2021학년도 모의논술

논술문제 해설지
자연계

[교사용]

성균관대학교
1398 SUNG KYUN KWAN UNIVERSITY

논술문제 해설지 (자연계)

[수학 1]

■ 개요 및 주요 평가항목

반복되는 패턴을 수식으로 나타낸 후 적절한 수학적 이론을 적용하여 필요한 값을 얻어내는 능력을 평가하는 문제이다. 본 문제는 일정한 비율 관계로 줄어드는 도형의 수열 관계를 파악하고 이러한 수열의 합을 무한급수를 이용하여 도출 할 수 있는 지를 파악하는 문제이며, 고교 교과 과정 중, 타원의 방정식, 등비수열, 무한급수 등을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 문제이다.

[수학 1 – i]

기초적인 기하학적 성질을 파악하여 타원의 방정식을 유도할 수 있는지 평가한다.

[수학 1 – ii]

정적분을 이용하여 타원의 넓이를 구할 수 있는지 평가한다.

[수학 1 – iii]

반복되는 패턴을 등비수열로 나타내고 이를 이용하여 무한급수의 값을 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

■ 예시답안 및 채점기준

[수학 1 – i]

○ 예시답안

<제시문1>에 의하여

$$L_1 : \left(\frac{1\times 3+2\times(-3)}{1+2},0\right)=(-1,0) \qquad R_1 : \left(\frac{2\times 3+1\times(-3)}{2+1},0\right)=(1,0)$$

따라서 타원 E_0의 방정식은

$\frac{x^2}{3^2}+\frac{y^2}{3^2-1^2}=1$ 이다. 즉 $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{8}=1$.

논술문제 해설지 (자연계)

<제시문1>에 의하여

$\mathrm{L}_2 : \left(\frac{1\times 1+2\times(-1)}{1+2},0\right)=\left(-\frac{1}{3},0\right)$ $\mathrm{R}_2 : \left(\frac{2\times 1+1\times(-1)}{2+1},0\right)=\left(\frac{1}{3},0\right)$

따라서 타원 E_1의 방정식은

$\frac{x^2}{1^2}+\frac{y^2}{1^2-\left(\frac{1}{3}\right)^2}=1$ 이다. 즉 $\frac{x^2}{1}+\frac{y^2}{\frac{8}{9}}=1$

<제시문1>에 의하여

$L_3 : \left(\frac{1\times\left(\frac{1}{3}\right)+2\times\left(-\frac{1}{3}\right)}{1+2},0\right)=\left(-\frac{1}{9},0\right)$ $R_3 : \left(\frac{2\times\left(\frac{1}{3}\right)+1\times\left(-\frac{1}{3}\right)}{2+1},0\right)=\left(\frac{1}{9},0\right)$

따라서 타원 E_2의 방정식은

$\frac{x^2}{\left(\frac{1}{3}\right)^2}+\frac{y^2}{\left(\frac{1}{3}\right)^2-\left(\frac{1}{9}\right)^2}=1$ 이다. 즉 $\frac{x^2}{\frac{1}{9}}+\frac{y^2}{\frac{8}{81}}=1$

<제시문1>에 의하여

$L_4 : \left(\frac{1\times\left(\frac{1}{9}\right)+2\times\left(-\frac{1}{9}\right)}{1+2},0\right)=\left(-\frac{1}{27},0\right)$ $R_4 : \left(\frac{2\times\left(\frac{1}{9}\right)+1\times\left(-\frac{1}{9}\right)}{2+1},0\right)=\left(\frac{1}{27},0\right)$

따라서 타원 E_3의 방정식은

$\frac{x^2}{\left(\frac{1}{9}\right)^2}+\frac{y^2}{\left(\frac{1}{9}\right)^2-\left(\frac{1}{27}\right)^2}=1$ 이다. 즉 $\frac{x^2}{\frac{1}{81}}+\frac{y^2}{\frac{8}{729}}=1.$

○ 채점기준

(4점) 내분점 외분점을 정확하게 계산할 수 수 있다. (각 1점)

(4점) 타원의 방정식을 정확하게 도출할 수 있다. (각 1점)

논술문제 해설지 (자연계)

[수학 1 – ii]

○ 예시답안

타원 E_n의 방정식을

$$\frac{x^2}{(a_n)^2}+\frac{y^2}{(b_n)^2}=1 \qquad (1)$$

이라 하자. 그러면 [수학 1 –i]의 결과로부터

$$a_n=\left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$$

$$b_n=\sqrt{a_n^2-\left(\frac{1}{3}a_n\right)^2}=\frac{2\sqrt{2}}{3}a_n=\frac{2\sqrt{2}}{3}\left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$$

임을 알 수 있다. 따라서

$$a_nb_n=\frac{2\sqrt{2}}{3}\left(\frac{1}{9}\right)^{n-1} \qquad (2)$$

한편 (1)로부터 타원 E_n위의 점 (x,y)가 1사분면 위에 있을 때 $y=b_n\sqrt{1-\left(\frac{x}{a_n}\right)^2}$가 되므로, <제시문3>로 이용하면 타원 E_n의 1사분면 내부의 넓이는 $b_n\int_0^{a_n}\sqrt{1-\left(\frac{x}{a_n}\right)^2}dx$가 됨을 알 수 있다. 따라서

$$S_n=4b_n\int_0^{a_n}\sqrt{1-\left(\frac{x}{a_n}\right)^2}dx \quad \text{이다.}$$

$\frac{x}{a_n}=\sin\theta$ 로 놓으면 S_n은 다음과 같다.

논술문제 해설지 (자연계)

$$S_n = 4b_n\int_0^{a_n}\sqrt{1-\left(\frac{x}{a_n}\right)^2}\,dx = 4a_nb_n\int_0^{\frac{\pi}{2}}cos^2\theta\,d\theta$$
$$= 4a_nb_n\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{1+cos2\theta}{2}d\theta = \pi a_nb_n \qquad (3)$$

따라서 (2), (3)으로 부터

$$S_n = \frac{2\sqrt{2}}{3}\left(\frac{1}{9}\right)^{n-1}\pi$$

를 얻는다. 따라서

$$S_0 = 6\sqrt{6}\,\pi, \quad S_1 = \frac{2\sqrt{2}}{3}\pi, \quad S_2 = \frac{2\sqrt{2}}{27}\pi, \quad S_3 = \frac{2\sqrt{2}}{243}\pi$$

○ 채점기준

(6점) a_n, b_n을 정확하게 유도할 수 있다.

(6점) 정적분을 정확하게 유도할 수 있다.

(6점) S_n을 정확하게 유도할 수 있다.

[수학 1 – iii]

[수학 1 – ii] 의 결과로 부터

$$\sum_{n=0}^{\infty}S_n = \sum_{n=0}^{\infty}\frac{2\sqrt{2}}{3}\left(\frac{1}{9}\right)^{n-1}\pi = \frac{6\sqrt{2}}{1-\frac{1}{9}}\pi = \frac{27\sqrt{2}}{4}\pi$$

○ 채점기준

(4점) 무한급수를 정확하게 계산할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[수학 2]

■ 개요 및 주요 평가항목

주어진 기하학적 정보를 수식으로 표현하고 적절한 수학적 이론을 적용하여 원하는 결과를 도출할 수 있는지를 평가하는 문제이다. 고교과정 중 절대 부등식, 직선의 방정식, 원의 방정식, 유리함수 등을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 문제이다.

[수학 2 – i]

문제의 조건으로 부터 필요한 기하학적 정보를 이해하고 이를 수식으로 나타낼 수 있는지를 평가하는 문제이다

[수학 2 – ii]

문제의 조건에 맞는 수식을 유도하고 산술 기하 부등식을 이용하여 도출된 수식의 최솟값을 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

[수학 2 – iii]

문제의 조건에 맞는 수식을 유도하고 유리함수의 성질을 이용하여 도출된 수식의 최댓값을 구할 수 있는지를 평가하는 문제이다.

■ 예시답안 및 채점기준

[수학 2 – i]

○ 예시답안

직선 ℓ의 기울기를 m이라 하면

$$\ell : y = m(x-1)$$

이를 원 C의 방정식 $x^2+y^2=4$에 대입하고 정리하면

$$(m^2+1)x^2-2m^2x+m^2-4=0 \qquad (1)$$

을 얻는다.

(1)의 두 근을 a, b라 하면 일반성을 잃지 않고 $\mathrm{P}_1(a, \sqrt{4-a^2})$ $\mathrm{P}_2(b, -\sqrt{4-b^2})$라 쓸 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

따라서

$$\overline{PP_1}^2 \times \overline{PP_2}^2 = \{(a-1)^2+4-a^2\}\{(b-1)^2+4-b^2\}$$
$$= (5-2a)(5-2b)$$
$$= 25-10(a+b)+4ab$$

그런데 (1)과 근과 계수의 관계로 부터

$$a+b=\frac{2m^2}{m^2+1}, \qquad ab=\frac{m^2-4}{m^2+1} \qquad (2)$$

이므로

$$\overline{PP_1}^2 \times \overline{PP_2}^2 = 25-10\frac{2m^2}{m^2+1}+4\frac{m^2-4}{m^2+1}=9$$

따라서

$$\overline{PP_1}\times\overline{PP_2}=3$$

○ 채점기준

(5점) 방정식 (1)을 유도할 수 있다.

(5점) 근과 계수의 관계를 이용하여 $\overline{PP_1}\times\overline{PP_2}$의 값이 일정함을 보일 수 있다

[수학 2 – ii]

$\overline{PP_1}\times\overline{PP_2}=3$ 이므로 산술평균, 기하평균의 관계로부터

$\overline{PP_1}^2 + \overline{PP_2}^2 \geq 2\overline{PP_1}\times\overline{PP_2}=6$ 을 얻는다.

따라서 $\overline{PP_1}^2 + \overline{PP_2}^2$의 최솟값은 6이다. (단, 등호는 $\overline{PP_1}=\overline{PP_2}=\sqrt{3}$ 일 때 성립한다.)

이때 $a=b=1$이고 ℓ이 x축에 수직일 때이다.

논술문제 해설지 (자연계)

○ 채점기준

산술기하 평균을 이용하여 최솟값을 구할 수 있다. (5점)

등호가 성립하는 경우를 설명할 수 있다. (5점)

[수학 2 – iii]

○ 예시답안

근과 계수의 관계 (2)로 부터

$$\begin{aligned}\overline{\mathrm{PP}_1}^2+\overline{\mathrm{PP}_2}^2 &= (a-1)^2+4-a^2+(b-1)^2+4-b^2\\ &= 10-2(a+b)\\ &= \frac{6m^2+10}{m^2+1}\\ &= 6+\frac{4}{m^2+1}\end{aligned}$$

$X=m^2$ 라 두면 $\overline{\mathrm{PP}_1}^2+\overline{\mathrm{PP}_2}^2=6+\frac{4}{X+1}$이 되고 이는 $X\geq 0$에서 정의된 감소 함수

이므로, $X=m=0$에서 최댓값 10을 가진다.

○ 채점기준

$\overline{\mathrm{PP}_1}^2+\overline{\mathrm{PP}_2}^2$ 를 m을 이용하여 나타낼 수 있다. (5점)

최댓값을 정확히 구할 수 있다. (5점)

논술문제 해설지 (자연계)

[물리학 Ⅰ]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교과 과정 [물리학Ⅰ]의 “역학과 에너지”, 그리고 “파동과 정보 통신” 단원에서 출제하였다. 운동량 보존 법칙과 역학적 에너지 보존 법칙을 적용해 충돌 후의 물체의 역학적 운동을 이해할 수 있는 지를 묻는 문제, 그리고 줄을 튕겨 발생한 파동과 그 소리가 공기 중에 전파되는 현상을 올바로 해석할 수 있는지를 묻는 문제를 출제하였다. 교과 과정에서 배운 기본적인 내용을 바탕으로 하였으며, [물리학Ⅰ]에서 배우는 주제를 현실의 문제에 적용하는 능력을 다각도로 평가하고자 하였다. (제시문: 교학사 p.47, p.65, p.165)

■ 예시답안 및 채점기준

[물리학 Ⅰ - ⅰ]

○ 예시답안

(가) 충돌 전의 운동량은 mv이고, 충돌 후는 $m(V_A+V_B)=m\left(\frac{v}{2}+\frac{v}{2}\right)=mv$이므로 운동량 보존 법칙이 성립함을 알 수 있다. 충돌 전과 후의 운동 에너지를 각각 구하면, $\frac{1}{2}mv^2$과 $\frac{1}{2}m\left(V_A^2+V_B^2\right)=\frac{1}{4}mv^2$이다. 따라서, 역학적 에너지 보존 법칙은 성립하지 않으며 충돌 과정에서 손실된 에너지는 $\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{4}mv^2=\frac{1}{4}mv^2$이다.

(나) 운동량 보존 법칙을 적용하면 $v=V_A+V_B$

(다) 역학적 에너지 보존 법칙을 적용하면 $\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}m\left(V_A^2+V_B^2\right)$이므로 $v^2=V_A^2+V_B^2$

(라) 위의 (나)로 부터 $V_B=v-V_A$를 얻고, 이를 (다)에서 얻은 식에 대입하면,

$V_B^2=v^2-V_A^2=(v-V_A)^2$이므로

$(v-V_A)(v+V_A)-(v-V_A)^2=(v-V_A)(v+V_A-v+V_A)=0$이다.

따라서, $V_A=v$ 또는 $V_A=0$을 얻는다.

이를 $V_B=v-V_A$에 대입하면 결국 $V_A=v$, $V_B=0$ 또는 $V_A=0$, $V_B=v$이다.

이 중, $V_B \geq V_A$를 만족하는 것은 $V_A=0$, $V_B=v$이다.

논술문제 해설지 (자연계)

○ 채점기준

(가) (5점) 운동량과 운동 에너지를 이해하고 있고, 충돌 전과 후에 각각의 물리량을 구할 수 있다.

(나) (5점) 운동량 보존 법칙을 이해하고 있다.

(다) (5점) 역학적 에너지 보존 법칙을 이해하고 있다.

(라) (5점) 운동량과 역학적 에너지의 보존 법칙을 실제적인 문제에 적용할 수 있다.

[물리학 Ⅰ -ii]

○ 예시답안

(가) <제시문3>을 이용하면 $v=\lambda f$에 $\lambda=3.4\,\mathrm{m}$를 대입하면, 줄을 따라 진행하는 파동의 진동수 f는 $f=v/\lambda=680/3.4=200\,(\mathrm{Hz})$이다.

(나) 줄에서 만들어진 진동이 소리의 형태로 공기 중을 진행하는 속력은 $340\,\mathrm{m/s}$이다. 이 파동의 진동수는 $200\,\mathrm{Hz}$이므로, 음파의 파장은 $\lambda=v/f=340/200=170/100=1.7(\mathrm{m})$이다.

○ 채점기준

(가) (10점) 파동의 진동수, 파장, 그리고 속력을 관계를 이용해, 주어진 조건을 파동의 진동수를 구할 수 있다.

(나) (10점) 공기 중에서 진행하는 파동의 속력으로부터, 주어진 진동수의 파동이 가진 파장을 구할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[화학 Ⅰ]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 '화학 Ⅰ'의 내용 중 [화학의 첫걸음]의 몰 개념, 몰 농도 및 아보가드로 법칙, [화학 결합과 분자의 세계] 단원의 전자쌍 반발이론과 분자 구조, [역동적인 화학 반응] 단원의 산화-환원 반응 및 중화 반응에서의 양적 관계를 잘 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ – i]

산화 환원 반응에서, 물질의 산화수의 변화와 산화제 및 환원제를 구분하여 논할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ – ii]

산화 환원 반응에서 산화수 개념과 전자의 이동 등 기본적인 이해를 바탕으로 화학 반응식의 계수비를 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ – iii]

화학 반응식과 몰 농도에 대한 이해를 바탕으로, 산화 환원 반응 및 중화 반응에서 양적 관계를 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ – iv]

루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론에 대한 이해를 통해 분자의 구조를 논리적으로 설명할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

[화학 Ⅰ – v]

화학 반응에 대한 기본적인 개념과 아보가드로 법칙에 대한 이해를 바탕으로 기체 반응 전후의 부피 변화를 논할 수 있는지 평가하고자 하였다.

기본적으로 이런 문제들은 '화학 Ⅰ'에서 다루는 기본적인 개념에 기반하고 있으며 주어진 제시문들 또한 고등학교 교과서를 기준으로 주어졌으며, 이를 읽고 이해할 수 있으면, 어려움 없이 풀 수 있도록 쉽게 문제를 출제하였다.

논술문제 해설지 (자연계)

■ 예시답안 및 채점기준

[화학Ⅰ－ⅰ]

○ 예시답안

$Cr_2O_7^{2-}$에서 크롬의 산화수는 +6 이고, 크롬 이온(Cr^{3+})에서 크롬의 산화수는 +3이므로 반응 이후에 크롬의 산화수가 3만큼 감소하였다. 에탄올과 아세트산의 분자식은 각각 CH_3CH_2OH, CH_3COOH인데, 각 분자에서 산소와 결합한 탄소의 산화수는 각각 −1, +3 이므로, 반응 이후에 이 탄소의 산화수가 4만큼 증가하였다. <제시문 2>의 (1)에 의하면 산화수가 감소한 크롬은 환원되고, 산화수가 증가한 산소와 결합한 탄소는 산화하였다. 따라서, 이 반응의 반응물 중에서 자신은 환원되고 다른 물질을 산화시키는 물질인 산화제는 $Cr_2O_7^{2-}$이고, 자신은 산화되고 다른 물질을 환원시키는 물질인 환원제는 에탄올(CH_3CH_2OH)이다.

○ 채점기준

(4점) 산화수의 증가와 감소를 변화를 분명하게 설명할 수 있다.

(2점) 산화제와 환원제를 정확하게 기술할 수 있다.

[화학Ⅰ－ⅱ]

○ 예시답안

<제시문 1>에 제시한 반응에 의해, 산소와 결합한 탄소의 산화수는 4만큼 증가하였고 크롬의 산화수가 3만큼 감소하였다. <제시문 2>의 (3)에 의하면 산화 환원 반응에서 증가하는 산화수와 감소하는 산화수가 같으므로, 산화 환원 반응에 참여한 탄소와 크롬 원자의 몰비는 3:4의 비율이어야 한다. 에탄올 분자 하나에서 하나의 탄소 원자가 산화되고 $Cr_2O_7^{2-}$ 하나에서 두 개의 크롬 원자가 환원되므로, 에탄올과 $Cr_2O_7^{2-}$의 몰비는 3:2 가 된다. 따라서 반응 계수 a와 b의 비(a:b)는 3:2이다.

○ 채점기준

(3점) 산화 환원 반응에 참여한 탄소와 크롬 원자의 몰비를 명확하게 설명할 수 있다.

(3점) 산화제와 환원제의 반응 계수 비를 정확하게 기술할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[화학 Ⅰ－iii]

○ 예시답안

에탄올과 $Cr_2O_7^{2-}$의 반응 계수의 비(a:b)가 3:2이므로, $Cr_2O_7^{2-}$ 0.03 몰은 0.045 몰의 에탄올과 반응하며, 반응 후 0.045 몰의 아세트산이 생성된다. 아세트산(CH_3COOH)의 분자량은 60(= 1×4+ 12×2+ 16×2)이므로, 아세트산 0.045 몰의 질량은 (60 g/몰) × (0.045 몰) = 2.7 g 이다. 곧, $Cr_2O_7^{2-}$ 0.03 몰이 소모될 때 생성되는 아세트산의 질량은 2.7 g이다.

동일한 질량의 아세트산은 0.045 몰에 해당한다. 중화 반응에서 H^+과 OH^-는 1:1의 몰비로 반응하므로, 아세트산 0.045 몰을 완전히 중화하기 위해서는 수산화 나트륨(NaOH)도 0.045 몰이 필요하다. <제시문 3>의 (2)에 따르면, 용액의 부피(L)는 용질의 양(mol)을 몰 농도(M)로 나눈 것과 같으므로, 필요한 NaOH 부피(L) = 0.045 몰 / (0.1 몰/L) = 0.45 L(혹은, 450 mL)이다.

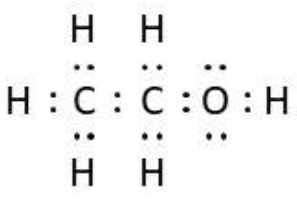
○ 채점기준

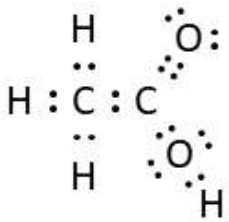
(5점) 화학 반응에서의 양적 관계로부터 생성되는 아세트산의 질량을 정확하게 제시할 수 있다.
(5점) 제시한 몰 농도 식을 사용하여 필요한 중화 반응의 양적관계를 기술할 수 있다.

[화학 Ⅰ－ iv]

○ 예시답안

에탄올(CH_3CH_2OH)과 아세트산(CH_3COOH)의 루이스 전자점식을 그리면 각각 아래와 같다.





에탄올에서 산소 원자와 결합한 탄소는, 산소 원자 1개, 수소 원자 2개, 탄소 원자 1개와 결합하여 중심원자 주위에 비공유 전자쌍은 없고 4개의 원자가 결합되어 있다. 전자쌍 반발 원리에 따라 중심원자 주위에 4개의 공유 전자쌍이 가장 멀리 떨어져 배열되기 때문에 약 109.5° 의 각도를 이루며 사면체형 구조가 된다.

논술문제 해설지 (자연계)

아세트산에서 산소 원자와 결합한 탄소는, 산소 원자 2개, 탄소 원자 1개와 결합하여 중심원자 주위에 비공유 전자쌍은 없고 3개의 원자가 결합되어 있다. 전자쌍 반발 원리에 따라 중심원자 주위에 공유 전자쌍이 가장 멀리 떨어져 배열되기 때문에, 약 120^{o} 의 결합각을 이루며 평면 삼각형 구조가 된다.

○ 채점기준
(4점) 루이스 전자점식을 정확하게 제시할 수 있다.
(4점) 전자쌍 반발 원리를 이용하여 결합각을 설명할 수 있다.

[화학Ⅰ – v]
○ 예시답안
반응 전후의 원자의 수와 종류가 동일하도록 반응식의 계수를 맞추면 다음과 같다.

$$CH_3CH_2OH(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$$

에탄올(CH_3CH_2OH)의 분자량은 46(= 1×6+ 12×2+ 16×1)이므로, 에탄올 23 g은 0.5 몰에 해당한다.
반응식의 계수가 1:3:2:3이므로, 위의 반응에서 0.5 몰의 에탄올은 1.5 몰의 산소 기체와 반응하여, 이산화 탄소 1 몰과 기체 상태의 물 1.5 몰을 생성한다. 따라서, 반응한 기체의 몰수 합은 2.0 몰, 생성된 기체의 몰수 합은 2.5 몰이다.
<제시문 6>에 의하여 0℃, 1 기압에서 기체 1 몰의 부피는 기체의 종류에 관계없이 22.4 L이므로 반응한 기체의 몰수와 생성된 기체의 부피를 각각 구하면 아래와 같다.

$$\text{반응한 기체의 부피 합} = 2.0 \text{ 몰} \times 22.4 \text{ L/몰} = 44.8 \text{ L}$$
$$\text{생성된 기체의 부피 합} = 2.5 \text{ 몰} \times 22.4 \text{ L/몰} = 56.0 \text{ L}$$

따라서 반응한 기체의 부피 합보다 생성된 기체의 부피 합이 더 크고, 그 차이는 56.0 L – 44.8 L = 11.2 L이다.

○ 채점기준
(4점) 화학 반응 전후 원자의 종류와 개수가 같도록 계수를 맞출 수 있다.
(6점) 기체 반응의 양적 관계를 명확하게 설명할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[생명과학Ⅰ]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교육과정 '생명과학Ⅰ'의 「항상성과 몸의 조절」단원은 세포가 생명활동을 하는데 필요한 물질 및 에너지의 출입과 관련하여 우리 몸의 각 기관계의 작용을 통합적으로 이해하는 것을 목표로 하고 있다. 이 중에서 특히 "방어 작용" 소단원에서는 질병을 일으키는 병원체에 대한 이해를 바탕으로 병원체에 대항하는 우리 몸의 방어 작용을 이해하고 항원-항체 반응에 의한 면역 작용을 이해하는 것을 목표로 하고 있다.

본 문제에서는 '코로나19'라는 전세계적인 감염병의 출현을 계기로 "방어 작용" 소단원의 내용을 바탕으로 병원체의 종류를 판별하고 면역 작용에 관여하는 세포들의 기능을 이해하며 항체 형성 여부를 판단하는 과정에 대한 이해도를 측정하고자 하였다. [생명과학 Ⅰ-ⅰ] 에서는 병원체의 다양한 종류 중 주어진 특징에 근거하여 어느 종류인지를 구별할 수 있는지를 평가하고자 하였다. [생명과학 Ⅰ-ⅱ]에서는 가상의 실험 결과를 바탕으로 림프구의 역할을 이해하는지를 평가하고자 하였다. [생명과학 Ⅰ-ⅲ]에서는 병원체에 의한 감염 시 항체의 형성 여부를 판정하는 과정에 대한 이해도를 평가하고자 하였다.

논술문제 해설지 (자연계)

■ 예시답안 및 채점기준

[생명과학 Ⅰ－ⅰ]

○ 예시답안

<표 1>에 의하면 병원체의 핵 및 세포막이 관찰되지 않았다고 하였다. 병원체의 종류는 세균, 바이러스, 원생생물 및 곰팡이가 있는데 이 중에서 핵이 없는 경우는 세균과 바이러스가 해당되며 세포막이 없는 경우는 바이러스가 해당된다. 또한 스스로 물질대사를 할 수 없다고 하였으므로 살아 있는 숙주 세포에서만 증식할 수 있는 바이러스의 성질에 부합한다. 따라서 병원체 Z는 바이러스이다.

○ 채점기준

(5점) 핵이 관찰되지 않았다는 것에 근거하여 병원체는 세균 또는 바이러스임을 설명할 수 있으며 세포막이 관찰되지 않았다는 것에 근거하여 병원체는 바이러스임을 설명할 수 있다.

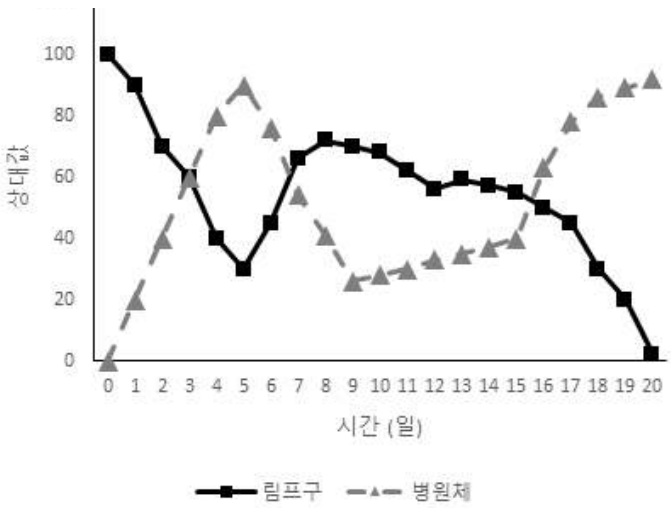
(5점) 스스로 물질대사를 할 수 없다는 것에 근거하여 살아있는 숙주 세포에서만 증식할 수 있는 바이러스의 성질에 부합함을 설명할 수 있다.

[생명과학 Ⅰ－ⅱ]

○ 예시답안

<표 2>의 결과를 그래프로 표시하면 다음과 같다.

(a) 특이적 방어 작용에 관여하는 림프구에는 세포독성 T 림프구, 보조 T 림프구와 B 림프구가 있다. 이 중에서 세포독성 T 림프구는 세포성 면역에만 관여하며 B 림프구는 체액성 면역에만 관여한다. 림프구 (가)는 세포성 면역과 체액성 면역에 모두 관여한다고 하였으므로 보조 T 림프구이다.



(b) 림프구 (가)의 수가 증가하고 병원체 Z의 수는 감소한 것을 볼 때 대식세포가 식세포 작용으로 세포 내에서 분해한 병원체 Z의 항원 조각을 표면에 제시하고, 보조 T 림프구에 의해 활성화된 B 림프구가 형질 세포로 분화하여 항체를 만들어 항원-항체 반응을 통해 병원체 Z의 수가 감소하였다고 볼 수 있다.
(c) 20일째에 병원체 Z의 수가 최대값이 되고 림프구 (가)의 수는 최소값이 되었으므로 최종적으로 1번 환자에서 체액성 면역이 잘 형성되었다고 볼 수 없다.

○ 채점기준
(a) (5점) 림프구 (가)가 세포성 면역과 체액성 면역에 모두 관여하므로 보조 T 림프구임을 추론할 수 있다.
(b) (10점) 대식세포에 의한 식세포 작용이 일어나고 보조 T 림프구에 의해 활성화되어 형질 세포로 분화한 B 림프구가 항체를 만들어서 그 결과로 병원체 Z의 수가 감소하고 림프구 (가)의 수가 늘어났음을 설명할 수 있다.
(c) (5점) 최종적인 림프구 (가)의 수와 병원체 Z의 수에 근거할 때 1번 환자의 체액성 면역이 잘 형성되었다고 볼 수 없음을 추론할 수 있다.

[생명과학 Ⅰ－iii]
○ 예시답안
실험에서 생쥐 (가)는 죽었고 (나)는 살았다는 것에서 생쥐 (가)에서는 병원체 Z에 대한 항체가 형성되지 않았고 생쥐 (나)에서는 병원체 Z에 대한 항체가 형성되었음을 알 수 있다. 항체가 형성되기 위해서는 죽은 병원체 Z가 주사되어야 하므로 생쥐 (나)에게 죽은 병원체 Z를 주사하였음을 알 수 있다. 따라서 생쥐 (가)에게는 생리식염수를 주사하였음을 알 수 있다.

○ 채점기준
(5점) 생쥐 (가)는 죽었으므로 생리식염수를 주사하였음을 설명할 수 있다.
(5점) 생쥐 (나)는 살았으므로 죽은 병원체 Z를 주사하였음을 설명할 수 있다.