

2020학년도 모의논술

# 논술문제 해설지

## 자연계

[ 교사용 ]



## 논술문제 해설지 (자연계)

### [ 수학 1 ]

#### ■ 개요 및 주요 평가항목

수학은 자연현상을 논리적으로 이해하고 결론을 유도할 때 강력한 도구로서의 역할을 한다. 특히 고등학교 교과과정에서 다루는 원, 타원, 포물선 등과 같은 기하적인 대상은 여러 물리적인 현상을 수학적으로 서술하고 예측하는 측면에서 가장 기본이 기본적으로 활용된다. 이러한 취지에서 이 문제는, 고등학교 수학 교과 중 이차곡선에서 출제되었다.

특정한 두 개의 곡선이 서로 만나기 위한 조건을, 원 혹은 타원의 방정식과 접선에 대한 방정식을 활용하여 도출하고, 이를 부등식에 대한 이해를 통해 기하적으로 해석할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

문제의 답은 수학적으로 엄밀한 추론과정을 통해 얻어지며, 고등학교 교과과정에서 다루지는 기본적인 개념에 대한 이해가 충분하다면 쉽게 설명할 수 있는 문제이다.

#### [수학 1 – i ]

접선의 방정식을 활용하여 두 곡선이 서로 만나기 위한 조건을 올바르게 유도할 수 있는지를 평가하고자 한다.

#### [수학 1 – ii]

타원의 방정식과 초점에 대해 올바르게 이해하고 있는지를 평가하고자 한다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

## ■ 예시답안 및 채점기준

[수학 1 - i]

○ 예시답안

$uv=0$ 일 때 곡선  $C$ 는 선분이 되며, 이 선분이  $P$ 와 만나게 될 필요충분조건은  $u^2=1$  또는  $v^2=1$ 이다. 즉,  $(u,v) \in \{(1,0), (-1,0), (0,1), (0,-1)\}$ 이다.

$uv \neq 0$ 을 가정하고, 이 때 곡선  $C$ 가  $P$ 에 접하기 위한 조건을 살펴보자. 곡선  $C$  위의 점

$(x_0, y_0)$ 에서의 접선의 방정식은  $\frac{x_0x}{u^2} + \frac{y_0y}{v^2} = 1$ 이므로, 곡선  $C$ 가  $P$ 에 제 1사분면에서 접하기

위한 조건은 이 접선이  $P$ 를 이루는 네 개의 선분 중 하나여야 한다는 것이다.

이로부터  $\left| \frac{x_0}{u^2} \right| = \left| \frac{y_0}{v^2} \right| = 1$ 을 얻게 되고, 이를 식  $\frac{x^2}{u^2} + \frac{y^2}{v^2} = 1$ 에 대입하면  $u^2 + v^2 = 1$ 을 얻게

된다. 다시 말해,  $u^2 + v^2 < 1$ 인 경우 곡선  $C$ 는  $P$ 와 만나지 않게 된다.

따라서 집합  $S$ 는 좌표평면 위에서 반지름이 1이고 중심이 원점인 원이 되어, 곡선의 길이는  $2\pi$ 이다.

○ 채점기준

(5점)  $uv=0$ 인  $S$ 에 속한 점을 올바르게 유도할 수 있다.

(5점)  $uv \neq 0$ 인  $S$ 에 속한 점을 올바르게 유도할 수 있다.

(5점) 곡선의 길이를 올바르게 유도할 수 있다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

[수학 1-ii]

○ 예시답안

$uv=0$ 일 때 곡선  $C$ 는 선분이 되며, 이 때 두 점  $F, F'$ 은 선분의 양 끝점이 된다. 이 두 점 사이의 거리는  $2 > \sqrt{2}$ 이다.

$uv \neq 0$ 을 가정하고,  $u \geq v > 0$ 을 가정하자. 이 때,  $\overline{FF'}$ 의 값은 <제시문2>에 의해  $2\sqrt{u^2-v^2}$ 가 된다. 조건  $\overline{FF'} = \sqrt{2}$ 로부터  $2\sqrt{u^2-v^2} = \sqrt{2}$ 을 얻게 되고, [수학 1-i]의 결과에 의해  $u^2+v^2=1$ 을 만족하므로  $(u, v) = \left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$ 를 의미한다. 그리고  $\overline{FF'}=0$ 인 경우는  $u=v$ 인 경

우이므로  $(u, v) = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ 가 된다. 따라서, 점  $(u, v)$  자취의 길이는  $\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{12}$ 이고,

$v \geq u > 0$ 인 경우  $u \geq v > 0$ 에서와 같은 방법으로  $(u, v) = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ 에서부터

$(u, v) = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right)$ 까지 해서 자취의 길이는  $\frac{\pi}{12}$ 가 되고 위와 같은 형태로 각 사분면 마다 한

번씩 나타나게 되므로 전체 곡선의 길이의 합은  $8 \times \frac{\pi}{12} = \frac{2\pi}{3}$ 이다.

○ 채점기준

(10점)  $\overline{FF'}$ 의 값이  $\sqrt{2}$ 이하인 점  $(u, v)$ 의 조건을 올바르게 유도할 수 있다.

(5점) 곡선의 길이의 합을 올바르게 유도할 수 있다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

### [ 수학 2 ]

#### ■ 개요 및 주요 평가항목

수학 뿐 아니라 물리와 같은 자연과학 전반에서 걸쳐, 그리고 금융과 일상생활에 이르기까지 특정한 경우의 개수를 세는 능력은 여러 방면에서 요구되고 있다. 고등학교 교과과정의 경우의 수, 조합, 순열 등에서 다루는 수학적 개념은 이러한 요구에 가장 기초적인 소양을 제공한다. 이러한 취지에서 이 문제는 고등학교 수학 교과 중 경우의 수에서 출제되었다.

특정한 개수의 서로 다른 사물을 서로 다른 상자에 담는 상황은, 수학 교과과정 뿐 아니라 일상 생활에서도 손쉽게 마주할 수 있으며, 이 문제는 추가적으로 부여된 조건 하에서의 경우의 수를 어떻게 체계적으로 유도할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

고등학교 교과과정에서 다루지는 경우의 수를 유도하는 여러 방법 및 개념을 체계적으로 엄밀하게 적용할 수 있는지가 문제의 핵심이며, 개념에 대한 이해가 충분하다면 쉽게 설명할 수 있는 문제이다.

#### [수학 2 - i]

곱의 법칙을 올바르게 이해하고 있는지를 평가하고자 한다.

#### [수학 2 - ii]

합의 법칙을 올바르게 이해하고 있는지를 평가하고자 한다.

#### [수학 2 - iii]

합의 법칙을 올바르게 적용하기 위해, 특정한 상황을 체계적으로 나눌 수 있는지를 평가하고자 한다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

### ■ 예시답안 및 채점기준

#### [수학 2 - i]

##### ○ 예시답안

각각의 공이  $A, B, C$  세 개의 상자에 들어갈 수 있으므로, <제시문2>에 의해 총 경우의 수는  $3 \times \cdots \times 3 = 3^7 = 2187$ 이다.

##### ○ 채점기준

(5점) 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.

#### [수학 2 - ii]

##### ○ 예시답안

상자  $A$ 에 공이 하나도 들어있지 않고, 상자  $B, C$ 에 각각 적어도 한 개의 공이 들어있을 경우의 수는  $2^7 - 2 = 126$ 이다.

상자  $A, B$ 에 공이 하나도 들어있지 않을 경우의 수는 1이다.

따라서 <제시문1>에 의해, 상자  $A, B, C$ 에 각각 적어도 한 개의 공이 들어있을 경우의 수는  $3^7 - 3(2^7 - 2 + 1) = 1806$ 이다.

##### ○ 채점기준

(5점) 한 개의 상자에 공이 하나도 들어있지 않고, 다른 두 상자에 각각 적어도 한 개의 공이 들어있을 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.

(5점) 한 개의 상자에만 공이 들어있는 경우의 수를 유도한 뒤, 문제의 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

### [수학 2 -iii]

#### ○ 예시답안

상자  $A$ 에 공이 한 개 들어있고, 상자  $B, C$ 에 각각 적어도 두 개의 공이 들어있을 경우의 수는  $7(2^6 - 2 \times 6 - 2) = 350$ 이다.

상자  $A, B$ 에 각각 한 개의 공이 들어있고, 상자  $C$ 에 나머지 공이 모두 들어있을 경우의 수는  $7 \times 6 = 42$ 이다.

상자  $A$ 에 공이 하나도 들어있지 않고, 상자  $B, C$ 에 각각 적어도 한 개의 공이 들어있을 경우의 수는  $2^7 - 2 = 126$ 이다.

상자  $A, B$ 에 공이 하나도 들어있지 않을 경우의 수는 1이다.

따라서 <제시문1>에 의해, 상자  $A, B, C$ 에 각각 적어도 두 개의 공이 들어있을 경우의 수는  $2187 - 3(350 + 42 + 126 + 1) = 630$ 이다.

#### ○ 채점기준

(5점) 한 개의 상자에 공이 한 개 들어있고, 나머지 두 상자에 각각 적어도 두 개의 공이 들어있을 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.

(5점) 두 개의 상자에 각각 정확히 한 개의 공이 들어있을 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.

(5점) 문제의 경우의 수를 올바르게 유도할 수 있다.



# 논술문제 해설지 (자연계)

## [ 물리 I ]

### ■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교과 과정 [물리 I] 중 기본이 되는 “시공간과 우주”와 “물질과 전자기장” 단원에서 출제하였다. 운동과 역학적 에너지 보존법칙에 대한 관계식의 이해, 그리고 수소 원자에서의 에너지 준위 등 다양한 물리적 상황을 주어진 물리학의 법칙에 근거하여 사고하고 이해할 수 있는지를 알고자 하였다. 특히, 구체적인 물리적 현상에 고교 교과과정에서 배운 물리학의 지식을 정확히 적용할 수 있는가에 대한 주제의 이해도를 다각도로 평가하고자 하였다.

### ■ 예시답안 및 채점기준

#### [물리 I - i]

##### ○ 예시답안

(가) 역학적 에너지 보존법칙에 따르면, 감소한 위치에너지만큼 운동에너지가 증가한다. 따라서  $\frac{H}{2}$ 만큼 높이에서의 운동에너지는  $\frac{1}{2}Mv_1^2 = Mg\frac{H}{2}$ 이므로  $v_1 = \sqrt{gH}$  이고, 바닥에 도달하기 직전의 운동에너지는  $\frac{1}{2}Mv_2^2 = MgH$ 에서  $v_2 = \sqrt{2gH}$ 이다. 따라서, 속도의 비,  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ 이다.

(나) 높이  $H$  까지 올라가는데 걸리는 시간은  $t = \frac{H}{v_3}$ 이므로, 평균이가 시간당 한 일의 양  $P$ 는  $H$ 에서의 총 역학적 에너지 (= 위치에너지. 여기서 물체는 정지 상태에 있으므로 운동에너지는 0이 된다.)에서 걸린 시간으로 나눈 값이므로  $P = \frac{W}{t} = \frac{MgH}{\left(\frac{H}{v_3}\right)} = Mg v_3$ 이다. 이는  $P = Fv_3 = Mg v_3$ 으로도 구할 수 있으나, 시간을 이용하여 구해야 함으로 전자로 구하였다.

(다) 역학적 에너지 보존법칙에 따르면, 물체의 중력에 의한 위치 에너지가 용수철의 탄성 퍼텐셜 에너지로 전환되었음을 알 수 있다. 따라서  $Mg(h+x) = \frac{1}{2}kx^2$ 이므로  $x^2 - 2\left(\frac{Mg}{k}\right)x - 2\left(\frac{Mg}{k}\right)h = 0$ 으로 나타낼 수 있다. 여기서,  $x$ 는 용수철이 압축된 길이를 나타낸다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

근의 공식을 이용하면

$$x = \left( \frac{Mg}{k} \right) \pm \sqrt{\left( \frac{Mg}{k} \right)^2 + 2 \left( \frac{Mg}{k} \right) h} \text{ 이나, 압축된 길이 } x \text{는 항상 양의 값을 가져야 하므로}$$

$$x = \left( \frac{Mg}{k} \right) + \sqrt{\left( \frac{Mg}{k} \right)^2 + 2 \left( \frac{Mg}{k} \right) h} \text{ 이 된다.}$$

○ 채점기준

(가) 역학적 에너지 보존법칙을 이해하고, 이를 이용하여 위치에너지와 운동에너지를 구분하여 문제에 적용할 수 있는지를 묻고 있다. (5점)

(나) 시간당 한 일의 양을 주어진 조건에서 어떻게 적용하는지를 이해한다. (5점)

(다) 역학적 에너지 보존법칙을 이해하고, 이를 이용하여 위치에너지와 탄성퍼텐셜에너지를 구분하여 문제에 적용할 수 있는지를 평가하고자 한다. (10점)

### [물리 I - ii]

○ 예시답안

(가) 전자가  $n=4$ 에서  $n=1$ 로 전이될 때 방출되는 빛의 파장  $\lambda_a$ 는  $E_4 - E_1 = hf_a = h \frac{c}{\lambda_a}$  (여

기서  $c = f \cdot \lambda$  관계식을 이용하였으며,  $E_4 > E_1$ 이므로 전이를 통한 빛의 방출이 일어남)를 이

용하여 구하면,  $\lambda_a = \frac{hc}{E_4 - E_1}$ 이다.  $n=1$ 에서  $n=2$ 로 전이될 때 빛의 파장의 크기는,

$\lambda_b = \frac{hc}{E_2 - E_1}$ 이며,  $E_1 < E_2$ 이므로 전자의 에너지 전의 중 빛을 흡수한다. 따라서 파장 크기의

비는

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{E_2 - E_1}{E_4 - E_1} = \frac{-\frac{A}{2^2} - (-\frac{A}{1^2})}{-\frac{A}{4^2} - (-\frac{A}{1^2})} = \frac{\frac{1}{4} - \frac{1}{1}}{\frac{1}{16} - \frac{1}{1}} = \frac{4}{5} \text{ 이다.}$$

또한  $n=1$ 에서  $n=3$ 로 전이될 때 빛의 파장의 크기는,  $\lambda_c = \frac{hc}{E_3 - E_1}$ 이며,  $E_1 < E_3$ 이므

로 전자의 에너지 전의 중 빛을 흡수한다. 따라서 파장 크기의 비는

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_c} = \frac{E_3 - E_1}{E_4 - E_1} = \frac{-\frac{A}{3^2} - (-\frac{A}{1^2})}{-\frac{A}{4^2} - (-\frac{A}{1^2})} = \frac{\frac{1}{9} - \frac{1}{1}}{\frac{1}{16} - \frac{1}{1}} = \frac{128}{135} \text{ 이다.}$$

## 논술문제 해설지 (자연계)

(나) 전자가  $n=4$ 에서  $n=3$ 으로 전이될 때,  $E_4 - E_3 = hf_d = h \frac{c}{\lambda_d}$  이므로,  $\lambda_d = \frac{hc}{E_4 - E_3}$  이다.

여기서,  $E_4 - E_3 = (E_4 - E_1) - (E_3 - E_1) = \frac{hc}{\lambda_a} - \frac{hc}{\lambda_c} = hc \left( \frac{\lambda_c - \lambda_a}{\lambda_a \lambda_c} \right) = \frac{hc}{\frac{\lambda_a \lambda_c}{\lambda_c - \lambda_a}}$  이므로, 방

출되는 빛의 파장  $\lambda_d$ 를  $\lambda_a$ 와  $\lambda_c$ 를 이용하여 표시하면,  $\lambda_d = \frac{\lambda_a \lambda_c}{\lambda_c - \lambda_a}$  이다.

○ 채점기준

에너지 전이에 따른 에너지 준위의 변화량과 빛의 파동과의 관계를 이해하고 방출 빛 흡수되는 빛의 진동수와 파동간의 관계를 설명할 수 있다.

(가) (10점)

(나) (10점)

## 논술문제 해설지 (자연계)

### [ 화학 I ]

#### ■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 ‘화학 I’의 내용 중 [화학의 언어] 단원의 원소 분석을 통한 실험식/분자식 구하기, [개성 있는 원소] 단원의 보어 원자 모형과 이온화 에너지, [값은쫄 화학 반응] 단원의 산화와 환원, [아름다운 분자 세계] 단원의 전자쌍 반발 이론과 탄소 화합물에 관련된 내용을 잘 이해하고 있는지 묻고자 하였다. 첫 번째 문제는 주어진 실험 결과의 정보를 해석하여, 화학 반응식을 적절히 표현할 수 있는지 평가하고자 하였고, 이를 이용하여, 조성 백분을 개념과 연관지어, 간단한 수식 연산을 통해 구성 원소의 질량을 몰수의 개념과 연관 지을 수 있는지 묻고자 하였다. 두 번째 문제는 보어의 모델을 이온화 에너지와 연관지어 설명할 수 있는지 묻는 문제이다. 세 번째 문제는 산화/환원 반응에서 전자는 새로 생성되거나 소멸되지 않는다는 기본 개념을 이해하여, 전자의 수를 고려한 산화/환원 반응식을 제시할 수 있는지 평가하는 문제이다. 네 번째 문제는 [아름다운 분자 세계] 단원에서 전자쌍 반발 이론을 이용하여 탄소 화합물의 3차원 공간 배열을 제시할 수 있는지 묻고자 하였다.

기본적으로 이런 문제들은 ‘화학 I’에서 다루는 기본적인 개념에 기반하고 있으며 주어진 제시문들 또한 고등학교 교과서를 기준으로 주어졌으며, 각각의 단원에서 이해한 화학적 내용을 서로 연관지어 이해할 수 있으면 어려움 없이 풀 수 있도록 쉽게 문제를 출제하였다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

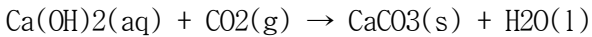
### ■ 예시답안 및 채점기준

#### [화학 I - i]

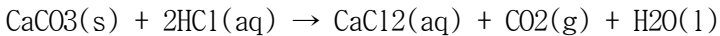
##### ○ 예시답안

원소 분석기에서  $\text{CaCl}_2$ 를 채운 관에서는  $\text{H}_2\text{O}$ 가 흡수된다. 석회수를 채운 관에서는  $\text{CO}_2$ 가 반응을 하여 탄산 칼슘을 형성한다.

1> 석회수는 이산화 탄소와 반응하면 다음과 같은 반응이 발생한다.



2> 탄산 칼슘( $\text{CaCO}_3$ )은 염산( $\text{HCl}$ )과 반응하면, 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$ ), 물( $\text{H}_2\text{O}$ ), 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )가 생성된다. 이들을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



3> 반응 한 염산이 2몰이므로, 반응에 참여한  $\text{CaCO}_3$ 의 양은 1몰이다. 석회수를 채운 관에서  $\text{CaCO}_3$  1몰이 생성되기 위해서는  $\text{CO}_2$ 가 1몰이 필요하다. 즉 연소 반응을 거쳐, 생성된  $\text{CO}_2$ 의 양은 1몰이다. 즉, 44g이다. 시료가 포함 한 C의 질량은  $= 44 \times \frac{12}{44} = 12 \text{ g}$  이다.  $\text{H}_2\text{O}$ 에서 시료가

포함한 H의 질량은  $= 18 \times \frac{2}{18} = 2 \text{ g}$ 이다. 즉 C는 1몰이 포함되어 있고, H는 2몰이 포함되어 있다. 실험식을  $\text{CH}_2$ 라고 가정해 보면, 분자량은 14가 된다.  $\text{CH}_2$ 의 정수배를 하여 가질 수 있는 분자는  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_4\text{H}_8$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  등이다. 분자량이 60이라고 주어졌으므로, 이들 분자들 중에는 일치되는 분자가 없다. 즉, 시료는 C와 H 이외의 다른 원소를 포함한다고 볼 수 있다. 문제에서 O를 포함하고 있을 수 있다고 하였으므로, O가 포함된 것으로 가정해 보면, 시료는 C가 1몰 H는 2몰, O는  $30 \text{ g} - 14 \text{ g} = 16 \text{ g}$ 이 포함되어 있다고 할 수 있다. 즉 O는 1몰이 포함되어 있다. 실험식은  $\text{CH}_2\text{O}$ 이다. 이 실험식의 분자량은 30이고, 시료의 분자량이 60이므로, 실험식의 2배가 분자식이 된다. 즉 분자식은  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 가 된다.

##### ○ 채점기준

(2점) 화학 반응식을 정확히 기술한다.

(2점) 화학 반응식을 정확히 기술한다.

(3점) 실험식을 설명과 함께 기술한다.

(3점) 분자식을 설명과 함께 기술한다.

#### [화학 I - ii]

##### ○ 예시답안

Na는  $n=3$  인 껍질에 전자가 1개 채워져 있다. Mg는  $n=3$  인 껍질에 전자가 2개 채워져 있다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

보어의 원자 모형에 따르면, Na와 Mg의 제1 이온화 에너지는 전자가  $n=3 \rightarrow n=\infty$  로 전이될 때 필요한 에너지이다. 제2 이온화 에너지는, Na는  $n=2 \rightarrow n=\infty$  로 전이될 때, Mg는  $n=3 \rightarrow n=\infty$  로 전이될 때 필요한 에너지이다. 두 원소의 제1 이온화 에너지 값은 서로 비슷하지만 (둘 다  $=3 \rightarrow n=\infty$ ), 제2 이온화 에너지 값은 Na가 더 큰 값을 갖을 것으로 예상이 된다. 따라서,

$$\frac{\text{제2 이온화에너지}}{\text{제1 이온화에너지}}(\text{Na}) > \frac{\text{제2 이온화에너지}}{\text{제1 이온화에너지}}(\text{Mg}) \text{ 이다.}$$

○ 채점기준

(3점) 보어의 모형을 이용하여 이온화 에너지의 변화는 전자가  $n=\infty$ 로 전이될 때의 에너지를 설명한다.

(2점) 제2 이온화 에너지의 차이를 명확하게 기술한다.

(3점) 제2 이온화 에너지 값은 Na가 더 큰 값을 갖는다는 것을 설명한다.

(2점) 전체적인 비율의 크기를 정확하게 기술한다.

### [화학 I - iii]

○ 예시답안

문제에서 주어진 반응을 화학 반응식을 나타내면 다음과 같다.

$2\text{Al} + 3\text{Cu}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Cu}$  반응 전 3몰의 구리 양이온이 소모되고, 반응 후 2몰의 알루미늄 양이온이 생성된다. 즉 반응이 일어나는 동안 양이온의 수는 감소한다.  $\text{Cl}^-$  음이온은 반응에 참여하지 않으므로, 반응 전/후 수의 변화가 없다. 따라서, 반응 전/후 이온의 총합은 감소하게 된다.

○ 채점기준

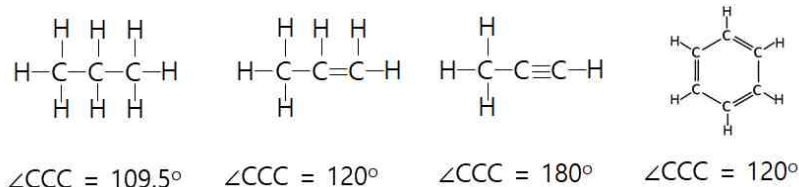
(3점) 화학 반응식을 제시한다.

(3점) 음이온은 반응에 참여하지 않으므로 반응 전/후의 총 이온의 합에 영향을 끼치지 않음을 설명한다.

(4점) 반응식을 토대로, 논리적으로 이온 수의 총합 변화를 기술한다.

### [화학 I - iv]

○ 예시답안



○ 채점기준

(5점) 루이스 구조식을 제시할 수 있다.

(5점) 전자쌍 반발 원리를 이용하여, 결합 각도를 기술한다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

### [ 생명과학 I ]

#### ■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교육과정 ‘생명과학 I’의 「세포와 생명의 연속성」 단원은 유전자의 전달에 의해 생명의 연속성이 이루어짐을 알고 유전자의 전달, 세포 분열, 염색체의 행동 및 사람의 유전 현상 간의 관계를 이해하며, 유전의 기본 원리에 대한 이해를 바탕으로 하여 사람의 다양한 유전 현상과 돌연변이에 의해 나타나는 유전병에 대해 학습하는 것을 목표로 하고 있다.

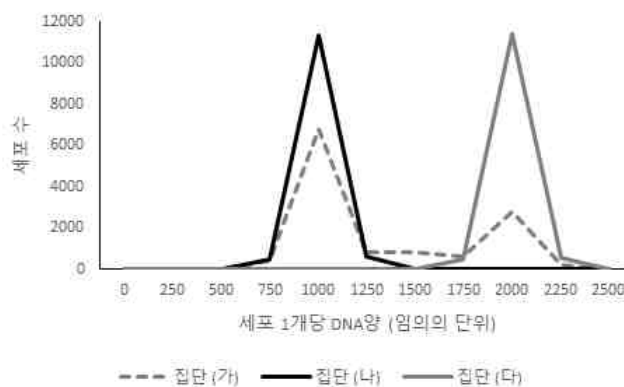
본 문제에서는 「세포와 생명의 연속성」 단원 중 “세포 분열” 소단원의 내용을 바탕으로 체세포 분열과 감수 분열에 관련된 개념을 정확하게 이해하고 주어진 가상의 실험결과를 해석하는 능력을 평가하고자 하였다. 특히 세포 분열에 관한 내용 중 세포 주기와 감수 분열에 대한 개념의 이해도를 측정하고자 하였다. [생명과학 I-i] 및 [생명과학 I-ii]에서는 체세포 분열 과정에서 세포 주기의 각 시기에서 유전 정보를 저장하는 DNA 양이 세포 주기를 특정 시기에서 고정하는 화합물을 처리하였을 때 어떻게 변하는지를 평가하고자 하였다. [생명과학 I-iii]과 [생명과학 I-iv]에서는 감수 분열 과정에서 DNA 양의 변화를 추적하여 감수 분열의 각 세부 과정을 잘 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다.

#### ■ 예시답안 및 채점기준

##### [생명과학 I - i]

##### ○ 예시답안

문제의 표에서 주어진 실험 결과를 그래프로 나타내면 다음과 같다.



집단 (가)의 경우 DNA양의 상대적인 변화를 기준으로 판단할 때 첫 번째 봉우리(세포당 DNA 양 = 1000)는 DNA가 복제되기 전인 G1기에 해당하는 세포들이 있고 두 번째 봉우리(세포당 DNA 양 = 2000)는 DNA의 양이 2배로 증가하였으므로 G2기 및 M기(분열기)에 속하는 세포들이 있다. 두 봉우리 사이에는 DNA가 복제 중인 S기에 해당하는 세포들이 존재한다. 특정 화합물 A를 처리한 집단 (나)에서는 두 번째 봉우리와 S기에 해당하는 세포들이 거의 없고, G1기에 해당하는 세포들이 주로 존재하므로 특정 화합물 A는 DNA 복제를 저해하여 G1기에서 S기로의 진행을 억제하는 효과를 가지고 있다.

## 논술문제 해설지 (자연계)

○ 채점기준

(5점) 세포 1개당 DNA양의 상대적 변화를 세포 주기의 각 시기와 연관시킬 수 있다.

(5점) 특정 화합물 A가 G1기에서 S기로의 진행 및 DNA 복제를 억제하는 효과를 나타냄을 추론한다.

### [생명과학 I - ii]

○ 예시답안

특정 화합물 B를 처리한 집단 (다)에서는 G1기에 해당하는 첫 번째 봉우리와 S기에 해당하는 세포들이 모두 사라지고 G2기 및 M기에 해당하는 세포들만이 존재하므로 특정 화합물 B는 DNA 복제 후의 어떤 과정을 억제하는 효과를 가지고 있다. (단, G2기와 M기 중 하나를 특정하기는 어렵다.)

○ 채점기준

(5점) 세포 1개당 DNA양의 상대적 변화를 세포 주기의 각 시기와 연관시킬 수 있다.

(5점) 특정 화합물 B가 DNA 복제 후의 어떤 과정을 억제하는 효과가 있음을 추론한다.

### [생명과학 I - iii]

○ 예시답안

정자의 형성은 세포의 감수 분열에 의하여 이루어진다. 문제의 표에서 주어진 실험자료를 그래프로 정리하면 다음과 같다.

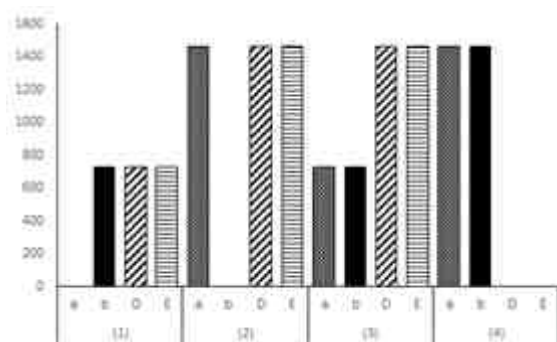


그림 II의 세포 (가)는 G1기에 있고 아직 DNA 복제가 되지 않은 상태이므로 세포 (3)에 해당한다. 그림 II의 세포 (나)는 감수 분열 전 간기 동안 DNA가 복제된 상태이므로 세포 (4)에 해당한다. 그림 II의 세포 (다)는 상동염색체는 분리되었으나 염색분체가 분리되지 않는 감수 1분열을 거친 세포이므로 세포 (2)에 해당한다. 그림 II의 세포 (라)는 염색분체가 분리되는 감수 2분열을 거친 세포이므로 세포 (1)에 해당한다. 세포 (1)의 유전자 별 DNA 양을 보면 유전자 B가 존재하지 않고 이의 대립 유전자인 b가 존재함을 알 수 있다. 따라서

$$\frac{\text{유전자 B의 DNA 양}}{\text{유전자 D의 DNA 양} + \text{유전자 E의 DNA 양}} = 0$$

이 된다.



## 논술문제 해설지 (자연계)

○ 채점기준

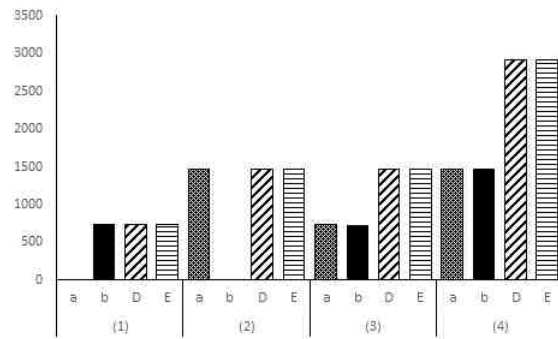
(5점) 세포 (라)는 DNA 양의 변화에 근거할 때 감수 2분열을 거친 세포 (1)에 해당함을 설명할 수 있다.

(5점) 세포 (1)의 유전자 별 DNA 양에 대한 자료를 이용하여 유전자 b가 존재하지 않으므로 주어진 식에 해당하는 양이 0임을 설명할 수 있다.

[생명과학 I – iv]

○ 예시답안

[생명과학 I-iii]에 의하여 세포 (4)는 그림의 (나)에 해당한다. 이는 감수 분열 전 간기 동안 DNA가 복제된 상태이므로 유전자 D와 E의 세포 1개당 DNA 양은 유전자 a와 b의 세포 1개당 DNA 양의 두 배가 되어야 한다. 이러한 결과를 그래프로 정리하면 다음과 같다.



주어진 표에서 세포 (4)의 a 및 b의 유전자의 양이 1400 (임의의 단위)라고 하였으므로 유전자 D와 E에 대한 세포 1개당 DNA 양은 두 배인 2920 (임의의 단위)이 된다.

○ 채점기준

(5점) 세포 (4)가 그림의 세포 (나)에 해당하며 감수 분열 전 간기 동안 DNA가 복제된 상태라는 것을 이해한다.

(5점) 유전자 D와 E의 세포 1개당 DNA 양은 유전자 a와 b의 세포 1개당 DNA 양의 두 배가 되어야 하므로 유전자 D와 E에 대한 세포 1개당 DNA 양은 2920 (임의의 단위)가 됨을 추론할 수 있다.