

2022학년도 모의논술

논술문제 해설지
자연계

[교사용]

논술문제 해설지 (자연계)

[수학 1]

■ 개요 및 주요 평가항목

함수의 극대, 극소를 구하여 주어진 상황을 적절한 부등식으로 유도한 다음, 부등식을 만족하는 정수의 쌍을 구할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다. 본 문제는 고교 과정 중, 다항함수의 미분법과 경우의 수 등을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 문제로, 선분의 내분점과 기울기와 같은 기본적인 도형 방정식 내용을 포함한다.

[수학 1 - i]

직선의 기울기에 대한 개념을 올바르게 이해하고 있는지와 이를 활용할 수 있는지 평가한다.

[수학 1 - ii]

경우의 수를 올바르게 구할 수 있는지 평가한다.

[수학 1 - iii]

선분의 내분점을 올바르게 이해하고 있는지를 평가한다.

■ 예시답안 및 채점기준

[수학 1 - i]

○ 예시답안

$f'(x) = 3x^2 + 2ax + b$ 이고 함수 $f(x)$ 가 서로 다른 두 개의 극값을 가지므로, $a^2 > 3b$ 이다.

또한, $\alpha + \beta = -\frac{2a}{3}$, $\alpha\beta = \frac{b}{3}$ 이다. $\frac{f(\beta) - f(\alpha)}{\beta - \alpha} > \frac{-2}{9}$ 라고 하면,

$$\begin{aligned} \frac{f(\beta) - f(\alpha)}{\beta - \alpha} &= (\beta^2 + \beta\alpha + \alpha^2) + a(\beta + \alpha) + b \\ &= (\alpha + \beta)^2 - \alpha\beta + a(\alpha + \beta) + b \\ &= \left(-\frac{2a}{3}\right)^2 - \frac{b}{3} - \frac{2a^2}{3} + b > -\frac{2}{9} \end{aligned}$$

이다. 이를 정리하면, $b > \frac{a^2 - 1}{3}$ 이다. 즉, $3b + 1 > a^2$ 이다.

따라서, $3b + 1 > a^2 > 3b$ 를 얻게 되고, 이를 만족하는 정수 a 와 b 는 존재하지 않는다.

논술문제 해설지 (자연계)

○ 채점기준

(5점) 부등식 $b < \frac{a^2}{3}$ 을 유도할 수 있다.

(5점) 부등식 $b > \frac{a^2-1}{3}$ 을 유도할 수 있다.

[수학 1 - ii]

○ 예시답안

$f'(x) = 3x^2 + 2ax + b$ 이고 함수 $f(x)$ 가 서로 다른 두 개의 극값을 가지므로, $a^2 > 3b$ 이다.
 선분 AB가 x 축과 만나지 않으므로, $f(\alpha)f(\beta) > 0$ 이 성립한다. 여기서,

$$f(\alpha)f(\beta) = (\alpha^3 + a\alpha^2 + b\alpha)(\beta^3 + a\beta^2 + b\beta), \quad \alpha + \beta = -\frac{2a}{3}, \quad \alpha\beta = \frac{b}{3}$$

이므로, $f(\alpha)f(\beta) = \frac{b^2(4b-a^2)}{27} > 0$ 이다. 즉, $b > \frac{a^2}{4}$ 이다.

$a^2 > 3b$ 이므로 $\frac{a^2}{4} < b < \frac{a^2}{3}$ 이므로 $-5 \leq a \leq 5$, $-5 \leq b \leq 5$ 를 만족하는 (a, b) 는 $(-4, 5), (4, 5)$ 이다.

○ 채점기준

(5점) 부등식 $b > \frac{a^2}{4}$ 을 유도할 수 있다.

(5점) 경우의 수를 올바르게 구할 수 있다.

[수학 1 - iii]

○ 예시답안

$f'(x) = 3x^2 + 2ax + b$ 이고 함수 $f(x)$ 가 서로 다른 두 개의 극값을 가지므로, $a^2 > 3b$ 이고
 $\alpha + \beta = -\frac{2a}{3}$, $\alpha\beta = \frac{b}{3}$ 이다.

선분 AB를 삼등분 하는 두 점의 x 좌표는 각각 $\frac{2\alpha+\beta}{3}$ 과 $\frac{\alpha+2\beta}{3}$ 이다.

선분 CD가 y 축과 만나지 않기 위해서는 두 좌표값의 곱이 양수여야 한다.

$$\left(\frac{2\alpha+\beta}{3}\right)\left(\frac{\alpha+2\beta}{3}\right) = \frac{1}{9}(2\alpha^2 + 2\beta^2 + 5\alpha\beta) = \frac{1}{9}(2(\alpha+\beta)^2 + \alpha\beta) = \frac{1}{9}\left(2\left(-\frac{2a}{3}\right)^2 + \frac{b}{3}\right) > 0$$

논술문제 해설지 (자연계)

이고, $b > -\frac{8}{3}a^2$ 이다.

$a^2 > 3b$ 이므로 $-\frac{8}{3}a^2 < b < \frac{a^2}{3}$ 이다. 이를 만족하는 순서쌍 (a, b) 는

$a=1$ 일 때, $b=0, -1, -2$

$a=2$ 일 때, $b=1, 0, -1, -2, -3$

$a=3$ 일 때, $b=2, 1, 0, -1, -2, -3$ 이다.

따라서 가능한 모든 쌍의 개수는 $2 \times (3+5+6) = 28$ 개다.

○ 채점기준

(5점) 부등식 $b > -\frac{8}{3}a^2$ 을 유도할 수 있다.

(5점) 경우의 수를 올바르게 구할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[수학 2]

■ 개요 및 주요 평가항목

함수의 극대, 극소와 관련한 개념과 곡선의 접선과 법선에 대한 개념을 수학적으로 분석하고 응용할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다. 본 문제는 고교 과정 중, 다항함수의 미분법 등을 이해하고 있으면 해결할 수 있는 문제로, 특히 접선의 방정식에 대한 기본적인 내용을 포함한다.

[수학 2 - i]

접선의 방정식을 올바르게 유도할 수 있는지 평가한다.

[수학 2 - ii]

접선에 수직인 직선의 방정식을 올바르게 유도할 수 있는지와 삼차함수의 극값을 구할 수 있는지 평가한다.

[수학 2 - iii]

원과 직선의 위치관계에 대한 이해를 통해 접선의 방정식을 심도있게 다룰 수 있는지 평가한다.

■ 예시답안 및 채점기준

[수학 2 - i]

○ 예시답안

곡선 $y=f(x)$ 와 $y=g(x)$ 의 그래프에서 $a \geq 0$ 인 경우와 두 곡선 $f(x)=a|x|$ 와 $y=g(x)$ 가 접할 경우, 두 곡선의 교점이 3개가 된다. 그리고 두 곡선의 교점이 3개보다 많은 경우는 $a < 0$ 와 두 곡선 $f(x)=a|x|$ 와 $y=g(x)$ 가 접할 경우의 a 값 사이가 된다.

곡선 $y=g(x)$ 위의 점 $(c, g(c))$ 에서의 접선의 방정식은

$$y = (4c^3 - 2c)(x - c) + (c^4 - c^2)$$

이고, 이 접선은 원점을 지나므로 $0 = -c(4c^3 - 2c) + (c^4 - c^2)$, 즉 $c^2(3c^2 - 1) = 0$ 이다. 이로부터 $c = 0, \frac{\sqrt{3}}{3}$ 이고 그 때 접선의 기울기 a 가 $0, -\frac{2\sqrt{3}}{9}$ 이다.

논술문제 해설지 (자연계)

따라서, 두 곡선이 만나는 서로 다른 점의 개수가 3개보다 많기 위한 실수 a 값의 범위는 $-\frac{2\sqrt{3}}{9} < a < 0$ 이다.

○ 채점기준

(5점) 접선의 기울기 $\pm \frac{2\sqrt{3}}{9}$ 을 구하여 a 의 범위를 올바르게 유도할 수 있다.

[수학 2 - ii]

○ 예시답안

이 문항에서 함수 $f(x) = 4x^2 - \frac{1}{4}$ 이고, 두 곡선 $y = f(x)$ 와 $4x + 8y = 1$ 이 만나는 두 점의 좌표는 $(\frac{1}{4}, 0), (-\frac{3}{8}, \frac{5}{16})$ 이다. 점 $(c, f(c))$ 에서의 접선에 수직인 직선의 방정식은

$$y = -\frac{1}{8c}(x - c) + \left(4c^2 - \frac{1}{4}\right)$$

이고, 이로부터 c 에 대한 삼차함수 $h(c) = 32c^3 - (8y + 1)c - x$ 를 정의하자.

점 $P(x, y)$ 에 대해 삼차방정식 $h(c) = 0$ 은 열린구간 $(0, \frac{1}{4})$ 에서 해를 가져야 한다.

이때, $h'(c) = 96c^2 - (8y + 1)$ 이다.

만약, $8y + 1 \leq 0$ 이라면 $h(c)$ 는 증가함수이므로, $h(c) = 0$ 이 열린구간 $(0, \frac{1}{4})$ 에서 해를 갖기 위해선 $h(0) = -x < 0$ 을 만족해야 한다. 그런데 $x < 0$ 이므로, 모순이다.

따라서, $8y + 1 > 0$ 이고 $k = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{8y + 1}{6}}$ 에서 $h'(k) = 0$ 을 만족한다.

점 P 의 y 좌표값은 $\frac{5}{16}$ 이하이므로, $0 < k < \frac{1}{4}$ 가 성립한다. 따라서, $c = k$ 에서 함수 $h(c)$ 가 극솟값을 가지고 $h(0) = -x > 0$ 이므로, $h(k) \leq 0$ 이 성립한다.

여기서, $h(k) = 0$ 으로부터 식 $y = p(x) = \frac{3}{4}x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{8}$ 을 얻을 수 있고, 문제에서 구하고자 하는 직선의 기울기의 최댓값은 점 P 의 x 좌표 값이 다음의 식을 만족할 때 얻어진다.

$$4x^2 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{8}$$

논술문제 해설지 (자연계)

여기서, $t = x^{\frac{2}{3}}$ 이라고 치환하면, 삼차방정식

$$32t^3 - 6t - 1 = 0$$

을 얻게 되고, 이는 다시 $(4t+1)^2(2t-1) = 0$ 로 분해되고 $t \geq 0$ 이므로, $t = \frac{1}{2}$ 을 얻게 된다.

즉, $x < 0$ 이므로 $x = -\frac{\sqrt{2}}{4}$ 이고 $p\left(-\frac{\sqrt{2}}{4}\right) = \frac{1}{4}$ 이다.

따라서, 문제의 기울기는 $\frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}}{-\frac{\sqrt{2}}{4}} = -\sqrt{2}$ 이다.

○ 채점기준

(3점) 접선에 수직인 직선의 방정식을 올바르게 구할 수 있다.

(7점) 식 $y = \frac{3}{4}x^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{8}$ 을 구할 수 있다.

(5점) 기울기의 최댓값을 구할 수 있다.

[수학 2 - iii]

○ 예시답안

이 문항에서 함수 $f(x) = ax^3 - \frac{1}{2}$ 이다. 점 $(c, g(c))$ 에서 그린 곡선 $y = g(x)$ 의 접선의 방정식은 $y = (4c^3 - 2c)(x - c) + (c^4 - c^2)$ 이고, 이 접선이 점 P를 지나므로,

$$-2 = -c(4c^3 - 2c) + c^4 - c^2 = -3c^4 + c^2$$

가 성립한다. 이를 정리하면, $(3c^2 + 2)(c^2 - 1) = 0$ 이므로 $c = \pm 1$ 이다. 따라서 두 개의 접점의 좌표는 $(\pm 1, 0)$ 이다. 이 두 점과 점 P를 동시에 지나는 원의 중심을 $(0, t)$ 라 하면, $t^2 + 1 = (t + 2)^2$ 가 성립하여 $t = -\frac{3}{4}$ 이고 원의 반지름은 $\frac{5}{4}$ 이다.

양의 실수 e 에 대하여, 점 $(e, f(e))$ 에서 그린 곡선 $y = f(x)$ 의 접선의 방정식은

$$y = (3ae^2)(x - e) + \left(ae^3 - \frac{1}{2} \right)$$

이고, 이 접선이 점 P를 지나므로, $-2 = -3ae^3 + ae^3 - \frac{1}{2}$ 가 성립하고, $ae^3 = \frac{3}{4}$ 를 얻는다.

논술문제 해설지 (자연계)

즉, $e = \sqrt[3]{\frac{3}{4a}}$ 이고, 이때 $f(e) = \frac{1}{4}$ 이다. 반지름을 비교하여 얻은 식

$$\left(\frac{5}{4}\right)^2 = e^2 + \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4}\right)^2 = e^2 + 1$$

로부터 $e = \frac{3}{4}$ 을 얻게 되어, $\sqrt[3]{\frac{3}{4a}} = \frac{3}{4}$, 즉 $a = \frac{16}{9}$ 이다.

○ 채점기준

(3점) 곡선 $y = g(x)$ 에의 접점의 좌표를 구할 수 있다.

(4점) 원의 중심과 반지름을 구할 수 있다.

(3점) $a = \frac{16}{9}$ 의 값을 구할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[물리학 I]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교과 과정 [물리학 I]의 “역학과 에너지”, 그리고 “물질과 전자기장” 단원에서 논술문제를 출제하였다. 충돌 전후의 운동량 보존과 충격량에 대한 정확한 이해를 바탕으로 질량이 다른 두 물체의 충돌과정에서 일어나는 역학적 운동을 올바르게 해석할 수 있는지, 그리고 두 전하 사이에 작용하는 전기력의 크기와 방향을 이해하고 있는지를 평가하고자 하였다. 고등학교 [물리학 I] 교과과정의 기본적인 내용에 대한 이해를 다각도로 평가하고자 하였다. (제시문: 동아출판 p. 28, p. 34, p. 89)

■ 예시답안 및 채점기준

[물리학 I - i]

○ 예시답안

(가) 충돌 전 질량 m_A 인 물체 A는 오른쪽으로 v 의 속력으로 움직이고 있었다. 이 방향을 양(+)의 방향으로 하면, 물체 A의 충돌 전 운동량은 $m_A v$ 이다. 물체 B는 왼쪽 방향으로 v 의 속력으로 움직이고 있었으므로, 물체 B의 충돌 전 운동량은 $-m_B v$ 이다. 따라서, 충돌 전 두 물체의 운동량의 합은 $(m_A - m_B)v$ 이다. 충돌 후 두 물체는 한 덩어리가 되어 움직였으므로 이때의 속도를 V 라 하면, 충돌 후 두 물체의 운동량의 합은 $(m_A + m_B)V$ 가 된다. 충돌 전후 운동량의 합이 일정하게 보존된다는 운동량 보존 법칙을 이용하면, $(m_A - m_B)v = (m_A + m_B)V$ 의 식을 얻고, 따라서 충돌 후 두 물체의 속도는 $V = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}v = \frac{2 - 1}{2 + 1}30(\text{m/s}) = 10\text{m/s}$ 이다. V 의 부호가 양(+)이므로, 충돌 후 두 물체는 오른쪽 방향(양의 x -방향)으로 움직인다.

(나) 물체 A, B의 운동량의 변화량을 각각 $\Delta p_A, \Delta p_B$ 라 하자.

$$\Delta p_A = m_A V - m_A v = m_A (V - v) = 2(10 - 30)\text{kg} \cdot \text{m/s} = -40\text{kg} \cdot \text{m/s}.$$

$\Delta p_B = m_B V - m_B (-v) = m_B (V + v) = 1 \cdot (10 + 30)\text{kg} \cdot \text{m/s} = 40\text{kg} \cdot \text{m/s}$ 이다. 물체 A의 운동량의 변화량과 물체 B의 운동량의 변화량을 모두 더하면 0이 되며, 이는 운동량 보존법칙과도 부합한다.

(다) 물체의 운동량의 변화량은 충격량과 같다. 즉, $I = F\Delta t = \Delta p$ 이며, 이를 각 물체에

논술문제 해설지 (자연계)

적용하면, $\Delta p_A = F_A \Delta t$ 이므로, $F_A = (-40/0.1) \text{N} = -400 \text{N}$ 이다. 또, $\Delta p_B = F_B \Delta t$ 이므로, $F_B = (40/0.1) \text{N} = 400 \text{N}$ 이다. $F_A = -F_B$ 는 두 물체 사이에 작용-반작용의 법칙이 성립한다는 결과와도 부합한다.

(라) 각 물체에 대해 뉴턴의 운동 법칙 $F = ma$ 를 적용하면,

$$a_A = \frac{F_A}{m_A} = \frac{-400}{2} \text{m/s}^2 = -200 \text{m/s}^2, \quad a_B = \frac{F_B}{m_B} = \frac{400}{1} \text{m/s}^2 = 400 \text{m/s}^2 \text{을 얻는다. 질량이}$$

작은 물체가 더 큰 가속도를 갖는다.

○ 채점기준

- (가) (5점) 운동량과 운동량 보존법칙을 이해하고 있고, 구체적인 상황에 적용할 수 있다.
- (나) (5점) 충돌 전후 각 물체의 운동량을 구할 수 있다.
- (다) (5점) 충격량과 운동량 변화량 사이의 관계를 이해하고 있다.
- (라) (5점) 뉴턴의 운동 법칙을 이해하고 있으며, 이를 이용해 가속도를 구할 수 있다.

[물리학 I -ii]

○ 예시답안

(가) 쿨롱의 전기력은 같은 부호의 전하는 서로 밀어내는 방향으로, 그리고 반대 부호의 전하는 서로 끌어당기는 방향으로 작용한다. 따라서, P 에 놓인 양전하는 q_1 로부터는 밀어내는 방향의 힘(+x 방향), 그리고 q_2 로부터는 끌어당기는 방향의 힘(+x 방향)을 받게 된다. 각각의 전하가 작용하는 힘은 +x방향으로 동일하므로, P 에 놓인 양전하는 오른쪽 방향(혹은 +x방향)의 힘을 받는다.

(나) P 에 놓인 전하의 전하량을 $q(>0)$ 라고 하자. 이 전하에 q_1, q_2 가 작용하는 힘 F_1, F_2 를 <제시문3>을 이용해 구할 수 있다. 만약 $q_1, q_2 > 0$ 이면, F_1 은 오른쪽 방향, F_2 는 왼쪽 방향의 힘이며, 만약 $q_1, q_2 < 0$ 이면, F_1 은 왼쪽 방향, F_2 는 오른쪽 방향의 힘이다. 두 경우 모두, F_1 과 F_2 의 방향은 반대이며, 두 힘의 총합이 거리 $d = L/4$ 에서 0이라는 조건

을 이용하면 $q \left(\frac{q_1}{d^2} \right) = q \left(\frac{q_2}{(L-d)^2} \right)$ 이므로, $\frac{q_2}{q_1} = \frac{(L-d)^2}{d^2} = \frac{(9/16)}{(1/16)} = 9$ 이다.

○ 채점기준

- (가) (10점) 두 전하 사이에 작용하는 쿨롱의 전기력의 방향을 이해하고 있다.
- (나) (10점) 두 전하 사이의 전기력의 크기는 거리의 제곱에 반비례하며, 두 전하의 전하량의 곱에 비례한다는 것을 이해하고 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[화학 I]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 ‘화학 I’의 내용 중 [화학의 첫걸음] 단원의 몰 개념, 용액의 농도 및 아보가드로 법칙, 물질의 양과 화학 반응식, [원자의 세계] 단원의 원자의 구성 입자, 전자 배치, 원자가 전자, 원소의 주기적 성질, 이온 반지름, [화학 결합과 분자의 세계] 단원의 이온 결합 물질, [역동적인 화학 반응] 단원의 산과 염기, pH, 중화 반응을 잘 이해하고 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 I - i]

화학 반응을 화학 반응식으로 나타내고 몰 개념 및 아보가드로 법칙에 기반한 반응물과 생성물 간의 양적 관계를 논할 수 있는지 평가하고자 하였다. 또한 용액의 농도를 논할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 I - ii]

동위 원소와 원자를 구성하는 입자는 논할 수 있는지 평가하고자 하였다.

[화학 I - iii]

원자의 전자 배치 유도를 통한 원자가 전자 및 홀전자를 논할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

[화학 I - iv]

이온 반지름의 주기성 이해를 통해 이온 결합 물질의 녹는점의 경향을 추론할 수 있는지를 평가하고자 하였다.

[화학 I - v]

산과 염기 간의 중화 반응과 몰 농도를 통한 반응물과 생성물간의 양적관계 및 pH를 추론할 수 있는지를 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

[화학 I - i]

○ 예시답안

A 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다. 반응물인 수소 기체와 산소 기체의 양은 모두 $56/22.4 = 2.5$ 몰이다. 이때, 물의 최대 생성량은 2.5 몰이다. 이는 $2.5 \times 18 = 45$ g이다.

B 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $\text{Ca}(s) + \text{Cl}_2(g) \rightarrow \text{CaCl}_2(s)$ 이다. 반응물인 Ca의 양은 $0.8/40 = 0.02$ 몰이다. 염소 기체의 양은 $2.8/22.4 = 0.125$ 몰이다. 이때, 염화칼슘의 최대 생성량은 0.02 몰이며 이는 $0.02 \times (40 + 71) = 2.22$ g이다.

B 반응에서 얻어진 염화칼슘을 A 반응에서 얻어진 물에 녹인 수용액의 질량 퍼센트 농도는 $(2.22 \times 100)/(45 + 2.22) = 4.7\%$ 이다.

○ 채점기준

(각 2점) 화학 반응식을 올바르게 구할 수 있다.

(각 2점) 물과 염화칼슘의 생성량을 구할 수 있다.

(2점) 질량 퍼센트 농도를 올바르게 구할 수 있다.

[화학 I - ii]

○ 예시답안

동위 원소 ^{40}Ca , ^{42}Ca , ^{43}Ca , ^{44}Ca , ^{46}Ca , ^{48}Ca 가 각각 1 몰 있을 때, 모든 동위원소의 양성자 수는 각각 20몰이다. 중성자 수는 질량수에서 양성자 수를 뺀 값이므로 동위 원소 ^{40}Ca , ^{42}Ca , ^{43}Ca , ^{44}Ca , ^{46}Ca , ^{48}Ca 1몰의 중성자 수는 각각 20 몰, 22 몰, 23 몰, 24 몰, 26 몰, 28 몰이다. 이에 총 중성자 수는 $20 + 22 + 23 + 24 + 26 + 28 = 143$ 몰이다.

○ 채점기준

(3점) 각각 동위 원소에 대해 양성자 수를 올바르게 구할 수 있다.

(3점) 각각 동위 원소에 대해 중성자 수와 총 중성자 수를 올바르게 구할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[화학 I - iii]

○ 예시답안

원자의 원자가 전자와 홀전자 수를 구하기 위해서는 전자 배치를 구해야 한다. Cl의 원자 번호는 17이며 17개의 전자의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이다. Cl 동위 원소 ^{35}Cl 과 ^{37}Cl 의 전자 배치는 동일하다. 각 동위 원소에서 원자가 전자는 $3s^2 3p^5$ 에 해당하며, 동위 원소 1개당 원자가 전자는 7개를 가지게 되며, 총 2 몰의 Cl 원자의 원자가 전자의 총 수는 $7 \times 2 = 14$ 몰이다. 홀전자는 3p 오비탈의 5개의 전자 중 1개가 홀전자에 해당하며, 동위 원소 1개당 1개의 홀전자를 가지게 되며, 총 2 몰의 Cl원자의 홀전자 총 수는 $1 \times 2 = 2$ 몰이다.

○ 채점기준

(2점) Cl의 전자 배치를 올바르게 구할 수 있다.

(2점) 원자가 전자의 개수를 올바르게 구할 수 있다.

(2점) 홀전자의 개수를 올바르게 구할 수 있다.

[화학 I - iv]

○ 예시답안

<제시문4>의 설명과 같이 이온 결합 물질의 녹는점은 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 가까울수록 높다. 제시된 4개의 화합물 KCl, KBr, MgO, CaO 중에 전하량이 +2와 -2인 MgO와 CaO가 KCl, KBr에 비해서 녹는점이 높다. K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} 의 이온 반지름은 $\text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+} < \text{K}^+$ 순으로 커진다. Cl^- , Br^- , O^{2-} 의 이온 반지름은 $\text{O}^{2-} < \text{Cl}^- < \text{Br}^-$ 순으로 커진다. 따라서 이온 사이의 거리는 $\text{MgO} < \text{CaO} < \text{KCl} < \text{KBr}$ 순으로 커진다. 따라서 주어진 이온 결합 물질의 녹는점은 $\text{KBr} < \text{KCl} < \text{CaO} < \text{MgO}$ 순으로 높아진다.

○ 채점기준

(2점) 전하량의 크기 비교를 올바르게 논의할 수 있다.

(2점) 이온 사이의 거리 비교를 올바르게 논의할 수 있다.

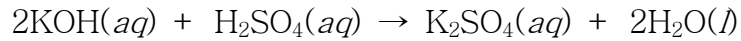
(4점) 녹는점이 높아지는 순서를 올바르게 제시할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[화학 I - v]

○ 예시답안

문제에서 제시된 중화 반응을 화학 반응식으로 나타내면 다음과 같다.



0.625 M KOH 수용액 400 mL에 존재하는 OH^- 의 개수는 $0.625 \times 0.4 = 0.25$ 몰이며, 1 M H_2SO_4 수용액 100 mL에 존재하여 H^+ 의 개수는 $1 \times 0.1 \times 2 = 0.2$ 몰이다. 중화 반응을 통해 수용액상에 OH^- 개수 0.05 몰이 존재하며, 총 수용액의 부피는 500 mL 즉 0.5 L가 되었다. 이때 얻어진 수용액의 OH^- 의 몰농도 $[\text{OH}^-]$ 는 $0.05/0.5 = 0.1$ M 이다. 이때, $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$ 는 1이며, <제시문5>에 의해 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 13$ 이다.

○ 채점기준

(2점) 중화 반응의 화학 반응식을 올바르게 제시할 수 있다.

(2점) OH^- 와 H^+ 의 개수를 올바르게 제시할 수 있다.

(2점) OH^- 의 몰농도 $[\text{OH}^-]$ 를 올바르게 제시할 수 있다.

(4점) pH를 올바르게 구할 수 있다.

논술문제 해설지 (자연계)

[생명과학 I]

■ 개요 및 주요 평가항목

고등학교 교육과정 ‘생명과학 I’의 「유전」 단원은 유전정보의 흐름에 대한 전반적인 이해를 목표로 하고 있다. 이 중에서 특히 “유전자/DNA와 염색체” 소단원에서는 유전자가 물리적으로 위치하는 염색체의 구조, 상동 염색체 및 대립유전자의 개념 및 염색 분체의 형성과 분리, 그리고 생식세포의 형성에 대해 다루고 있다.

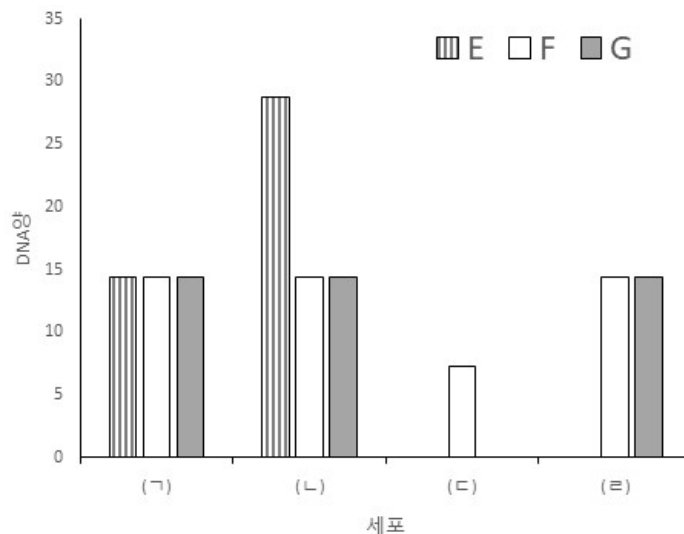
본 문제에서는 상동 염색체, 대립유전자 및 핵상의 개념을 정확하게 이해하고 있는지, 또한 이러한 개념들과 생식세포의 형성과의 연관성에 대한 이해도를 측정하고자 하였다. [생명과학 I-i]에서는 DNA의 양 정보에 근거해서 특정 세포가 어느 개체에 속하는가에 대한 이해도를 측정하고자 하였다. [생명과학 I-ii]에서는 하나의 염색체에 두 가지의 유전자가 존재할 때 감수분열을 통해 만들어지는 생식세포에서 관찰할 수 있는 유전자형에 대한 이해도를 측정하고자 하였다. [생명과학 I-iii]에서는 주어진 자료를 이용하여 특정 세포의 핵상을 추론하는 과정에 대한 이해도를 평가하고자 하였다.

■ 예시답안 및 채점기준

[생명과학 I - i]

○ 예시답안

<표 1>의 내용을 그래프로 나타내면 다음과 같다.



논술문제 해설지 (자연계)

문제에서 DNA의 최소량은 7.2라고 하였다. 이에 따라 세포 (ㄴ)은 대립유전자 E의 DNA의 상대량이 $4(7.2 \times 4 = 28.8)$ 이므로 유전자형이 EE이다. 따라서 대립유전자 E가 없는 세포 (ㄷ)과 (ㄹ)은 유전자형이 EE인 개체에서는 나올 수 없는 세포이다. 따라서 세포 (ㄱ)은 동물 (가)의 세포이다.

○ 채점기준

(5점) 대립유전자 E의 상대량에 근거할 때 동물 (가)의 세포 (ㄴ)의 경우 유전자형이 EE임을 설명할 수 있다.

(5점) 문제에서 주어진 조건과 대립유전자 E의 상대량에 근거하여 세포 (ㄱ)이 동물 (가)의 세포임을 추론할 수 있다.

[생명과학 I - ii]

○ 예시답안

동물 (가)는 3쌍의 대립유전자를 가진다. 그러나 유전자 e와 G는 같은 염색체에 존재하기 때문에 동물 (가)의 유전자형은 EEFfGg이다. 따라서 생식세포의 (a)에 대한 유전자형은 EFG, EfG, EFg, Efg 이렇게 총 4가지이다.

○ 채점기준

(5점) 동물 (가)의 유전자형은 유전자 e와 G가 같은 염색체에 존재하므로 EEFfGg가 됨을 설명할 수 있다.

(15점) 생식세포의 (a)에 대한 유전자형은 4가지이며 이들의 구체적인 유전자형을 설명할 수 있다.

[생명과학 I - iii]

○ 예시답안

세포 (ㄱ)의 경우 핵상은 $2n$ 이며 세포 (ㄷ)의 경우 핵상은 n 이다. 따라서 세포 (ㄱ)의 염색체 수는 세포 (ㄷ)의 염색체수의 2배이다.

○ 채점기준

(5점) 세포 (ㄱ)와 (ㄷ)의 핵상은 각각 $2n$, n 임을 설명할 수 있다.

(5점) 염색체수의 비는 2임을 설명할 수 있다.