 운동에서 물체의 속도와 위치를 정량적으로 예측할 수 있다.	제시문 [가]
	성취 기준 2	[12물리 II 01-04] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 물체의 포물선 운동을 정량적으로 설명할 수 있다.	제시문 [가]
	성취 기준 3	[12물리 II 02-07] 자기선속이 시간에 따라 변화할 때 유도 기전력이 회로에 유도되는 현상에서 기전력의 크기를 구할 수 있다.	제시문 [나]

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 물리학II	김영민 외 7인	교학사	2019	32
	고등학교 물리학II	강남화 외 5인	천재교육	2018	127
	고등학교 물리학I	강남화 외 5인	천재교육	2018	112

## 5. 문항 해설

과학-물리의 논제 II-1에서는 각 문제의 조건에서 대상 물체의 운동 방향을 예측할 수 있는지에 대해 질문하고 있다. 문항 (1)에서는 두 출발점 A, B에 관계없이 공은 같은 중력을 받으며 운동하므로 출발점과 도착점에서의 처음 속도와 나중 속도가 서로 방향이 뒤바뀐 채 크기가 같다면, 같은 운동 궤도를 그리게 된다. 이는 각 상황에서 포물선 방정식을 직접 구하는 방식으로 증명할 수 있다. 문항 (2)에서는 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 전류는 시계 방향으로 흐르고, 이에 따라 왼쪽 방향으로 자기 선속을 만든다. 이는 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 N극이 솔레노이드로부터 멀어지고 있음을 의미한다. 즉, 발광 다이오드의 점등 여부를 통해 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	(i) 높이 $H$ 의 점 A에서 오른쪽 방향으로 던진 공의 궤적을 구하였다. (2점) (ii) 수평 거리 $R$ 의 점 B에서 왼쪽 방향으로 던진 공의 궤적을 구하였다. (2점) (iii) 두 궤적이 같다는 점을 보임으로써 공의 운동 방향을 결정할 수 없다는 점을 밝혔다. (4점) 문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않고, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.	8점
(2)	(i) 발광 다이오드에 흐르는 전류의 방향을 설명하였다. (1점) (ii) 솔레노이드에 흐르는 전류에 의해 발생하는 자기 선속의 방향을 설명하였다. (2점) (iii) 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다는 점을 밝혔다. (4점) 문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않고, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.	7점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 II-1]

(1) 높이  $H$ 의 점 A에서 오른쪽 수평 방향으로 속력  $v_0$ 으로 공을 던졌을 때, 시간  $t$ 에서 공의 수평( $x$ ) 방향과 수직( $y$ ) 방향의 위치는 다음과 같다.

$$x = v_0 t \quad (1)$$

$$y = H - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

식 (1)에서  $t = \frac{x}{v_0}$  이고, 이를 식 (2)에 대입하면 다음과 같은 포물선 방정식을 얻는다.

$$y = H - \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \quad (3)$$

즉, A에서 오른쪽 수평 방향으로 던진 공은 식 (3)의 궤적을 따라 운동한다.

A에서 오른쪽 수평 방향으로 던진 공이 지면에 닿을 때의 수평( $v_x$ ) 방향과 수직( $v_y$ ) 방향의 속력은 다음과 같다.

$$v_x = v_0 \quad (4)$$

$$v_y = -gt' \quad (5)$$

여기서  $t'$ 는 공이 지면에 닿을 때까지 걸린 시간이고, 식 (1)을 이용하면 다음과 같다

$$t' = \frac{R}{v_0} \quad (6)$$

수평 거리  $R$ 의 점 B에서 왼쪽 위로 비스듬히 던진 공의 수평 방향과 수직 방향 속력의 절댓값이 각각 식 (4)와 식 (5)의 절댓값과 같을 때, 시간  $t$ 초에서 물체의 수평( $x$ ) 방향과 수직( $y$ ) 방향의 위치는 다음과 같다.

$$x = R - v_0 t \quad (7)$$

$$y = \frac{gR}{v_0}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (8)$$

식 (7)에서  $t = \frac{R-x}{v_0}$  이고, 이를 식 (8)에 대입하면 다음과 같은 포물선 방정식을 얻는다.

$$y = \frac{gR^2}{2v_0^2} - \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \quad (9)$$

한편, 식 (2)를 이용하면  $t'$ 는 다음과 같다

$$t' = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (10)$$

식 (6)과 식 (10)을 이용하면, 다음의 등식이 성립한다.

$$H = \frac{gR^2}{2v_0^2} \quad (11)$$

식 (11)을 식 (9)에 대입하면, 다음과 같다.

$$y = H - \frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0}\right)^2 \quad (12)$$

∴ 식 (3)과 식 (12)는 같다. 즉, A 또는 B에서 던진 공의 궤적은 서로 같으므로, 공의 궤적을 아는 것만으로는 공의 운동 방향을 결정할 수 없다. 따라서 답은 '아니오'다.

(2) 솔레노이드를 통과하는 자기 선속이 증가하면 코일에 유도되는 기전력은 자기 선속을 감소시키는 방향으로 생긴다. 반대로 자기 선속이 감소하면 유도 기전력은 자기 선속을 증가시키는 방향으로 생긴다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다. 한편, 발광 다이오드는 p-n 접합 다이오드의 특성에 의해 순방향 전압이 걸릴 때 빛을 방출할 수 있다. 논제에서 발광 다이오드가 빛을 방출한다면, 전류는 시계 방향으로 흐르면서 왼쪽 방향으로 자기 선속을 만든다. 이는 렌츠의 법칙에 따라 막대자석의 N극이 솔레노이드로부터 멀어지고 있다는 뜻이다. 즉, 발광 다이오드의 점등 여부를 통해 막대자석의 운동 방향을 결정할 수 있다. 따라서 답은 '예'이다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

[문제 II-1]은 고등학교 물리학 I, II 교과서에서 중요하게 다루는 ‘반도체’, ‘전자기 유도’, ‘포물선 운동’의 기본적인 개념을 이용하여 중력장 내에서 공의 운동 궤적, 전자기장과 관련된 자연 현상을 논리적으로 탐구하는 능력을 평가하는 내용으로 구성 되었다. 주어진 제시문 내용을 활용하여 각 문항에서 요구하는 답을 손쉽게 도출할 수 있는 내용으로 구성되었고, 제시문과 문제 모두 고등학교 교육과정에 근거하고 있다. 학생의 문제 해결 능력과 논리적 사고력, 과학적 역량을 고교 교육과정 안에서 평가하기에 매우 적합한 수준으로, 문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량은 물리학 교육과정에서 제시하는 학습 내용과 성취기준을 기반으로 충분히 이해하고 해결할 수 있는 적절한 수준이다.

제시문 [가]~[다]는 모두 고교 교과서에서 다루는 내용으로 교육 과정에 근거하여 고등학교 물리학I과 물리학 II에서 다루고 있으며 2015 개정 교육과정의 성취 기준은 ‘[12물리 I 02-04] 종류가 다른 원소를 이용하여 반도체 소자를 만들 수 있음을 다이오드를 이용하여 설명할 수 있다.’, ‘[12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.’, ‘[12물리 II 01-04] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 물체의 포물선 운동을 정량적으로 설명할 수 있다.’에 근거하고 있고, 지문을 활용하여 자료를 이해하거나 해석하는 데 어려움이 없어 고등학교 교육과정에서 적절한 수준의 내용으로 제시 되어 학교 수업을 정상적으로 배운 학생이라면 제시문을 바탕으로 문제에 대한 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있도록 작성 되었다.

[문제 II-1]의 (1)내용은 수업 시간에 배운 포물선 운동의 개념을 이용하여 수업 시간에 배운 제시문에 주어진 공식을 이용하는 문제로 교육과정에 전혀 위배되는 내용이 없고, (2)내용도 물리학 I의 반도체 내용과 전자기 유도 현상을 배운 학생이면 너무나 쉽게 문제를 해결할 수 있어 위배 되는 내용은 없다.

과학-물리의 문제 II-1에서 제시문과 문제, 예시답안 모두 고등학교 교육과정에 충분히 근거하고 있으며 교육과정에 대해서는 논의가 필요한 내용이 없다. 채점 기준 또한 2015개정 교육과정에서 성취해야 하는 내용 요소와 성취수준을 기반으로 하며, 쉽게 출제되어 제시문을 읽고 문항을 이해한 후, 답안을 작성하는데 주어진 시간은 대체로 적정하고, 제시된 답안지 분량도 시간 안에 충분히 작성 가능한 분량으로 제시하였다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I, 물리학 II
	핵심개념 및 용어	뉴턴 운동 법칙, 역학적 에너지 보존, 등가속도 운동, 힘의 합성과 분해, 전하와 전기장, 전위차
예상 소요 시간	30분	

## 2. 문항 및 제시문

[라] 물체에 작용하는 여러 힘들의 합을 알짜힘이라 한다. 알짜힘이 물체에 작용하면 물체는 가속도 운동을 하게 되는데, 이때 물체의 가속도는 작용한 알짜힘에 비례하고 물체의 질량에 반비례한다.

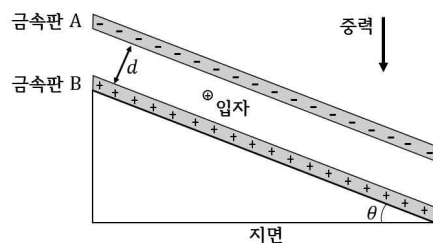
[마] 처음 위치  $x_0$ 에서 처음 속도  $v_0$ 인 물체가 일정한 가속도  $a$ 로 운동하면 시간  $t$ 에서 물체의 속도  $v = v_0 + at$ 이고, 물체의 위치  $x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$ 이다.

[바] 물체에 힘을 작용하여 힘과 나란한 방향으로 물체가 이동하였을 때, 물체에 작용한 힘이 일을 하였다고 정의한다. 힘이 물체에 한 일은 작용한 힘의 크기와 물체가 힘의 방향으로 이동한 거리의 곱이다. 이때 물체에 해 준 일만큼 물체의 운동 에너지가 변한다.

[사] 평행한 두 금속판에 부호가 반대인 전하가 각각 대전될 때, 두 금속판의 크기가 둘 사이의 간격에 비해 충분히 크다면 두 금속판 사이에는 균일한 전기장이 만들어진다. 전하량  $+q$ 인 점전하는 세기가  $E$ 인 균일한 전기장 안에서  $F = qE$ 의 전기력을 받는다. 이 점전하를 전기장 내의 한 지점에서 전기장 방향과 반대 방향으로 거리  $d$ 만큼 옮기기 위해서는  $W = qEd$ 만큼의 일을 해 주어야 한다. 이때 점전하에 해 준 일만큼 점전하의 전기적 퍼텐셜 에너지가 증가한다.

[논제 II-2] 제시문 [라]~[사]를 참고하여 다음 물음에 답하시오.

<그림 3>과 같이 두 금속판 A, B를 일정한 간격  $d$ 로 평행하게 하여 지면과의 각도가  $\theta$ 를 이루도록 하고, 금속판 A를 (-) 전하로, 금속판 B를 (+) 전하로 대전시켰다. 두 금속판 사이에는 질량  $m$ , 전하량  $+q$ 인 입자가 있다. 중력의 방향은 지면과 수직이고, 중력 가속도는  $g$ 이다. 단, 입자의 크기는 무시하고, 두 금속판의 크기는 금속판 사이의 간격  $d$ 에 비해 충분히 크며, 금속판 사이의 전기력과 중력 외의 다른 요인은 모두 무시한다.



<그림 3>

(1) 입자의 처음 속도가 0일 때, 이 입자가 운동하면서 두 금속판으로부터 멀어지거나 가까워지지 않았다. 이 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와 금속판 A, B 사이의 전위차를 구하고, 그 근거를 논술하시오. (7점)

(2) 이번에는 이 입자가 두 금속판으로부터 같은 거리만큼 떨어진 곳에서 처음 속도  $v_0$ 로 운동하다가 얼마 후 금속판 A에 닿았다. 처음 속도의 방향은 오른쪽이고, 지면과 평행하다. 이 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 구하고, 그 근거를 논술하시오. 그리고 이 입자가 금속판에 닿는 순간까지 중력이 한 일을 구하고, 그 근거를 논술하시오. (18점)

### 3. 출제 의도

논제 II 과학-물리에서는 고등학교 물리학 I 과 물리학 II에서 다루고 있는 ‘뉴턴 운동 법칙’, ‘역학적 에너지 보존’, ‘등가속도 운동’, ‘힘의 합성과 분해’, ‘전하와 전기장’ 등의 개념을 이용하여 주어진 상황에 알맞은 물리학 법칙을 찾아 적용할 수 있는 능력을 시험하였다. 논제 II-2는 대전된 평행한 금속판이 지면에 대해 기울어져 있을 때 이 안에서의 입자의 운동을 다루는 문제이다. 서로 다른 두 힘이 일정하게 작용할 때 입자에 작용하는 알짜힘을 계산하고, 이때의 궤적과 에너지 등을 구하여야 한다. 물리학적 기본 원리에 대한 이해를 바탕으로 직관력과 논리력을 발휘하면 물리 현상의 핵심을 명확하게 이해하여 문제를 해결할 수 있다. 이러한 통찰은 일반적으로 현대 사회의 복잡한 문제를 해결하고 이해하기 위해 꼭 필요한 능력이다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

#### 가) 교육과정 근거

적용 교육과정	교육부 고시 제 2015-74호[별책 9] “과학과 교육과정”		
관련 성취기준	1. 교과명: 과학과		
	과목명: 물리학 I		관련
	성취 기준 1	[12물리 I 01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선 상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.	제시문 [라]
	성취 기준 2	[12물리 I 01-06] 직선 상에서 운동하는 물체의 역학적 에너지가 보존되는 경우와 열에너지가 발생하여 역학적 에너지가 보존되지 않는 경우를 구별하여 설명할 수 있다.	제시문 [바]
	과목명: 물리학 II		관련
	성취 기준 1	[12물리 II 01-01] 평면 상에서 여러 가지 힘이 합성될 때 힘의 벡터를 이용하여 알짜힘을 구할 수 있다.	제시문 [라]
	성취 기준 2	[12물리 II 01-03] 평면상의 등가속도 운동에서 물체의 속도와 위치를 정량적으로 예측할 수 있다.	제시문 [마]
	성취 기준	[12물리 II 01-04] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 물체의 포물선	제시문 [가]

	3	운동을 정량적으로 설명할 수 있다.	
	성취 기준 4	[12물리Ⅱ01-09] 등가속도 운동에서 일-운동 에너지 관계를 설명할 수 있다.	제시문 [바]
	성취 기준 5	[12물리Ⅱ02-03] 직류 회로에서 저항의 연결에 따른 전류와 전위차 및 저항에서 소모되는 전기 에너지를 구할 수 있다.	제시문 [사]

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 물리학Ⅱ	김영민 외 7인	교학사	2019	11
	고등학교 물리학Ⅱ	김성원 외 5인	지학사	2018	16,17
	고등학교 물리학Ⅰ	곽영진 외 3인	와이비엠	2018	24
	고등학교 물리학Ⅰ	김성진 외 6인	미래엔	2018	25
	고등학교 물리학Ⅱ	김성진 외 6인	미래엔	2018	29
	고등학교 물리학Ⅱ	강남화 외 5인	천재교육	2018	61,63
	고등학교 물리학Ⅱ	김성원 외 5인	지학사	2018	113

## 5. 문항 해설

과학-물리의 논제 Ⅱ-2에서는 균일한 전기장과 중력장 안에서 작용하는 힘과 입자의 운동에 관한 문제를 출제하였다. (1)번 문항에서는 균일하게 대전된 평행판 사이에서는 전기장이 일정하게 발생함을 이해하고, 방향이 서로 다른 두 힘이 입자에 작용했을 때 알짜힘의 크기와 방향을 이해하는 능력이 필요하다. (2)번 문항에서는 입자에 일정한 힘이 가해질 때의 입자의 운동과 이에 따른 역학적 에너지의 개념을 이해하고 있는지 확인하였다. 문제를 해결하기 위해 등속도 운동과 등가속도 운동에 따른 입자의 운동 경로와 운동 에너지, 힘이 한 일의 개념을 이해해야 한다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>다음의 각 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 부분 점수를 부여한다.</p> <p>&lt;3점&gt; 입자에 작용하는 중력과 전기력의 크기와 방향을 적절히 나타내어, 논제의 조건에서 전기력과 중력의 금속판에 수직인 성분이 서로 상쇄됨을 보였다.</p> <p>&lt;4점&gt; 입자에 가해지는 알짜힘의 크기와, 논제의 조건을 만족시키기 위한 전위차를 정확히 구하였다.</p> <p>문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않으며, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.</p>	7점
(2)	<p>다음의 각 내용이 논리적으로 서술되어 있으면 부분 점수를 부여한다.</p> <p>&lt;3점&gt; 입자의 처음 속도와 입자에 가해지는 알짜힘을 적절히 고려하여, 알짜힘의 크기와 방향에 따라 등속도 운동 또는 등가속도 운동을 따름을 보였다.</p> <p>&lt;5점&gt; 입자가 금속판에 도달할 때의 시간이나 위치를 논제에서 주어진 변수들에 대해 구하였다.</p> <p>&lt;5점&gt; 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지를 논제에서 주어진 변수들에 대해 정확히 구하였다.</p> <p>&lt;5점&gt; 입자가 금속판에 닿을 때까지 중력이 한 일을 논제에서 주어진 변수들에 대해 정확히 구하였다.</p> <p>문제의 풀이 방법은 예시 답안의 서술에 국한되지 않으며, 제시한 다른 풀이 방법이 논리적으로 정당한 경우 전체 또는 부분 점수를 부여할 수 있다.</p>	18점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 II-2]

(1) 이 문제에서 입자에 가해지는 힘은 중력과, 평행한 금속판 사이의 전기장에 의한 전기력이 있다.

중력은 아래쪽 방향으로 일정하게 작용하며, 크기  $F_g = mg$  이다.

전하량이  $+q$ 인 입자에 가해지는 전기력  $F_e = qE$ 인데, 금속판 A, B의 전위차를  $V_0$ 이라 하면,

두 금속판 사이의 전기장은 크기  $E = \frac{V_0}{d}$ , 방향은 그림에서 금속판과 수직인 오른쪽 위 방향으로 일정하다. 따라서 전기력은 금속판 A로 끌려가는 방향으로 작용하며, 크기  $F_e = \frac{qV_0}{d}$ 로 두 금속판 사이에서 일정하게 작용한다.

입자의 운동은 두 힘의 합인 알짜힘에 의해 결정된다.

문제에서 처음 속도가 0인 입자가 운동할 때 금속판과 가까워지거나 멀어지지 않는다고 하였다. 이를 만족하려면 알짜힘의 금속판과 수직 방향 성분이 0이 되어야 한다. 즉, 중력의 금속판에 대한 수직 성분과, 전기력의 금속판에 대한 수직 성분을 합해 0이 되어야 한다.

금속판과 수직인 방향은 오른쪽 위로 갈수록 양의 방향이 되도록, 평행한 방향은 왼쪽 위로 갈수록 양의 방향이 되도록 하자. 그리고 알짜힘의 금속판과 수직인 방향 성분은  $F_{수직}$ 으로, 평행한 방향 성분은  $F_{평행}$ 으로 표기하자. 같은 방식으로 중력의 도체판과 수직 또는 평행한 성분을 각각  $F_{g수직}$ 과  $F_{g평행}$ 으로, 전기력의 도체판과 수직 또는 평행한 성분을  $F_{e수직}$ ,  $F_{e평행}$ 으로 정하면 아래 식과 같이 정리할 수 있다.

$$F_{수직} = F_{g수직} + F_{e수직} = -mg \cos \theta + \frac{qV_0}{d} = 0$$

$$F_{평행} = F_{g평행} + F_{e평행} = -mg \sin \theta + 0 = -mg \sin \theta$$

따라서 전위차는  $\frac{mg}{q} d \cos \theta$ 이고, 알짜힘의 크기는  $mg \sin \theta$ 임을 알 수 있다.

(2) 문제 (1)의 풀이에 따르면, 도체 표면과 알짜힘의 수직 방향 성분은 0이고, 알짜힘의 평행 방향 성분  $F_{평행} = -mg \sin \theta$ 로 입자의 위치와 상관없이 일정하다. 이렇게 힘이 가해졌을 때 입자의 움직임은 도체 표면과 수직 방향으로의 등속도 운동, 도체 표면과 평행 방향으로의 등가속도 운동으로 나타난다.

입자의 처음 속도가 지면에 대해 수평 오른쪽 방향으로, 크기는  $v_0$ 로 주어졌는데, 이를 도체 표면에 대한 수직 성분  $v_{0수직}$ 과 평행 성분  $v_{0평행}$ 으로 나누어 적으면,  $v_{0수직} = v_0 \sin \theta$ 이고  $v_{0평행} = -v_0 \cos \theta$ 이다.

입자의 처음 위치로부터의 변위를 도체판과 수직, 평행 성분으로 나누어  $x_{수직}$ ,  $x_{평행}$ 으로 표기하자. 알짜힘의 금속판과 수직인 성분이 0이고,  $v_{0수직}$ 은 0보다 크다. 따라서 입자는 금속판과 수직인 방향으로 금속판 A에 닿을 때까지 등속도 운동한다. 등속도 운동 공식을 적용하여 수직 방향 위치를 구하면  $x_{수직} = v_{0수직} t = v_0 t \sin \theta$ 이다. 입자가 금속판에 닿았을 때 수직 방향 변위는 금속판 간격의 절반인  $\frac{d}{2}$ 이므로, 이때의 시간은  $t = \frac{d}{2v_0 \sin \theta}$ 이다.

다음으로, 속도와 가속도의 금속판과 평행한 성분을 각각  $v_{0평행}$ 와  $a_{평행}$ 이라 표기하고, 금속판과 평행인 성분에 대해 등가속도 운동 공식을 적용하면  $v_{평행} = a_{평행} t + v_{0평행}$ 이다.

여기에서  $a_{평행} = \frac{F_{평행}}{m} = -g \sin \theta$ 이고,  $t$ 와  $v_{0평행}$ 은 위에서 구한 결과를 대입하여 정리하면 다음과 같다.

$$v_{평행} = -g \sin \theta \cdot \left( \frac{d}{2v_0 \sin \theta} \right) - v_0 \cos \theta = -\frac{gd}{2v_0} - v_0 \cos \theta$$

속력  $v = \sqrt{v_{수직}^2 + v_{평행}^2}$  이므로 다음 식을 얻을 수 있다.

$$v = \sqrt{(v_0 \sin \theta)^2 + \left( -\frac{gd}{2v_0} - v_0 \cos \theta \right)^2} = \sqrt{v_0^2 + gd \cos \theta + \left( \frac{gd}{2v_0} \right)^2}$$

따라서 입자가 금속판에 닿는 순간의 운동 에너지는 다음과 같다.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mgd\cos\theta + \frac{m}{2}\left(\frac{gd}{2v_0}\right)^2$$

연직 방향으로 이동한 거리를  $h$ 라 할 때 중력이 한 일  $W_g = mgh$ 이다. 입자가 이동한 연직 방향의 거리는 처음 속도와 위치가 모두 0일 때의 등가속도 운동의 거리 공식을 활용하면

$$h = \frac{1}{2}a_{\text{연직}}t^2 \text{이고, } a_{\text{연직}} = \frac{F_{\text{연직}}}{m} \text{이다.}$$

문제 (1)의 결과로부터 알짜힘의 연직 방향 성분은  $F_{\text{연직}} = F\sin\theta = mg\sin^2\theta$ 임을 구할 수 있고, 도달 시간  $t = \frac{d}{2v_0\sin\theta}$ 은 문제 (2)의 풀이 과정 중 구하였으므로, 대입하여 정리하면 중력이 한 일은 다음 식과 같다.

$$W_g = \frac{mg}{2}(g\sin^2\theta)\left(\frac{d}{2v_0\sin\theta}\right)^2 = \frac{m}{2}\left(\frac{gd}{2v_0}\right)^2$$

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정인가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정인가?</li> </ul>

[문제 II-2]는 고등학교 물리학Ⅰ과 물리학Ⅱ에서 다루고 있는 ‘뉴턴 운동 법칙’, 역학적 에너지 보존, 힘의 합성과 분해, ‘전기장과 전기력이 한 일’ 등의 개념만 알면 누구나 쉽게 논제를 해결할 수 있게 주어진 내용이다. 대전된 평행한 금속판이 지면에 대해 기울어져 있을 때 이 안에서 입자의 운동을 다루는 내용으로 (1)번 문항은 균일하게 대전된 평행한 금속판 사이에는 균일한 전기장이 형성됨을 이용하여 서로 다른 두 힘이 입자에 작용할 때 알짜힘의 크기와 두 금속판 사이에 전위차를 서술하는 내용이고, (2)번 문항은 입자에 일정한 힘이 가해질 때 운동 에너지와 중력이 한 일을 서술하는 내용으로 고등학교 물리학 교육과정을 충분히 준수하여 제시되었음을 알 수 있다.

제시문 [라]-[사]의 내용은 교육 과정에 근거하여 고등학교 물리학Ⅰ과 물리학Ⅱ에서 다루고 있으며, 2015 개정 교육과정의 성취 기준은 ‘[12물리Ⅰ01-02] 뉴턴 운동 법칙을 이용하여 직선상에서 물체의 운동을 정량적으로 예측할 수 있다.’, ‘[12물리Ⅰ01-01] 여러 가지 물체의 운동 사례를 찾아 속력의 변화와 운동 방향의 변화에 따라 분류할 수 있다.’, ‘[12물리Ⅱ01-09] 등가속도 운동에서 일-운동 에너지 관계를 설명할 수 있다.’, ‘[12물리Ⅱ02-01] 정지한 전하 주위의 전기장을 정량적으로 구하고, 전기력선으로 표현할 수 있다.’에 근거하고 있어 모든 교과서에서 공통적으로 다루는 내용을 기반으로 하고 있으며, 각 지문은 교과서 내용과 유사하여 학생들에게 이해하기 쉽게 구성되어 있다. 지문을 활용하여 자료를 이해하거나 해석하는데 어려움이 없어 고등학교 교육과정에서 적절한 수준의 내용으로 제시 되어 학교 수업을 정상적으로 배운 학생이라면 제시문을 바탕으로 논제에 대한 합리적인 결론을 누구나 이끌어 낼 수 있도록 작성 되었다.

과학-물리의 문제 II-2에서 제시문과 문제, 예시답안 모두 고등학교 교육과정에 충분히 근거하고 있다. 빗면에서 전기력과 중력의 영향을 받는 물체가 운동하면서 발생하는 역학적 상황을 예측하고 정량적으로 분석이 필요한 문항으로 학생의 논리적이고, 과학적 사고력을 평가 할 수 있는 문제이다. 논제에 대한 채점 기준 또한 2015개정 교육과정에서 성취해야 하는 내용 요소와 성취수준을 기반으로 하며, 시간과 분량의 측면에서 답안작성을 살펴보면 제시문을 읽고 문항을 이해한 후, 답안을 작성하는데 주어진 시간은 대체로 적정하고, 제시된 답안지 분량도 시간 안에 충분히 작성 가능한 분량으로 제시하였다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-3	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	화학반응식, 원자반지름, 이온반지름, 이온화에너지, 이온결합, 금속결합, 유효핵전하, 순차 이온화 에너지
예상 소요 시간	25분	

## 2. 문항 및 제시문

[가] 화학 반응은 본래의 물질과 성질이 전혀 다른 새로운 물질이 생성되는 현상이다. 화학 반응이 일어날 때 반응물과 생성물의 관계를 화학식을 이용하여 나타낸 것을 화학 반응식이라고 한다. 화살표( $\rightarrow$ )를 기준으로 반응물의 화학식은 왼쪽에 쓰고 생성물의 화학식은 오른쪽에 쓰며, 반응물이나 생성물이 두 가지 이상이면 '+'로 연결한다. 화학 반응식을 쓸 때 반응물과 생성물의 상태를 화학식 뒤의 괄호 안에 약자를 써서 표시하기도 한다. 고체는  $s$ , 액체는  $l$ , 기체는  $g$ , 수용액은  $aq$ 로 나타낸다.

[나] 원자를 구성하는 전자들은 원자핵과의 인력 때문에 원자핵 주위에서 운동하게 된다. 그런데 전자가 여러 개 있는 원자에서는 전자 사이의 반발력이 전자에 작용하는 원자핵의 인력을 약하게 만드는데, 이것을 가려막기 효과라고 한다. 가려막기 효과를 고려하여 전자에 실제로 작용하는 핵전하를 유효 핵전하라고 한다. 원자의 현대적 모형에서는 원자핵 주위에 존재하는 전자의 위치를 정확히 정의할 수 없다. 따라서 일반적으로 원자 반지름은 같은 종류의 두 원자가 결합되어 있을 때 두 원자핵 사이 거리의 반으로 정의한다. 바닥 상태 원자가 전자를 잃거나 얻어서 18족 원소의 전자 배치와 같은 안정한 이온이 되었을 때 반지름을 이온 반지름이라 한다.

[다] 원자핵과 전자 사이에는 인력이 작용하므로 원자에서 전자를 떼어 내려면 에너지가 필요하다. 원자가 양이온이 될 때는 원자핵과 인력이 가장 작은 원자가 전자가 먼저 분리된다. 기체 상태의 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소한의 에너지를 이온화 에너지라 한다. 2개 이상의 전자를 갖는 원자에서 전자를 1개 이상 떼어 내는 경우, 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지( $E_1$ )라고 하고, 두 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제2 이온화 에너지( $E_2$ )라고 한다. 이러한  $E_1, E_2, E_3, \dots$ 을 순차 이온화 에너지라고 한다.

[라] 우리 주변의 물질들은 다양한 원자들이 이온 결합, 공유 결합, 금속 결합을 하여 생성되고, 결합에 따라 녹는점, 전도성 등 물질의 성질이 달라진다. 전기적으로 중성 상태인 원자는 전자를 얻거나 잃어 이온이 될 수 있다. 전자를 잃은 양이온과 전자를 얻은 음이온이 만나 정전기적 인력이 작용하고 이 인력으로 형성된 결합을 이온 결합이라고 한다. 금속 원자에서 빠져나온 전자들은 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직이는데, 이러한 전자들을 자유 전자라고 한다. 이 자유 전자와 금속 양이온 사이의 정전기적 인력에 의해 형성되는 결합을 금속 결합이라고 한다.

[문제 II-1] 제시문 [가]~[라]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

[표 1]은 원소 A~C의 주기, 원자 반지름과 이온 반지름을, [표 2]는 원소 D와 E의 주기와 순차 이온화 에너지를 나타낸 것이다. (A~E는 임의의 원소 기호이고, 서로 다른 원소이다. A~E 이온은 안정한 이온이고 전자 배치는 비활성 기체와 같다.)

[표 1]				[표 2]					
원소	A	B	C	원소	주기	순차 이온화 에너지 (kJ/mol)			
주기	2	2	3			$E_1$	$E_2$	$E_3$	$E_4$
원자 반지름 (pm)	73	72	186	D	3	577	1816	2744	11577
이온 반지름 (pm)	140	133	102	E	3	738	1451	7733	10542

(1) 원소 A~E 중 금속 원소를 찾고 그 이유를 서술하시오. 금속 원소로 이루어진 물질은 퍼짐성과 땀침성을 갖는데 이 성질에 대해 화학 결합을 이용하여 서술하시오. (5점)

(2) 원소 D의 이온 반지름과 원소 E의 이온 반지름의 크기를 비교하고, 원소 E가 산소 기체와 반응할 때의 화학 반응식을 완성하시오. 이 반응의 생성물은 NaCl보다 높은 녹는점을 가지는데 그 이유를 논술하시오. (10점)

### 3. 출제 의도

문제 II-1에서는 고등학교 화학 I 교육 과정에서 다루는 원자구조, 전자배치, 이온화 에너지, 결합에 관한 기본 개념의 정확한 이해력과 응용 능력에 대한 평가를 하고자 하였다. 원자가 이온화가 되는 과정은 화학 I 에서 다루는 산화 환원 반응식을 완성하는데 기초가 되고, 화학 II의 분자 간 상호 작용과 연계되는 내용으므로 필수적으로 숙지해야할 내용이다. 또한, 대부분 물질의 성질이 화학결합에서 결정되므로 결합의 종류와 특성을 이해하는 것은 매우 중요하다. 그러므로 원자에 따라 가질 수 있는 결합 종류와 그에 따른 특성을 판단할 수 있는지 평가하고자 하였다. 모든 제시문과 문제는 고등학교 교과서를 기본으로 제시하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[개]	(과목명)화학 I (대영역)(1) 화학의 첫걸음 (성취기준)[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.
	[내]	(과목명)화학 I (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.

영역별 내용	
	<p>[대] (과목명)화학 I (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.</p>
	<p>[래] (과목명)화학 I (대영역)(3) 화학 결합과 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다. [12화학 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다.</p>
	<p>[매] (과목명)화학 I (대영역)(4) 역동적인 화학 반응 (성취기준)[12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.</p>
	<p>[배] (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.</p>
	<p>[새] (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르사틀리에 원리로 설명할 수 있다.</p>
하위문항	<p>논제 II-1 (1) (과목명)화학 I (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. (대영역)(3) 화학 결합과 원자의 세계 [12화학 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다.</p>
	<p>논제 II-1 (2) (과목명)화학 I (대영역)(1) 화학의 첫걸음 (성취기준)[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다. (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. (대영역)(3) 화학 결합과 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.</p>

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	노태희 외	천재교육	2022	30-31
	고등학교 화학 I	홍훈기 외	교학사	2021	86-89
	고등학교 화학 I	최미화 외	미래엔	2020	92-93
	고등학교 화학 I	장낙한 외	상상아카데미	2020	113-121
	고등학교 화학 I	황성용 외	동아출판사	2020	169-171
	고등학교 화학II	이상권 외	지학사	2020	91-97
	고등학교 화학II	박종석 외	비상교육	2020	82-90

## 5. 문항 해설

문제 II-1 (1)에서는 화학 I, 원자의 세계 단원에 나오는 원자의 구조 및 주기율표에 있는 원소의 주기성과 화학결합에서 금속 결합의 특성을 이해하고 있는지 묻는 문제이다. 제시문에서 이온 상태는 가장 안정한 이온임을 제시하였다. A, B는 2주기 원소로 원자 반지름이 이온 반지름 보다 작으므로 음이온에 해당하고, C는 3주기 원소이며 이온 반지름 보다 원자 반지름이 더 크기 때문에 금속 양이온을 의미한다. E와 F는 표에 제시된 순차적 이온화 에너지를 참고하면 D는 13족 원소, E는 2족 원소임을 판단 할 수 있다. 그러므로 금속인 원소는 C, D, E 이다. 금속 결합 물질은 자유 전자들이 한 이온에 묶여 있지 않고 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직일 수 있다. 퍼짐성과 뽕힘성을 갖는 이유는 금속 양이온이 힘을 받아 밀려나더라도 자유 전자의 재배열에 의해 결합이 유지되기 때문이다. 문제 II-1 (2)에서는 문항 1과 연계되는 내용으로 문항 1을 해결하면, 쉽게 답을 도출 할 수 있다. 원소 D는 3주기 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 3주기 원자가 전자 수가 2인 2족 원소임을 알 수 있다. D와 E가 등전자 이온 상태일 때 13족 유효 핵전하가 크기 때문에 이온 반지름이 2족 원소인 E 보다 작다. E와 산소가 반응할 때 생성되는 생성물은 EO 이고 정전기적 인력으로 이루어진 이온결합으로 구성되어 있다. NaCl과 비교했을 때 EO의 이온 전하량이 크고 이온 간의 거리가 짧기 때문에 녹는점이 높다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	금속 원소 C, D, E를 제시하고 이유를 설명: 2점. 부분 점수 없음. 금속 원소만 제시: 0점.  자유 전자의 움직임에 의해 금속 <b>결합이 유지</b> 되어 뽕힘성, 퍼짐성 유지: 3점 ※ 답안에 결합 유지가 포함되어야 함.	5점
(2)	이온화 에너지 해석하고 D는 3주기 13족 원소임, E는 3주기 2족 원소임: 2점  D와 E가 안정한 이온 상태이면 등전자 이온이므로, ( $D^{3+}$ 이고 $E^{2+}$ 일 때) 13족 원소의 유효 핵전하가 2족 원소보다 크므로 이온 반지름이 작아짐을 설명: 3점	10점

<p>※ 안정한 이온 상태일 때, <math>D^{3+}</math>와 <math>E^{2+}</math>의 전자 수가 같다는 표현이 들어가야 함.</p> <p>화학 반응식 제시: <math>2E(s) + O_2(g) \rightarrow 2EO(s)</math> : 1점  생성물은 금속 양이온(<math>E^{2+}</math>), 비금속 음이온(<math>O^{2-}</math>)의 정전기적 인력으로 결합된 이온 결합: 1점  NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고, 이온 사이의 거리가 짧음: 3점  ※ 이온 전하량 또는 이온 사이 거리만 제시: 0점  (E를 Mg로 설명해도 정답으로 인정)</p>	
--	--

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

### 화학 문제 II-1

(1) A, B는 2주기 원소로 원자 반지름이 이온 반지름 보다 작으므로 음이온에 해당. 비금속 원소임. C는 3주기 원소이며 이온 반지름 보다 원자 반지름이 더 크기 때문에 금속 양이온을 의미함. D와 E는 순차 이온화 에너지를 참고하면 D는 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소이므로 금속임. 그러므로 금속 원소는 **C, D, E**

금속 결합 물질은 자유 전자들이 한 이온에 묶여 있지 않고 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직임. 금속 양이온이 힘을 받아 밀려나더라도 자유 전자의 움직임에 의해 **결합이 유지**되어 퍼짐성과 뽀함성을 가질 수 있음.

(2) D는 이온화 에너지가  $E_3 \rightarrow E_4$  일 때 급격하게 변화, E는  $E_2 \rightarrow E_3$  일 때 급격하게 변화. D는 3주기 원자가 전자 수가 3인 13족 원소, E는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소임.

D와 E가 안정한 이온일 때 등전자 이온이므로 양성자수가 많을수록 유효 핵전하가 증가. 유효핵전하가 크면 이온 반지름이 작아짐.  
D가 E보다 유효 핵전하가 크기 때문에 D의 이온 반지름이 E보다 작음.

화학 반응식:  $2E(s) + O_2(g) \rightarrow 2EO(s)$

생성물은 금속 양이온( $E^{2+}$ ) 과 비금속 음이온( $O^{2-}$ )의 정전기적 인력으로 결합된 이온결합이므로 NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고 이온 사이의 거리가 짧기 때문에 녹는점이 높음.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

[문제 II-1]은 고등학교 화학 I 교육과정에서 다루는 원자구조, 전자배치, 이온화 에너지, 결합에 관한 기본 개념의 정확한 이해력과 응용 능력을 평가하고자 하였다. [문제 II-1]의 (1)번 문제는 제시문 (가)~(라) 내용과 관련되었으며 원소의 원자 반지름보다 이온 반지름이 작아지면 금속 원소가 되는 사실을 이해하고 있는지와 금속 결합은 자유전자를 가져 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직이는 원리에서 퍼짐성과 뽐힘성을 갖는 이유를 설명 할 수 있는지를 평가. (2)번 문제 역시 원소 D, E의 순차적 이온화 에너지를 근거로 원소의 족을 판단하고 두 원소의 이온 반지름의 크기를 비교하는 질문이다. 또 원소 E가 3주기 2족 원소임을 이해하고 산소와 반응을 할 때 화학 반응식을 완성하고 반응 후 생성물 EO와 NaCl의 녹는점을 비교하고 그 이유를 논술하는 질문이다.

[문제 II-1]의 문제는 화학 I 교육과정에 포함되고 문제를 이해하고 해결하는데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[문제 II-1]의 자료는 (가) 화학 반응식을 꾸미는 법, (나) 원자 반지름과 이온 반지름에 관한 설명, (다) 순차적 이온화 에너지, (라) 결합의 종류에 관한 내용으로 화학 I 교육과정에 포함되어 있고 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있다.

[문제 II-1]의 채점 기준은 (1)은 총 5점으로 정확하게 금속 원소를 제시하고 금속 결합이 자유전자의 움직임에 의해 뽐힘성과 퍼짐성이 유지된다고 설명(5점), (2)는 총 10점으로 이온화 에너지를 해석하여 D와 E가 각각 3주기 13족, 3주기 2족 원소임을 판단(2점) 한 후 D와 E가 안정한 이온이 되었을 때 이온 반지름을 비교할 수 있어야 하는데 D와 E가 이온이 되면 등전자 이온이 되고 핵 전하량의 차이에 의해 이온 반지름을 비교할 수 있는지 판단한다.(3점) E와 산소( $O_2$ )의 반응식을 완성할 수 있는지 판단(1점), 생성물 EO는 금속 양이온( $E^{2+}$ ), 비금속 음이온( $O^{2-}$ )의 정전기적 인력으로 결합 된 이온 결합임을 설명하고(1점), NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고, 이온 사이의 거리가 짧음을 설명하면(3점) 된다. (2)번 문항의 배점은 동점자를 구분하기에 적합하고 정확하게 답이 정해져 있는 문제라 채점하기에도 좋은 문제라 판단된다. 채점 기준과 요구하는 내용이 고등학교 교육과정에 근거하고 있다.

[문제 II-1]의 예시 답안은 (1) A, B는 2주기 원소, 원자 반지름이 이온 반지름보다 작아 음 이온이 되므로 비금속 원소이다. C는 3주기 원소이고 이온 반지름보다 원자 반지름이 더 크므로 금속 양이온이 됨을 의미함. 순차적 이온화 에너지를 참고하면 D는 13족, E는 2족이므로 금속이다. 따라서 금속 원소는 C, D, E 금속 결합 물질은 자유전자들이 한 이온에 묶여 있지 않고 금속 양이온 사이를 자유롭게 움직이므로 금속 양이온이 힘을 받아 밀려나더라도 자유전자의 움직임에 의해 결합이 유지되어 퍼짐성과 뽐힘성을 가질 수 있다.

(2) D는 이온화 에너지가  $E_3 \rightarrow E_4$ 일 때 급격하게 변화, E는  $E_2 \rightarrow E_3$ 에서 급격하게 변화므로 D는 원자가 전자 수가 3인 3주기 13족 원소, E는 원자가 전자 수가 2인 2족 원소이다. D와 E가 안정한 이온이 되면 등전자 이온이 되고 핵 전하량이 많을수록 유효 핵전하가 커져서 이온 반지름이 작아진다. D가 E보다 유효 핵 전하량이 크므로 이온 반지름은 E보다 작다. 화학 반응식은  $2E(s) + O_2(g) \rightarrow 2EO(s)$  이고 생성물은 금속 양이온( $E^{2+}$ )과 비금속 음이온( $O^{2-}$ )의 정전

기적 인력으로 결합 된 이온결합이므로 NaCl보다 EO의 이온 전하량이 크고 이온 사이의 거리가 짧아 녹는점이 높다. 예시 답안은 화학 I 교육과정의 성취기준에 근거하고 있고 답안 작성 시간과 분량이 수험생의 수준에 적합하다.

[문제 II-1]은 문제, 자료, 채점 기준, 예시 답안이 고등학교 교육과정의 범위와 수준에 적합하다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-4	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I, 화학 II
	핵심개념 및 용어	동적 평형, 평형 상수, 반응 지수, 평형 이동, 르샤틀리에 원리
예상 소요 시간	25분	

## 2. 문항 및 제시문

[마] 화학 반응 중 반응물이 생성물로 변하는 정반응과 생성물이 반응물로 변하는 역반응이 모두 일어나는 반응을 가역 반응이라고 하며, 가역 반응에서 반응물과 생성물의 농도가 더는 변하지 않고 일정하게 유지되는 상태를 화학 평형이라고 한다. 화학 평형 상태에서는 정반응과 역반응이 같은 속도로 일어나 겉으로는 반응이 정지한 것처럼 보이는데, 이와 같은 평형 상태를 동적 평형 상태라고 한다.

[바] 일반적으로 A와 B가 반응하여 C와 D를 생성하는 화학 반응에서 평형에 도달했을 때 항상 일정한 값을 나타내는 농도비를  $K$ 라고 한다.

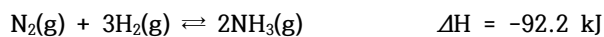
$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \quad K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

이때  $K$ 를 평형 상수라고 하며, 평형 상수는 온도가 일정하면 농도와 관계없이 일정한 값을 갖는다. 반응이 평형에 도달하지 않았을 때, 반응물과 생성물의 농도를 평형 상수 식에 넣어 계산한 값을 반응 지수( $Q$ )라고 한다.

[사] 1884년 프랑스의 르샤틀리에(Le Châtelier, H. L.)는 '화학 반응이 평형 상태에 있을 때 농도, 온도, 압력과 같은 반응 조건을 변화시키면 그 변화를 감소시키는 방향으로 반응이 진행되어 새로운 평형에 도달한다.'라고 주장하였는데, 이를 르샤틀리에 원리 또는 평형 이동 법칙이라고 한다.

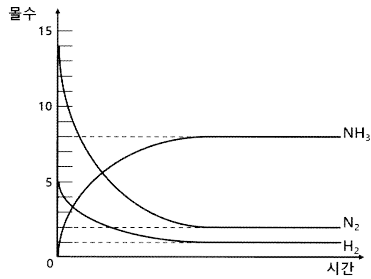
[문제 II-2] 제시문 [마]~[사]를 참고하여 다음 질문에 답하시오.

농산물 생산량의 증가에 큰 역할을 하는 질소비료의 주성분인 암모니아는 1906년 하버에 의하여 제시된 공기 중의 질소와 수소의 반응을 통해 대량으로 합성할 수 있게 되었으며, 그 화학 반응식은 다음과 같다.



<그림 1>은 온도  $T$  K의 500 mL 용기 속에  $N_2$  5몰과  $H_2$  14몰을 넣고 반응시켰을 때 시간에

다른  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ 의 몰수 변화를 나타낸 것이다.



<그림 1>

<표 3>

반응	처음 농도(몰/L)		
	$N_2$	$H_2$	$NH_3$
I	2	1	2
II	1	2	3
III	3	1	3

(1) 온도  $T$ K에서 <표 3>과 같이 처음 농도를 달리하여 반응을 진행하였을 때, I ~ III 반응의 반응 초기에 정반응과 역반응 중 어느 반응이 우세하게 일어나는지 각각 논술하시오. (15점)

(2) 평형 상태에서 암모니아의 수득률을 늘리기 위한 반응의 조건을 르샤틀리에 원리에 기반하여 논술하시오. (10점)

### 3. 출제 의도

논제 II-2에서는 고등학교 화학 I 과 II의 교육 과정에서 다루는 가역 반응에서의 동적 평형, 화학 평형, 평형 상수, 화학 평형 이동 등의 기본 개념에 대한 정확한 이해력과 응용 능력에 대한 평가를 하고자 하였다. 이를 위하여 교육 과정에서 다루고 있는 암모니아 합성을 이용하여 화학 반응의 조건에 따른 반응의 진행 방향을 추론하는 문제를 구성하고 평형 이동 법칙인 르샤틀리에 원리를 통한 생성물의 수득률 조절에 관한 이해를 종합적으로 평가하고자 하였다. 각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교육 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다. 각 영역의 단편적인 지식의 습득 유무보다는 통합적인 이해와 논리적인 설명과 함께 실용적인 응용을 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	[가]	(과목명)화학 I (대영역)(1) 화학의 첫걸음 (성취기준)[12화학 I 01-04] 여러 가지 반응을 화학 반응식으로 나타내고 이를 이용해서 화학 반응에서의 양적 관계를 설명할 수 있다.

영역별 내용	
	<p>[내] (과목명)화학 I (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.</p>
	<p>[대] (과목명)화학 I (대영역)(2) 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다.</p>
	<p>[래] (과목명)화학 I (대영역)(3) 화학 결합과 원자의 세계 (성취기준)[12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다. [12화학 I 03-03] 공유 결합, 금속 결합의 특성을 이해하고 몇 가지 물질의 성질을 결합의 종류와 관련지어 설명할 수 있다.</p>
	<p>[매] (과목명)화학 I (대영역)(4) 역동적인 화학 반응 (성취기준)[12화학 I 04-01] 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있다.</p>
	<p>[배] (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.</p>
	<p>[새] (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르사틀리에 원리로 설명할 수 있다.</p>
하위문항	<p>논제 II-2 (1) (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-03] 가역 반응에서 동적 평형을 이해하고, 평형 상수를 이용해서 반응의 진행 방향을 예측할 수 있다.</p>
	<p>논제 II-2 (2) (과목명)화학 II (대영역)(2) 반응 엔탈피와 화학 평형 (성취기준)[12화학 II 02-04] 농도, 압력, 온도 변화에 따른 화학 평형의 이동을 관찰하고 르사틀리에 원리로 설명할 수 있다.</p>

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	노태희 외	천재교육	2022	30-31
	고등학교 화학 I	홍훈기 외	교학사	2021	86-89
	고등학교 화학 I	최미화 외	미래엔	2020	92-93
	고등학교 화학 I	장낙한 외	상상아카데미	2020	113-121
	고등학교 화학 I	항성용 외	동아출판사	2020	169-171
	고등학교 화학II	이상권 외	지학사	2020	91-97
	고등학교 화학II	박종석 외	비상교육	2020	82-90

## 5. 문항 해설

문제 II-2의 (1)에서는 화학 평형에서 평형 상수를 구하고 화학 반응의 초기 조건에 따른 반응 지수와 비교하여 반응의 진행 방향을 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다. 문제 II-2의 (2)에서는 평형 이동 법칙인 르샤틀리에의 원리를 실질적인 응용인 암모니아 수득률과 관련지어 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>평형 상수 <math>K</math>를 올바르게 계산함: 5점</p> <p>반응 I, II, III의 반응 지수를 올바르게 계산함: 5점</p> <p>평형 상수와 반응 지수의 크기 비교를 통하여 반응 I, II, III의 우세 반응을 올바르게 설명함: 5점</p> <p>반응 I은 평형, 우세 반응 없음, 정반응과 역반응이 동일함 등 평형에 대한 표현을 모두 맞는 것으로 채점함</p>	15점
(2)	<p>암모니아의 수득률을 증가시키기 위해서는 평형이 정반응 쪽으로 이동하여 새로운 평형을 만들어야 함을 서술함: 1점</p> <p>암모니아 생산 반응에서 반응물의 농도를 높이거나 생성물의 농도를 낮추어야 수득률이 증가함을 설명함: 3점 (두 가지 경우를 모두 제시하여야 3점, 하나만 제시하면 1점)</p> <p>암모니아 생산 반응에서 정반응은 발열반응이며 온도를 낮추어야 수득률이 증가함을 설명함: 3점</p> <p>암모니아 생산 반응에서 정반응은 기체의 양이 감소하는 반응이며 압력을 증가시켜야 수득률이 증가함을 설명함: 3점</p>	10점

## 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 II-2]

(1) 평형에 도달하였을 때  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ 의 몰농도는 각각 2몰/L, 4몰/L, 16몰/L임.  
 평형 상수  $K$ 는 아래와 같이 구함.

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{16^2}{2 \times 4^3} = 2$$

표에 주어진 반응 1~3의 반응 지수는 아래와 같이 구함.

$$\text{반응 1의 반응 지수 } Q_1 = \frac{2^2}{2 \times 1^3} = 2$$

$$\text{반응 2의 반응 지수 } Q_2 = \frac{3^2}{1 \times 2^3} = 1.125$$

$$\text{반응 3의 반응 지수 } Q_3 = \frac{3^2}{3 \times 1^3} = 3$$

정반응과 역반응 중 우세 반응은 평형상수  $K$ 와 반응 지수  $Q$ 의 크기 비교를 통하여 아래와 같이 구할 수 있음.

$K > Q$ 이면 정반응 우세,  $K = Q$ 이면 평형,  $K < Q$ 이면 역반응 우세

따라서, 반응 I은 평형, 반응 II는 정반응 우세, 반응 III은 역반응 우세 임.

(2) 암모니아의 수득률을 증가시키기 위해서는 평형을 정반응 쪽으로 진행시켜 새로운 평형을 만들어야 하며, 르샤틀리에 원리에 의해 물질의 농도, 반응 온도, 반응 압력을 조절하여 새로운 평형을 만들 수 있음.

반응물의 농도를 높이거나 생성물의 농도를 낮추면 암모니아가 생성되는 정반응 쪽으로 새로운 평형이 이동하여 암모니아의 수득률이 증가함.

암모니아가 생성되는 정반응은 발열 반응임. 발열 반응은 온도를 낮추면 정반응 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가함.

암모니아 생성 반응은 기체의 반응으로 압력에 의해 평형이 이동할 수 있음. 압력을 증가시키면 기체의 양이 감소하는 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가함.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

[문제 II-2]는 화학 II 교육과정 중 화학 평형에서 평형 상수를 구하고 화학 반응의 초기 조건에 따른 반응 지수와 비교하여 반응의 진행 방향을 추론할 수 있는지를 평가하고 평형 이동 법칙인 르샤틀리에의 원리를 실질적인 응용인 암모니아 수득률과 관련지어 설명할 수 있는지를 평가한다.

[문제 II-2]의 문제 (1)번은 제시문 (사)~(아) 관련으로 가역 반응에서 동적 평형 상태를 설명할 수 있고 평형 상수 K와 반응 지수 Q를 계산하여 반응 초기에 정반응과 역반응 중 어느 반응이 우세할지 판단한다. (2)는 평형 상태에서 암모니아의 수득률을 늘리기 위한 반응의 조건을 르 샤틀리에의 원리에 기반하여 논술하는 문제이다.

문제는 화학 I 과 화학 II 고등학교 교육과정에 포함되고 문제를 이해하고 해결하는데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

[문제 II-2]의 자료는 (마) 동적 평형 상태, (바) 평형 상수 K, (사) 평형 이동의 법칙 즉 르 샤틀리에의 원리로 화학 I, 화학 II 교육과정에 포함되어 있고 자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있다.

[문제 II-2]의 채점 기준에서 (1)은 총 15점 배점이며 평형 상수 K를 올바르게 계산(5점), 반응 I, II, III의 반응 지수를 올바르게 계산함(5점), 평형 상수와 반응 지수의 크기 비교를 통해 반응 I, II, III의 우세 반응을 올바르게 설명한다(5점). (2)는 총 10점 배점이며 암모니아의 수득률 증가를 위해서 정반응으로 이동하여 새로운 평형을 만들어야 함(1점)과 암모니아의 생산반응에서 반응물의 농도 증가, 생성물의 농도 감소시키면 수득률 증가(3점). 또 온도 영향에서 정반응이 발열반응이므로 온도가 낮추어지면 수득률 증가(3점), 정반응은 기체의 양이 감소하는 반응이어서 압력을 증가시켜야 수득률이 증가함(3점)으로 농도, 온도, 압력의 효과 조건을 모두 설명해야 한다(단, 농도 설명할 때 한 가지만 설명하면 부분 점수를 부여한다(1점)). 채점 기준과 요구하는 내용이 고등학교 교육과정에 근거하고 있다.

[문제 II-2]의 예시 답안은 (1) 평형 농도를 그래프에서 찾아 몰농도로 환산하면  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ 의 몰농도는 각각 2몰/L, 4몰/L, 16몰/L이다.

$$\text{따라서 평형상수 } K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{16^2}{2 \times 4^3} = 2$$

표에 주어진 반응 지수는

$$\text{반응 1의 반응 지수 } Q_1 = \frac{2^2}{2 \times 1^3} = 2$$

$$\text{반응 2의 반응 지수 } Q_2 = \frac{3^2}{1 \times 2^3} = 1.125$$

$$\text{반응 3의 반응 지수 } Q_3 = \frac{3^2}{3 \times 1^3} = 3$$

$K > Q$ 이면 정반응 우세,  $K = Q$ 이면 평형,  $K < Q$ 이면 역반응 우세

따라서, 반응 I 은 평형, 반응 II는 정반응 우세, 반응 III은 역반응이 우세하다.

예시 답안 (2)는 암모니아의 수득률을 증가시키기 위해서는 평형을 정반응 쪽으로 진행시켜 새로운 평형을 만들어야 하며, 르샤틀리에 원리에 의해 물질의 농도, 반응 온도, 반응 압력을 조절하여 새로운 평형을 만들 수 있다.

1) 반응물의 농도를 높이거나 생성물의 농도를 낮추면 암모니아가 생성되는 정반응 쪽으로 새로운 평형이 이동하여 암모니아의 수득률이 증가한다.

2) 암모니아가 생성되는 정반응은 발열 반응임. 발열 반응은 온도를 낮추면 정반응 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가한다.

3) 암모니아 생성 반응은 기체의 반응으로 압력에 의해 평형이 이동할 수 있다.

압력을 증가시키면 기체의 양이 감소하는 쪽으로 반응이 일어나 새로운 평형에 도달하므로 암모니아의 수득률이 증가한다. 예시 답안은 화학 I, 화학 II 교육과정에 근거하고 답안 작성 시간과 분량이 수험생의 수준에 적합하다. [논제 II-2]의 문제, 자료, 채점 기준, 예시 답안 모두 고등학교 교육과정에 근거하고 있다.

## [경희대학교 문항정보]

## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-5	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	상염색체 유전, 성염색체 유전, 가계도 분석
예상 소요 시간	15분	

## 2. 문항 및 제시문

## II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

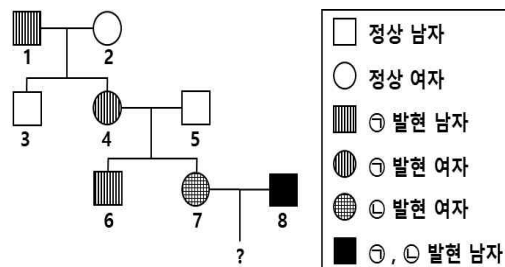
[가] 상동 염색체의 같은 위치에는 하나의 형질을 결정하는 유전자가 있는데 이를 대립유전자라 한다. 어떤 형질에 대한 우열 관계가 분명한 한 쌍의 대립유전자가 이형접합성일 때 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않는 형질을 열성이라 한다. 사람의 체세포는 모양과 크기가 같은 염색체가 2개씩 쌍을 이룬 22쌍의 상염색체와 성에 따라 차이를 보이는 한 쌍의 성염색체를 가진다.

[나] 상염색체 유전 형질은 성별과 관계없이 자손에게 유전되어 남녀 모두에서 동일한 빈도로 나타난다. 성염색체 유전 형질은 자손의 성별에 따라 나타나는 빈도가 다른데 이는 자손이 가지는 성염색체의 구성이 성별에 따라 다르기 때문이다.

[다] 가계도는 가족 구성원의 관계와 특정 형질의 발현 유무를 나타낸다. 가계도를 분석하면 형질의 유전 양상과 가족 구성원의 표현형 및 유전자형을 파악하거나 확률을 예측할 수 있다.

[논제 II-1] 제시문 [가]~[다]를 참고하여 다음 논제에 답하시오.

오른쪽 그림은 어떤 집안의 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 가계도이다. ㉠은 대립유전자 A와 A\*에 의해 결정되며, 1과 2는 A와 A\* 중 한 종류씩만 가진다. ㉡은 대립유전자 B와 B\*에 의해 결정된다. 각 대립유전자의 우성과 열성의 관계는 분명하다. (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)



(1) 유전병 ㉠과 ㉡이 우성 유전인지 열성 유전인지 판단하고, 각 유전병이 상염색체 유전인지 성염색체 유전인지 논술하시오. (10점)

(2) 7과 8의 자손에게서 유전병 ㉠과 ㉡이 나타날 가능성을 이 자손의 성별에 따라 구분하여 논술하시오. (5점)

### 3. 출제 의도

2023학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학 I과 II 교과에 공통으로 나오는 IV. 유전과 IV. 유전자의 발현과 조절 단원의 내용으로 구성하였다.  
 논제 II-1은 가계도에 나타난 세대 간 유전병의 발생을 이용하여 두 가지 유전병의 유전 형질이 성염색체에 있는지 상염색체에 있는지 우성인지 열성인지를 파악하고 자손의 성별에 따라 나타날 유전병의 확률을 판단하여 논술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

### 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
제시문	[개] 생명과학 I (4) 유전 [12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색 분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다.
	[내] 생명과학 I (4) 유전 [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.
	[대] 생명과학 I (4) 유전 [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.
하위문항	논제 II-1 생명과학 I (4) 유전 [12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색 분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학I	오현선의외	미래엔	2018	130-133, 140-144
	생명과학I	심규철외	비상교육	2018	117, 130-136
	생명과학I	이용철외	와이비엠	2019	125, 141-146
	생명과학I	김윤택외	동아출판	2018	120, 135-140
	생명과학I	권혁빈외	교학사	2018	125-126, 134-141
	생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	140-141, 148-151
	생명과학I	이준규외	천재교육	2018	121-122, 136-138
	생명과학I	전상학외	지학사	2018	114-115, 126-129

## 5. 문항 해설

문제 II-1은 가계도에 나타난 세대 간 유전병의 발생을 이용하여 두 가지 유전병의 유전 형질이 우성인지 열성인지를 파악하고 자손에서 나타날 유전병의 가능성을 판단하여 논술하도록 하였다.

(1) 각 유전병을 결정하는 유전자의 성/상염색체 위치와 우/열 관계를 판단하여 논술하도록 하였다.

(2) 가계도 분석을 통해 자손에서 나타날 유전병의 가능성을 자손의 성별에 따라 구분하여 논술하도록 하였다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	<p>유전병 ㉠의 경우,            ① 3과 4를 통해 유전병 ㉠이 성염색체 X에 존재함을 기술하거나 성염색체 유전임을 논리적으로 논술하면 (3점)            ② A인지 A* 관계없이 (또는 언급 없이, 또는 A인지 A* 둘 중 하나를 병 결정 유전자라 가정하며) 병 결정 유전자가 우성임을 논리적으로 논술 (2점)</p> <p>유전병 ㉡의 경우,            ③ 4와 5의 부모에서 없던 형질이 자손 딸에게 나타났음을 논술(1점)하며 상염색체에 존재함을 기술하거나 상염색체 유전임을 논리적으로 논술 (2점)            ④ B인지 B* 관계없이 (또는 언급 없이, 또는 B인지 B* 둘 중 하나를 병 결정 유전자라 가정하며) 병 결정 유전자가 열성임을 논리적으로 논술 (2점)</p>	10점
(2)	<p>① ㉠에 대해서, 자손이 아들일 경우 모두 정상 (1점), 딸일 경우 모두 병 발생(1점)            ② ㉡에 대하여, 아들과 딸 모두 유전병을 가짐 (2점) (아들과 딸로 구분하여 논술할 경우 각 1점)            ③ ①과 ② 경우에 대해 7과 8의 유전형질을 근거로 ①과 ②의 답을 논리적으로 논술 (1점)</p>	5점

### 7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

(1) 유전병 ㉠의 경우, 1과 2가 A와 A\*중 한 종류씩만 가지므로 이들 유전자가 상염색체 유전이라면 자손 아들 3과 딸 4는 모두 병을 가지거나 모두 병을 가지지 않아야 한다. 하지만 가계도에서 아들 3은 정상이며, 1의 유전병이 딸 4에게 유전되었으므로 이 유전자는 성염색체인 X 염색체에 존재하며 병을 결정하는 대립유전자는 우성이다. 유전병 ㉠의 경우 4와 5에서 없던 형질이 자손에게 나타났으므로 이 유전병의 유전은 상염색체유전이며 병을 결정하는 유전자는 열성이고 두 부모는 BB\* 이형접합이어야만 한다.

(2) 7은 유전병 ㉠을 결정하는 유전자는 열성 동형접합이며, 8은 우성 대립유전자를 X 염색체에 가지고 있으므로 자손이 아들일 경우 모두 유전병 ㉠에 대해서는 정상이다. 자손이 딸일 경우 8로부터 전달되는 유전병 ㉠유전자를 무조건 하나 가진 X 염색체를 가지므로 항상 유전병 ㉠에 걸린다. 하지만 7과 8은 유전병 ㉠ 유전자 열성 동형접합체를 가진 사람들로 그 자손은 성별과 상관없이 항상 유전병 ㉠을 가진다.

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

## 1. 제시문 및 자료 분석

제시문 [가]~[다]는 모두 고등학교 과학과 교육과정 생명과학 I 의 영역별 내용 요소를 주요 개념으로 하고 있다. 각 제시문에서 다루고 있는 핵심 개념은 아래 표와 같다.

제시문	관련 교과	관련 단원	핵심 개념	교육과정 준수 여부
[가]	생명과학 I	IV-(4) 유전	상동 염색체와 대립유전자, 우성과 열성, 상염색체, 성염색체, 염색체의 구조, DNA와 유전자의 관계, 염색체 조합	준수함
[나]	생명과학 I	IV-(4) 유전	사람의 유전, 가계도, 상염색체 유전과 성염색체 유전	준수함
[다]	생명과학 I	IV-(4) 유전	사람의 유전, 가계도 분석, 상염색체 유전과 성염색체 유전	준수함

위 표에서 볼 수 있는 것처럼, 각각의 제시문은 고등학교 교과서에 나오는 개념에 대한 설명 혹은 그 수준으로 기술되어 있다. 특히 제시문 [가]와 [나]는 [문항 II-1]을 해결하기 위해 반드시 알아야 할 개념(상동 염색체와 대립유전자, 우성과 열성, 사람의 염색체 구성, 상염색체 유전과 성염색체 유전)을 설명하고 있어, 정상적으로 교육과정을 이수한 학생들이라면 [문항 II-1]에서 요구하는 문제 해결의 핵심 개념이 무엇인지 쉽게 파악할 수 있다. 따라서 제시문 및 제공되는 자료 모두 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

## 2. 문제 및 논제 분석

제시문 [가]~[다]를 읽고 답하는 [문항 II-1]의 논제 내용과 논제에서 요구하는 개념, 그리고 논제에 제공된 자료의 형태와 내용을 분석하여보면 아래 표와 같다.

논제	논제 내용 분석	논제에서 요구하는 개념	자료 분석	교육과정 준수 여부
II-1	(1) 주어진 가계도와 정보를 바탕으로 각 유전병에 대한 유전자의 우열 관계를 판단하고, 염색체상의 위치를 판단하기.	염색체, 유전체, 대립유전자의 우열 관계 파악, 상염색체에 의한 유전, 성 염색체에 대한 유전	가계도	준수함
	(2) (1)에서 판단한 정보를 바탕으로 유전병㉠, ㉡이 나타날 가능성을 자손의 성별에 따라 구분하여 서술하기.	대립유전자의 우열 관계 파악, 상염색체에 의한 유전, 성 염색체에 대한 유전		준수함

위 표에서 볼 수 있는 것처럼 [문항 II-1]의 내용은 생명과학 I 교육과정의 성취기준 [12생과 I 04-01]~[12생과 I 04-03]을 근거로 하고 있다. 각 성취기준에서 요구하는 개념을 토대로 유전병 ㉠과 ㉡의 특성을 판단하도록 하고 있다. 특히 논제에서 유전병 ㉠과 ㉡에 대한 정보는 문제

해결을 위한 조건을 제공하였고, 이 조건과 가계도 모두는 고등학교 교육과정에서 명시된 수준이다.

[문항Ⅱ-1-(1)]에서 가계도에 드러난 유전자 발현 여부를 통하여 각 유전자의 우열 관계를 판단하고, 각 유전자의 염색체상의 위치를 판단하도록 요구하고 있는데, 이는 생명과학 I 교육과정에서 요구하는 성취수준과 일치한다. 또한 정상적으로 교육과정을 이수한 학생이라면 가계도를 근거로 유전병 ㉠은 X 염색체 우성 유전 형질이고, 유전병 ㉡은 상염색체 열성 유전 형질임을 알아낼 수 있다.

한편 [문항Ⅱ-1-(2)]는 [문항Ⅱ-1-(1)]에서 알아낸 정보를 바탕으로 유전병 ㉠, ㉡이 나타날 가능성을 자손의 성별에 따라 구분하여 설명하도록 하고 있는데, 이는 정상적으로 교육과정을 이수한 학생이라면 충분히 논리적으로 해결할 수 있는 수준이다.

이를 종합적으로 판단해 볼 때, [문항Ⅱ-1]의 문제와 자료는 모두 고등학교 교육과정을 준수하고 있으며, 이 논제를 이해하고 해결하는데 필요한 역량 역시 교육과정 수준에 적합하다고 볼 수 있다. 다만, 제시된 자료와 제시문이 평이하여 의·약학 계열을 지망하는 최상위권 학생들에게는 매우 쉽게 느껴질 수 있다.

### 3. 채점 기준 및 답안 작성의 특성

각 논제의 모범 답안과 각 답안에서 반드시 다루어야 하는 2015개정 교육과정의 성취수준을 분석하면 아래 표와 같다.

논제	채점 기준	관련 교육과정 내용영역 및 성취수준	교육과정 준수 여부
Ⅱ-1	(1) 주어진 가계도의 3과 4를 통하여 유전병 ㉠에 대한 유전자가 성염색체 X위에 있으며, 병결정 유전자가 우성임을 논리적으로 판단할 수 있는가? 유전병 ㉡의 경우 부모에게 없던 형질이 자손 딸에게 나타났음을 근거로 병결정 유전자가 상염색체 위에 있는 열성유전자임을 논리적으로 판단할 수 있는가?	[12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.	준수함
	(2) (1)에서 판단한 유전병 ㉠과 ㉡의 유전적 특성을 이용하여 가계도의 7과 8의 유전형질을 판단하고, 이를 근거로 자손의 성별에 따라 유전병 ㉠과 ㉡이 어떻게 나타나는지를 논리적으로 기술 할 수 있는가?	[12생과 I 04-02] 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합을 이해하고, 이 과정을 통해 유전적 다양성을 획득할 수 있음을 설명할 수 있다. [12생과 I 04-03] 사람의 유전 현상을 가계도를 통해 이해하고, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 설명할 수 있다.	준수함

표에서 볼 수 있는 것처럼 [문항Ⅱ-1]의 세부 논제에 대한 채점 기준은 2015개정 교육과정에서 성취해야 하는 내용 요소와 성취수준을 기반으로 하고 있다. 또한, 채점 기준이 매우 세분화되어 있어 최상위권 학생들의 답안을 세밀하게 분석하여 채점할 수 있도록 제공하고 있다. 이를 통하여 학생들이 주어진 자료를 충분히 이용하여 문제를 해결하고 그 과정이 논리적이고 과학적으로 서술되는지를 세세하게 채점함으로써 학생간 변별력을 높이도록 구성되어 있다. 하지만 논제 자체가 매우 평이한 수준이라 채점 기준이 좀 더 섬세하게 제시될 필요가 있다.

예를 들어 [문항Ⅱ-1-(1)]에서 우열의 판단 및 유전자의 위치 판단을 위한 근거를 서술할 때 제시된 유전자형(A, A\* / B, B\*)과 유전병 ㉠, ㉡의 연결이 틀렸을 경우, 어떻게 할 것인지, 논리적 서술시 나타낼 수 있는 유사 답안에 대한 부분 점수 등에 대한 섬세한 기준을 세워 학생간 변별력을 높일 수 있다.

한편, 각 논제의 문항을 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 총 시간은 120분이다. 의학계열 학생들의 논술고사 과목의 배점을 기준으로 문제Ⅱ(과학-생명과학)에 배정된 시간은 약 40분 내외가 될 것으로 추정할 수 있다. 제시된 제시문의 양과 [문항Ⅱ-1]의 내용과 분량을 종합적으로

살펴보았을 때, 제시문 및 논제를 읽고 문제를 파악한 후 대략적인 답안을 구성하는데 5~7분이면 충분하다. 또한 답안을 작성하고 검토하는데 각각 약 10분 내외가 소요될 것으로 예상되므로, 주어진 시간은 적정하다고 판단할 수 있다.

#### 4. 종합의견

2023학년도 경희대학교 [문항Ⅱ-1]의 모든 자료와 논제들은 모두 고등학교 교육과정의 내용 영역과 성취수준에 맞게 출제되어 있으며, 평가하고자 하는 개념 및 능력 역시 교육과정 성취목표를 준수하고 있다. 또한, 각 논제를 해결할 때 데이터를 해석할 때 중점적으로 보아야 하는 개념이 무엇인지를 정확하게 파악하고 있는지, 주어진 자료를 바탕으로 과학적이고 논리적으로 문제를 해결할 수 있는지를 볼 수 있도록 구성되어 있다. 또한, 변별력을 높일 수 있도록 채점 기준이 세워져 있다. 다만, 의·약학 계열에 응시하는 학생들이 최상위권의 성취를 보이는 학생임을 감안하면, 제시된 자료와 제시문이 매우 평이하여 학생들에게 쉽게 느껴질 수 있다. 학생간의 변별력을 높이려면 채점 기준이 좀 더 세밀하고, 엄격해야 한다.

이를 종합적으로 살펴보았을 때 2023학년도 경희대학교 논술 [문항Ⅱ-1]의 자료와 논제, 채점 기준 모두 교육과정에 맞게 구성되어 있다고 볼 수 있다.

# [경희대학교 문항정보]

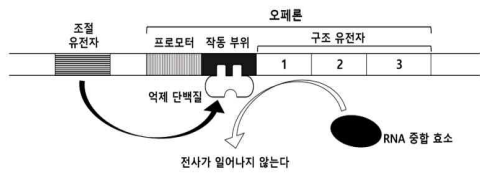
## 1. 일반 정보

유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	의약학계열 / 7-6	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I, 생명과학 II
	핵심개념 및 용어	유전자 발현, 전사와 번역, 원핵세포의 전사 조절, 유전부호의 해독
예상 소요 시간	25분	

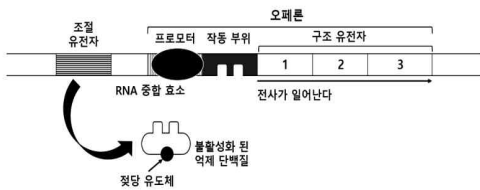
## 2. 문항 및 제시문

[라] 생명체의 DNA 특정 영역에는 형질을 결정하는 정보가 암호화되어 있는데 이를 유전자라 한다. 유전자로부터 유전 형질이 나타나기까지의 과정을 유전자 발현이라 한다. 생명체에는 유전자 발현을 조절하는 체계가 있는데 원핵생물은 주로 전사 과정에서, 진핵생물은 전사 과정을 포함한 여러 단계에서 유전자 발현이 조절된다.

[마] 대장균은 포도당이 있을 때 포도당을 분해하여 에너지를 얻지만, 젖당만 있을 때는 젖당을 분해하여 에너지를 얻는다. 따라서 젖당 분해에 필요한 효소는 젖당 유무에 따라 발현이 조절되어야 한다. 젖당 오페론의 발현은 조절 유전자에서 만들어진 억제 단백질에 의해 조절된다. 젖당이 없을 때는 억제 단백질이 작동 부위에 결합하여 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하는 것을 방해하므로 젖당 오페론의 발현이 억제된다(<그림 1>). 포도당이 없고 젖당만 있을 때는 젖당 유도체가 억제 단백질에 결합하여 입체 구조가 변형되므로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 못한다. 따라서 RNA 중합 효소가 프로모터에 결합하여 전사가 시작되고 젖당을 분해하는 효소가 합성된다(<그림 2>).



<그림 1>



<그림 2>

[바] DNA의 유전부호는 연속적인 염기 3개로 구성되는 3염기 조합으로, 유전자를 구성하는 DNA의 염기 서열에 변화가 생기면 유전자의 기능에 이상이 생겨 형질이 변하는데 이를 유전자 이상이라고 한다. 사람의 헤모글로빈 유전자에 돌연변이가 생겨 나타나는 낫 모양 적혈구 빈혈증은 단 하나의 염기가 다른 염기로 바뀌었을 때 나타나는 유전병의 대표적인 예이다. 또한 DNA 염기 서열에서 하나의 염기가 추가되거나 삭제되어 코돈의 변화가 생기면 다른 아미노산 서열을 가진 단백질이 만들어질 수 있다.

[문제 II-2] 제시문 [라]~[바]를 참고하여 다음 문제에 답하시오.

(1) 다음은 젓당 오페론에 변이가 생긴 돌연변이 ㉠과 ㉡ 대장균을 연구한 결과이다.

- ① ㉠은 젓당 오페론의 작동 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 작동 부위에 결합하지 않는다.  
 ② ㉡은 억제 단백질의 젓당 유도체 결합 부위에 변이가 생긴 돌연변이로 억제 단백질이 항상 활성화되어 있다.

돌연변이 ㉠과 ㉡을 포도당이 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양할 경우, 시간의 경과에 따른 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술하시오. (단, ㉠과 ㉡의 배양 조건은 동일하고 제시된 조건 이외는 고려하지 않는다.) (8점)

(2) 다음은 야생형 대장균과 돌연변이 ㉢ 대장균의 젓당 오페론 구조 유전자 1에 관한 내용이다.

- ① 야생형 대장균에서 젓당 오페론 구조 유전자 1의 말단 부위 DNA 한 가닥의 염기 서열과 이 서열에 암호화된 단백질의 아미노산 서열은 아래와 같다. 염기 서열 위의 번호는 염기의 위치를 표시하는 임의의 번호이다.

DNA 염기 서열 5'-----GGTCTGGTGTCAAAAATAATAAACCAGGCCAGGCCATGCTGCCCGTATTTTCGCGTAAGG-----3'

야생형 아미노산 서열 -----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신

- ② 돌연변이 ㉢의 젓당 오페론 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 말단 부위 아미노산 서열은 야생형 구조 유전자 1에서 만들어지는 단백질의 아미노산 서열에 이어 13개 아미노산(○로 표시)이 추가되어 있다.

돌연변이 아미노산 서열 ----- 발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○-○

- ③ 돌연변이 ㉢에 추가된 아미노산은 글라이신 1개, 발린 1개, 시스테인 1개, 아스파라진 3개, 아르지닌 1개, 알라닌 2개, 페닐알라닌 1개, 프롤린 1개, 타이로신 1개, 히스티딘 1개로 밝혀졌다.

아래의 코돈표를 참조하여 돌연변이 ㉢의 추가된 말단 아미노산 서열을 순서대로 적고, 돌연변이 ㉢에서 발생한 유전자 이상에 대해 논술하시오. (단, 돌연변이는 1회 발생했으며, 두 개 이상의 염기의 변화는 고려하지 않는다.) (17점)

두 번째 염기

	U	C	A	G	
첫 번째 염기	U	UUU 페닐알라닌	UCU 세린	UAU 타이로신	UGU 시스테인
		UUC 페닐알라닌	UCC 세린	UAC 타이로신	UGC 시스테인
		UUA 류신	UCA 세린	UAA 종결 코돈	UGA 종결 코돈
		UUG 류신	UCG 세린	UAG 종결 코돈	UGG 트립토판
	C	CUU 류신	CCU 프롤린	CAU 히스티딘	CGU 아르지닌
		CUC 류신	CCC 프롤린	CAC 히스티딘	CGC 아르지닌
		CUA 류신	CCA 프롤린	CAA 글루타민	CGA 아르지닌
		CUG 류신	CCG 프롤린	CAG 글루타민	CGG 아르지닌
	A	AUU 아이소류신	ACU 트레오닌	AAU 아스파라진	AGU 세린
		AUC 아이소류신	ACC 트레오닌	AAC 아스파라진	AGC 세린
		AUA 아이소류신	ACA 트레오닌	AAA 라이신	AGA 아르지닌
		AUG 메싸이오닌 (개시 코돈)	ACG 트레오닌	AAG 라이신	AGG 아르지닌
	G	GUU 발린	GCU 알라닌	GAU 아스파르트산	GGU 글라이신
		GUC 발린	GCC 알라닌	GAC 아스파르트산	GGC 글라이신
		GUA 발린	GCA 알라닌	GAA 글루탐산	GGA 글라이신
		GUG 발린	GCG 알라닌	GAG 글루탐산	GGG 글라이신
					세 번째 염기

## 3. 출제 의도

2023학년도 의약학 계열-생명과학 논술고사는 고등학교 생명과학 I과 II 교과에 공통으로 나오는 IV. 유전과 IV. 유전자의 발현과 조절 단원의 내용으로 구성하였다.

논제 II-2는 유전자의 발현과 조절 단원에서 심층적으로 학습하는 대장균의 젓당 오페론 유전자 발현의 조절 현상을 제시문을 통해 잘 나타내었으며, 주어진 각 돌연변이로 인해 나타나는 배양액 내 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술할 수 있는지, 돌연변이에서 발견된 아미노산 길 이 변화를 유전 암호를 활용하여 제시할 수 있는지 평가하고자 하였다.

## 4. 문항 및 제시문의 출제 근거

## 가) 교육과정 근거

영역별 내용	
제시문	<p>생명과학 II (4) 유전자의 발현과 조절</p> <p>[12생과 II 04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-06] 진핵생물의 발생과 세포 분화에서 유전자 발현 조절 과정을 설명할 수 있다.</p>
	<p>[라] 생명과학 II (4) 유전자의 발현과 조절</p> <p>[12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.<sup>3</sup></p>
	<p>[마] 생명과학 II (4) 유전자의 발현과 조절</p> <p>[12생과 II 04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.</p> <p>[바] 생명과학 I (4) 유전</p> <p>[12생과 I 04-04] 염색체 이상과 유전자 이상에 의해 일어나는 유전병의 종류와 특징을 알고, 사례를 조사하여 발표할 수 있다.</p>
하위문항	<p>논제 II-2</p> <p>생명과학 II (4) 유전자의 발현과 조절</p> <p>[12생과 II 04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.</p> <p>[12생과 II 04-06] 진핵생물의 발생과 세포 분화에서 유전자 발현 조절 과정을 설명할 수 있다.</p>

## 나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	101-103, 111-122
	생명과학II	오현선외	미래엔	2018	114-115, 124-135
	생명과학II	심규철외	비상교육	2018	122-135
	생명과학II	전상학외	지학사	2018	114-129
	생명과학II	이준규외	천재교육	2018	115-130
	생명과학II	권혁빈외	교학사	2018	111-122
	생명과학I	오현선외	미래엔	2018	146-147
	생명과학I	심규철외	비상교육	2018	147
	생명과학I	전상학외	지학사	2018	134-135
	생명과학I	이준규외	천재교육	2018	141-146
	생명과학I	이용철외	와이비엠	2018	155
	생명과학I	김윤택외	동아출판	2018	144-147
	생명과학I	심재호외	금성출판사	2018	153-156

## 5. 문항 해설

문제 II-2는 유전자의 발현과 조절 단원에서 학습하는 대장균의 젓당 오페론 유전자의 발현 조절을 제시문을 바탕으로 판단하고 논술하도록 하였다.

(1) 젓당 오페론에서 조절 유전자의 단백질인 억제 단백질이 결합하는 작동 부위에 돌연변이가 일어난 경우와 젓당 유도체가 결합하는 억제 단백질 부위에 돌연변이가 발생하여 항상 활성화된 억제 단백질이 있는 경우를 들어 구조 유전자 1의 발현을 결정하고, 그 결과로 나타나는 배양액 내 젓당의 농도 변화를 추론하여 논술하도록 하였다.

(2) 하나의 돌연변이에서 분석된 결과를 제시하고, 유전자의 염기 서열에서의 변화가 유전자의 발현을 통해 아미노산 서열의 변화를 어떻게 일으키는지 유전 암호를 활용하여 판단하고 작성하도록 하였다.

## 6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
(1)	① 돌연변이 ㉠은 구조 유전자 1, 2, 3이 발현되므로 배양액에 포함된 젓당은 시간의 경과에 따라 농도가 감소함을 논리적으로 논술 (4점) ② 돌연변이 ㉡은 억제단백질이 활성화되어 구조 유전자 1, 2, 3이 발현되지 않아 배양액 내의 젓당은 배양 시간이 경과하더라도 농도가 변화되지 않음을 논리적으로 논술 (4점)	8점
(2)	① 야생형 대장균의 DNA 염기 서열과 아미노산 서열을 바탕으로 17번으로부터 시작되는 첫 번째 종결 코돈(TAA 또는 UAA)에서 종결이	17점

<p>되었음을 논리적으로 논술 (4점)</p> <p>② 돌연변이 ㉠은 주어진 염기 서열에서 57번으로부터 시작되는 TAA(종결 코돈)에서 종결되었음을 논리적으로 논술 (4점)</p> <p>③ 변이에서의 늘어난 13개의 아미노산을 바탕으로 야생형 대장균의 DNA 염기 서열 중 17 번째부터 시작되는 종결 코돈의 “T”가 삭제되었음을 논리적으로 논술 (4점)</p> <p>④ 추가된 13개의 아미노산이 순서대로 아스파라진 - 아스파라진 - 아스파라진 - 아르지닌 - 알라닌 - 글라이신 - 히스티딘 - 발린 - 시스테인 - 프롤린 - 타이로신 - 페닐알라닌 - 알라닌임을 논술 (5점)</p> <div><div>DNA 염기 서열</div><div>5'-----GGTCTGGTGTCAAAAATAATAACCGGGCAGGCCATGTCTGCCCGTATTTCGCGTAAGG-----3'</div><div>야생형 아미노산 서열</div><div>-----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신</div></div>	
--	--

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

<p>[문제 II-2]</p> <p>(1) 돌연변이 ㉠은 젓당 오페론 작동 부위에 돌연변이가 생겨 억제 단백질이 결합하지 않는 변이이므로 프로모터 영역에 결합한 RNA 중합 효소에 의해 구조 유전자 1, 2, 3이 전사와 번역을 거쳐 발현된다. 따라서 배양액에 포함된 젓당은 젓당 분해 효소의 작용으로 시간의 경과에 따라 농도가 감소한다. 돌연변이 ㉠은 젓당 유도체가 억제 단백질에 결합하지 못해 억제 단백질이 활성화 되어 있으므로 젓당이 있어도 작동 부위에 결합해 구조 유전자 1, 2, 3의 전사를 억제하고 단백질은 발현되지 않는다. 따라서 배양액 내의 젓당은 배양 시간이 경과하더라도 농도의 변화가 없다.</p> <p>(2) 돌연변이 ㉠은 변이가 생겨 야생형 구조 유전자 1의 동일한 단백질에 13개의 아미노산이 길어졌다. 유전 부호를 참고하여 야생형 대장균이 가지는 종결 코돈(17번부터 시작되는 TAA)과 돌연변이 대장균이 가지는 종결코돈(57번부터 시작되는 TAA)을 결정하면 변이에 의해 늘어난 13개의 아미노산을 확인할 수 있다.</p> <div><div>DNA 염기 서열</div><div>5'-----GGTCTGGTGTCAAAAATAATAACCGGGCAGGCCATGTCTGCCCGTATTTCGCGTAAGG-----3'</div><div>야생형 아미노산 서열</div><div>-----발린-트립토판-시스테인-글루타민-라이신</div></div> <p>돌연변이 ㉠의 변이는 야생형 단백질 다음의 첫 번째 종결 코돈에서 17번째 “T”가 결실되어 야생형 단백질과 동일한 아미노산 서열 이후 13개의 아미노산이 아스파라진-아스파라진-아스파라진-아르지닌-알라닌-글라이신-히스티딘-발린-시스테인-프롤린-타이로신-페닐알라닌-알라닌의 순서대로 추가된 단백질이 만들어진다.</p>	
--	--

## 8. 대학 선행학습영향평가위원회 자체평가 의견

구분	세부판단기준
문제	<ul style="list-style-type: none"> <li>문제가 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>문제를 이해하고 해결하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료에 담겨 있는 주요 개념, 내용, 원리 등이 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>자료를 이해하고 해석하는 데 필요한 역량이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
채점기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>채점 기준은 고등학교 교육과정에 근거하고 있는가?</li> <li>채점 기준에서 요구하는 내용이 고등학교 교육과정 수준에 적합한가?</li> </ul>
답안작성	<ul style="list-style-type: none"> <li>문항을 이해하고 답안을 작성하는 데 주어진 시간은 적정한가?</li> <li>요구하는 답안 작성 분량은 수험생의 수준에 적정한가?</li> </ul>

## 1. 제시문 및 자료 분석

제시문 [라]~[바]는 모두 고등학교 과학과 교육과정 생명과학 I 및 생명과학 II의 영역별 내용 요소를 주요 개념으로 하고 있다. 각 제시문에서 다루고 있는 핵심 개념은 아래 표와 같다.

제시문	관련 교과	관련 단위	핵심 개념	교육과정 준수 여부
[라]	생명과학 II	IV-(4) 유전자의 발현과 조절	유전자, DNA와 유전자의 관계, 유전자 발현, 유전자 전사, 번역	준수함
[마]	생명과학 II	IV-(4) 유전자의 발현과 조절	유전자, DNA, 유전자 발현과정, 전사, 번역, 원핵생물의 유전자 발현 조절, 오페론,	준수함
[바]	생명과학 I	IV-(4) 사람의 유전	유전자 돌연변이, 인간의 유전,	준수함
	생명과학 II	IV-(4) 유전자의 발현과 조절	DNA의 유전부호, 3염기 조합, 염기서열의 변화와 돌연변이, 전사, 번역	

위 표에서 볼 수 있는 것처럼, 각각의 제시문은 고등학교 교과서에 나오는 개념에 대한 설명 혹은 그 수준으로 기술되어 있으며, 제공된 그림 역시 생명과학 II 교과서에서 다루는 젓당 오페론의 그림과 동일하다. 특히 제시문 [마]와 [바]는 [문항 II-2]를 해결하기 위해 반드시 알아야 할 개념(원핵생물의 유전자 발현 조절, 오페론의 구조, 유전부호의 특성, 유전자 돌연변이, 염기서열의 변화와 돌연변이 등)을 설명하고 있어, 정상적으로 교육과정을 이수한 학생들이 이라면 [문항 II-2]에서 요구하는 문제 해결의 핵심 개념이 무엇인지 쉽게 파악할 수 있다. 따라서 제시문 및 제공되는 자료 모두 고등학교 교육과정 수준에 적합하다.

## 2. 문제 및 논제 분석

제시문 [라]~[바]를 읽고 답하는 [문항 II-2]의 논제 내용과 논제에서 요구하는 개념, 그리고 논제에 제공된 자료의 형태와 내용을 분석하여보면 아래 표와 같다.

논제	논제 내용 분석	논제에서 요구하는 개념	자료 분석	교육과정 준수 여부
II-2	(1) 서로 다른 두 돌연변이 대장균 ㉠과 ㉡이 각각 포도당이 없고 젓당이 있는 배지 조건에서 배양될 때 시간에 따른 젓당의 농도 변화를 논리적으로 기술할 수 있는가?	유전자, DNA, 유전자 발현과정, 전사, 번역, 원핵생물의 유전자 발현 조절, 오페론	제시문[마]의 오페론 그림, 오페론 실험의 연구 결과	준수함
	(2) 자료 분석을 통하여 DNA 염기 서열에서 전사된 RNA 염기 서열을 알아내고, 주어진 아미노산 서열로부터 종결 코돈의 위치를 파악하여 돌연변이에서 발생한 유전자 이상을 논리적으로 기술할 수 있는가?	DNA의 유전부호, 3염기 조합, 염기서열의 변화와 돌연변이, 전사, 번역	돌연변이가 일어난 유전자 DNA 염기서열, 돌연변이 암호 서열, 코돈표,	준수함

위 표에서 볼 수 있는 것처럼 [문항Ⅱ-2]의 내용은 생명과학Ⅱ 교육과정의 성취기준 [12생과Ⅱ04-01], [12생과Ⅱ04-03]~[12생과Ⅱ04-06]을 근거로 하고 있다. 각 성취기준에서 요구하는 개념을 토대로 야생형 대장균의 젓당 오페론의 발현과 조절, 유전 정보의 해독 관련 내용 문제 해결에 필요한 기본 개념과 원리를 제공하여 학생들이 문항을 논리적으로 해결할 수 있도록 하고 있다.

[문항Ⅱ-2-(1)]에서는 주어진 제시문과 그림, 실험 연구 결과를 바탕으로 서로 다른 두 돌연변이 대장균 ㉠과 ㉡이 각각 포도당이 없고 젓당이 있는 배지 조건에서 배양될 때 시간에 따른 젓당의 농도 변화를 추론하도록 하고 있는데, 이는 고등학교 교육과정에서 제시하고 있는 학생들의 성취수준에 부합하다.

한편 [문항Ⅱ-2-(2)]는 제시된 자료 및 코돈표와 추가된 아미노산의 종류를 통해 새로운 위치에서 번역이 종결됨을 알아내어, 유전자 돌연변이를 논리적으로 설명하도록 하고 있는데, 이때 제시된 자료들은 대학수학능력시험 생명과학Ⅱ문제에서 자주 출제되는 자료와 그 수준과 제시방식이 매우 유사하다. 이는 [문항Ⅱ-2-(2)]가 학생들이 익숙한 자료를 바탕으로 생명과학Ⅰ에서 다루는 ‘유전자 돌연변이’의 개념과 생명과학Ⅱ에서 다루는 ‘유전정보의 해독’ 및 ‘생명 정보 발현의 중심이론(central dogma)’을 연결지어 답을 추론하도록 하는 문제임을 보여준다.

이를 종합적으로 판단해 볼 때, [문항Ⅱ-2]의 문제와 자료는 모두 고등학교 교육과정을 준수하고 있으며, 생명과학Ⅱ 교육과정에서 요구하는 ‘유전자의 발현과 조절 과정을 이해하고, 특정 유전자의 발현이 초기 발생 과정에 영향을 줄 수 있음을 연계해서 이해하도록 한다.’라는 학습 목표 및 핵심역량과 부합한다고 할 수 있다.

### 3. 채점 기준 및 답안 작성의 특성

각 논제의 모범 답안과 각 답안에서 반드시 다루어야 하는 2015개정 교육과정의 성취수준을 분석하면 아래 표와 같다.

논제	채점 기준	관련 교육과정 내용영역 및 성취수준	교육과정 준수 여부
(1)	주어진 자료로부터 젓당 오페론에서 돌연변이가 일어난 위치를 구조유전자의 발현 여부로 판단하여, 돌연변이 ㉠과 ㉡의 배양실험에서 배양액 내 젓당의 농도 변화가 각각 어떻게 나타나는지를 논리적으로 추론할 수 있는가?	[12생과Ⅱ04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다. [12생과Ⅱ04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.	준수함
Ⅱ-2 (2)	주어진 돌연변이 ㉢유전자의 염기 서열에서의 변화가 유전자의 발현을 통해 아미노산 서열의 변화를 어떻게 일으키는지 유전 암호를 활용하여 판단할 수 있는가?	[12생과Ⅱ04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다. [12생과Ⅱ04-03] 전사와 번역 과정을 거쳐 유전자가 발현됨을 이해하고, 모형을 이용하여 유전자 발현 과정을 설명할 수 있다. [12생과Ⅱ04-04] 유전 암호를 이해하고, 유전 암호표를 사용하여 유전 정보를 해독할 수 있다. [12생과Ⅱ04-05] 원핵생물과 진핵생물의 전사 조절 과정을 비교하여 설명할 수 있다.	준수함

표에서 볼 수 있는 것처럼 [문항Ⅱ-2]의 세부 논제에 대한 채점 기준은 2015개정 교육과정에서 성취해야 하는 내용 요소와 성취수준을 기반으로 하고 있다.

또한, ‘대장균의 젓당 오페론, 포도당과 젓당의 유무에 따른 젓당 오페론의 발현, 전사, 번역, 유전부호의 해독, 염기 서열과 아미노산 서열’ 등과 같은 생명과학Ⅱ의 학습 개념을 이용하여 답안을 논리적으로 서술하고 있는지가 채점 기준 및 예시 답안에 포함되어 있다.

채점 기준 역시 매우 세분화되어 있어 최상위권 학생들의 답안을 세밀하게 분석하여 채점할 수 있도록 제공하고 있는데, 이를 통하여 학생들이 주어진 자료를 충분히 이용하여 문제를 해결

하고 그 과정이 논리적이고 과학적으로 서술되는지를 세세하게 채점함으로써 학생간 변별력을 높이도록 구성되어 있다. 특히 [문항Ⅱ-2-(2)]은 대학수학능력시험에서 제시된 익숙한 자료를 바탕으로 문제를 해결하도록 하고 있는데, 학생들은 야생형 대장균의 DNA염기서열과 아미노산 서열을 바탕으로 야생형 대장균의 종결 코돈 위치를 찾아내고, 이를 다시 돌연변이 ㉠의 아미노산 순서를 바탕으로 돌연변이 ㉠의 종결 코돈 위치를 논리적으로 찾아내어, 결국 어디에서 DNA 염기서열의 변화가 어떻게 나타났는지를 논리적으로 기술하여야 한다. 이 과정에서 교육과정에서 다루는 개념을 바탕으로 논리적 비약 없이 서술하는 데에는 높은 과학적 사고력과 추론 능력이 필요하다. 즉, 의·약학 계열에 지원한 최상위권 학생들의 과학적 사고능력을 변별력 있게 구분할 수 있도록 한 문항이라고 할 수 있다.

한편, 각 논제의 문항을 이해하고 답안을 작성하는데 주어진 총 시간은 120분이다. 의·약학 계열 학생들의 논술고사 과목의 배점을 기준으로 문제Ⅱ(과학-생명과학)에 배정된 시간은 약 40분 내외가 될 것으로 추정할 수 있다. 제시된 제시문의 양과 [문항Ⅱ-2]의 내용과 분량을 종합적으로 살펴보았을 때, 제시문 및 논제를 읽고 문제를 파악한 후 대략적인 답안을 구성하여 작성하고 검토하는데 각각 약 20~25분 내외가 소요될 것으로 예상되므로, 주어진 시간은 적정하다고 판단할 수 있다.

#### 4. 종합의견

2023학년도 경희대학교 [문항Ⅱ-2]의 모든 자료와 논제들은 모두 고등학교 교육과정의 내용 영역과 성취수준에 맞게 출제되어 있으며, 평가하고자 하는 개념 및 능력 역시 교육과정 성취목표를 준수하고 있다. 또한, 각 논제를 해결할 때 데이터를 해석할 때 중점적으로 보아야 하는 개념이 무엇인지를 정확하게 파악하고 있는지, 주어진 자료를 바탕으로 과학적이고 논리적으로 문제를 해결할 수 있는지를 볼 수 있도록 구성되어 있다. 또한, 익숙한 자료를 바탕으로 높은 추론적 사고를 하도록 소문항들이 구성되어 있어 학생간의 변별력을 높일 수 있도록 하고 있다.

이를 종합적으로 살펴보았을 때 2023학년도 경희대학교 논술 [문항Ⅱ-1]의 자료와 논제, 채점 기준 모두 교육과정에 맞게 구성되어 있다고 볼 수 있다.