

출 제 개 요 (자연계-수학)

수학 논제는 고등학교 수학 교육과정에서 학습하는 기본 개념들을 종합적으로 잘 이해하고 활용할 수 있는지를 평가하기 위하여 실수와 그 계산, 쌍곡선의 방정식 및 점근선, 일대일함수 및 일대일 대응, 수학적 귀납법 및 귀납적으로 정의된 수열, 수열의 극한에 대한 기본성질과 그 응용을 물어보고 있다. 단편적인 지식보다는 수학 교육과정에서 학습한 내용에 대한 전반적인 이해를 바탕으로 논제를 해결하고 그 방법을 논술하도록 하였다.

[문제 I-1]은 근호를 포함하는 식의 계산을 통하여 서로 같은 실수들 사이의 관계를 논술하도록 하였다.

[문제 I-2] (1)은 쌍곡선 위의 정수 좌표점으로 이루어진 집합과 실수의 한 부분집합 사이의 관계를 일대일 대응의 정의를 통하여 논술하도록 하였다.

[문제 I-2] (2)는 [문제 I-2] (1)에서 정의한 실수의 부분집합에 속하는 원소들의 성질을 근호를 포함하는 식의 계산과 수학적 귀납법을 통해 논술하도록 하였다.

[문제 I-2] (3)은 [문제 I-2] (1)에서 정의한 실수의 부분집합의 원소들이 만족하는 귀납적인 관계에 의해 정의된 수열과, 수렴하는 수열의 극한에 대한 기본성질을 이용하여 쌍곡선의 점근선에 대한 개념을 논술하도록 하였다.

[제시문 출처]

[가] 중학교 수학 3, 김홍중 외, 성지출판사, 2017, p28-29, p34-37

[나] 고등학교 기하와 벡터, 정상권 외, 금성출판사, 2018, p25-27

[다] 고등학교 미적분 1, 김창동 외, 교학사, 2018, p70

[라] 고등학교 수학 II, 조도연 외, 경기도 교육청, 2018, p161, p164

[마] 고등학교 미적분 I, 정상권 외, 금성출판사, 2017, p17

2019학년도 온라인 모의논술고사 예시답안

자연계 - 수학

[문제 I-1]

$a = y + x\sqrt{3}$, $b = z + w\sqrt{3}$ 이라 하면(단, x, y, z, w 는 정수), $\bar{a} = y - x\sqrt{3}$, $\bar{b} = z - w\sqrt{3}$ 이고, 제시문 [가]에 의하여

$$\overline{(\bar{a})} = \overline{y - x\sqrt{3}} = y - (-x)\sqrt{3} = y + x\sqrt{3} = a,$$

$$\begin{aligned} \overline{a+b} &= \overline{y+z+(x+w)\sqrt{3}} = y+z-(x+w)\sqrt{3} \\ &= y-x\sqrt{3} + z-w\sqrt{3} = \bar{a} + \bar{b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{a-b} &= \overline{y-z+(x-w)\sqrt{3}} = y-z+(-x+w)\sqrt{3} \\ &= y-x\sqrt{3} - (z-w\sqrt{3}) = \bar{a} - \bar{b}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{ab} &= \overline{(y+x\sqrt{3})(z+w\sqrt{3})} = \overline{yz+3xw+(yw+xz)\sqrt{3}} \\ &= yz+3xw-(yw+xz)\sqrt{3} = (y-x\sqrt{3})(z-w\sqrt{3}) = \bar{a}\bar{b}. \end{aligned}$$

[문제 I-2]

(1) L 의 두 원소 (x, y) 와 (z, w) 에 대하여 $(x, y) \neq (z, w)$ 이면 $x \neq z$ 또는 $y \neq w$ 이므로,

제시문 [가]에 의해 $y + x\sqrt{3} \neq w + z\sqrt{3}$ 이다. $f((x, y)) \neq f((z, w))$ 이므로 제시문 [다]에 의하여 $f((x, y)) = y + x\sqrt{3}$ 는 일대일 함수이다.

*** 대우명제로 설명할 경우**

L 의 두 원소 (x, y) 와 (z, w) 에 대하여, $f((x, y)) = f((z, w))$ 이면, $y + x\sqrt{3} = w + z\sqrt{3}$ 이고 제시문 [가]에 의해 $x = z, y = w$ 이다.

따라서 $(x, y) = (z, w)$ 이므로 제시문 [다]에 의하여 $f((x, y)) = y + x\sqrt{3}$ 는 일대일 함수이다.

함수 f 의 공역 B 에 있는 임의의 원소 $y + x\sqrt{3}$ 에 대하여

$$a\bar{a} = (y + x\sqrt{3})(y - x\sqrt{3}) = y^2 - 3x^2 = 1 \text{ 이므로 } (x, y) \text{ 는 쌍곡선위의 정수좌표점이다.}$$

따라서 $f((x, y)) = y + x\sqrt{3}$ 인 원소 (x, y) 가 L 에 존재하므로 $y + x\sqrt{3}$ 은 f 의 치역에 속한다.

f 의 공역과 치역이 같고 일대일함수이므로 제시문 [다]에 의하여 $f((x, y)) = y + x\sqrt{3}$ 는 일대일 대응이다.

(2) B 의 원소 $a = y + x\sqrt{3}$ 에 대하여, $\bar{a} = y - x\sqrt{3}$ 이고 $a\bar{a} = (y + x\sqrt{3})(y - x\sqrt{3}) = 1$ 이다.

[문제 I-1]에서 $\overline{\bar{a}} = a$ 이므로 $\bar{a}\overline{\bar{a}} = \bar{a}a = (y - x\sqrt{3})(y + x\sqrt{3}) = 1$ 이고, 따라서 $\bar{a} \in B$ 이다.

B 의 원소 $a = y + x\sqrt{3}$ 와 $b = z + w\sqrt{3}$ 에 대하여 [문제 I-1]의 $\overline{ab} = \bar{a}\bar{b}$ 에 의하면

$ab\overline{ab} = ab\bar{a}\bar{b} = a\bar{a}b\bar{b}$ 이다. 한편 $a, b \in B$ 이므로 $a\bar{a} = 1 = b\bar{b}$ 이고 $ab\overline{ab} = a\bar{a}b\bar{b} = 1$ 이다.

따라서 $ab \in B$ 이다.

$n = 1$ 일 때 $a^1 = a$ 이므로 B 에 포함된다.

임의의 자연수 k 에 대하여 $a^k \in B$ 임을 가정하면 $a^k\overline{a^k} = 1$ 이다. 또한

$k + 1$ 에 대하여 $a^{k+1}\overline{a^{k+1}} = a^k a \overline{a^k a} = a^k a \bar{a} \bar{a} = a^k \bar{a} \bar{a} a = 1 \times 1 = 1$ 이므로 $a^{k+1} \in B$ 이다.

따라서, 제시문 [라]에 의해 임의의 자연수 n 에 대하여 a^n 도 B 에 포함된다.

(3) 임의의 자연수 n 에 대하여

$$\begin{aligned} y_{n+1} + x_{n+1}\sqrt{3} &= (2 + \sqrt{3})^{n+1} = (2 + \sqrt{3})^n(2 + \sqrt{3}) = (y_n + x_n\sqrt{3})(2 + \sqrt{3}) \\ &= (2y_n + 3x_n) + (y_n + 2x_n)\sqrt{3} \end{aligned}$$

이므로 $y_{n+1} = 2y_n + 3x_n$, $x_{n+1} = y_n + 2x_n$ 이다.

$$a_{n+1} = \frac{y_{n+1}}{x_{n+1}} = \frac{2y_n + 3x_n}{y_n + 2x_n} = \frac{2\frac{y_n}{x_n} + 3}{\frac{y_n}{x_n} + 2} = \frac{2a_n + 3}{a_n + 2} \text{이므로 } a_{n+1}a_n + 2a_{n+1} = 2a_n + 3 \dots \dots \textcircled{1} \text{이다.}$$

한편 수열 a_n 이 수렴하므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 라 하면, 제시문 [마]에 의해, 등식 ①의 좌변의 극한은

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_{n+1}a_n + 2a_{n+1}) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1}a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} 2a_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + 2 \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = \alpha^2 + 2\alpha \text{이고,}$$

등식 ①의 우변의 극한은 $\lim_{n \rightarrow \infty} (2a_n + 3) = 2 \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} 3 = 2\alpha + 3$ 이다.

따라서 $\alpha^2 = 3$ 이며, 수열 a_n 이 양수의 수열이므로 $\alpha = \sqrt{3}$ 이다.

수열 $a_n = \frac{y_n}{x_n}$ 은 쌍곡선 $y^2 - 3x^2 = 1$ 의 그래프 위의 제1사분면에 위치한 자연수 좌표점 (x_n, y_n) 의

x 좌표와 y 좌표의 비율로 이루어진 수열이다. 따라서 그 극한은 쌍곡선 $y^2 - 3x^2 = 1$ 에서 기울기가 양수인 점근선 직선 $y = \sqrt{3}x$ 의 기울기 $\sqrt{3}$ 이다.

논술채점기준표 (자연계)

[문제 II] 수학 (40점 만점)

(사소한 계산 실수는 재량에 따라 감점)

[문제 I-1] 10점 만점

(각 식에 오류가 없으면 중간 항의 생략이 있어도 채점자의 판단에 따라 만점)

2점: $\overline{(\bar{a})} = \overline{y - x\sqrt{3}} = y - (-x)\sqrt{3} = y + x\sqrt{3} = a$

2점: $\overline{a+b} = \overline{y+z+(x+w)\sqrt{3}} = y+z-(x+w)\sqrt{3}$
 $= y-x\sqrt{3}+z-w\sqrt{3} = \bar{a}+\bar{b},$

2점: $\overline{a-b} = \overline{y-z+(x-w)\sqrt{3}} = y-z+(-x+w)\sqrt{3}$
 $= y-x\sqrt{3}-(z-w\sqrt{3}) = \bar{a}-\bar{b}$

4점: $\overline{ab} = \overline{(y+x\sqrt{3})(z+w\sqrt{3})} = \overline{yz+3xw+(yw+xz)\sqrt{3}}$
 $= yz+3xw-(yw+xz)\sqrt{3} = (y-x\sqrt{3})(z-w\sqrt{3}) = \bar{a}\bar{b}$

[문제 I-2]

(1) 10점 만점

(일대일 대응 함수의 정의에 맞게 설명하면 채점자의 재량에 따라 배점)

2점: $(x, y) \neq (z, w)$ 이면 $x \neq z$ 혹은 $y \neq w$ 임을 언급

2점 $y+x\sqrt{3} \neq w+z\sqrt{3}$ 임을 설명하고 $f((x,y)) \neq f((z,w))$ 언급.

3점: $a\bar{a} = (y+x\sqrt{3})(y-x\sqrt{3}) = y^2 - 3x^2 = 1$ 이므로 (x, y) 가 쌍곡선위의 정수좌표점.

3점: $f((x,y)) = y+x\sqrt{3}$ 인 원소 (x, y) 가 L 에 존재함으로 f 의 공역과 치역이 같음 언급.

(사소한 계산 실수는 재량에 따라 감점)

(2) 20점 만점

4점: $\bar{a}(\overline{\bar{a}}) = \bar{a}a = (y-x\sqrt{3})(y+x\sqrt{3}) = 1$ 방정식을 언급.

6점: $ab\bar{a}\bar{b} = a\bar{a}\bar{b}\bar{b} = a\bar{a}b\bar{b} = 1$ (3점), $ab\bar{a}\bar{b} = a\bar{a}\bar{b}\bar{b} = 1$ (3점)

2점: $n=1$ 일 때 $a^1 = a$ 이므로 B 에 포함 언급

3점: 자연수 k 에 대하여 $a^k \in B$ 임을 가정

5점 $a^{k+1}(\overline{a^{k+1}}) = a^k \overline{a a^k} = a^k \overline{a a^k} = a^k \overline{a^k a} = a^k \overline{a^k a} = 1$ 이고 $a^{k+1} \in B$

* a^n 이 B 에 포함됨을 수학적 귀납법을 이용 안하고 설명하는 경우 최고 5점 배점.

(3) 20점 만점

5점: $y_{n+1} + x_{n+1}\sqrt{3} = (2 + \sqrt{3})^{n+1} = (2y_n + 3x_n) + (y_n + 2x_n)\sqrt{3}$ 으로 부터

$y_{n+1} = 2y_n + 3x_n, x_{n+1} = y_n + 2x_n$ 설명

5점: $a_{n+1} = \frac{2a_n + 3}{a_n + 2}$ 으로부터 $a_{n+1}a_n + 2a_{n+1} = 2a_n + 3$ 언급

4점: $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 이므로 $\alpha^2 = 3$

3점 수열 a_n 이 양수의 수열이므로 $\alpha = \sqrt{3}$.

3점: 수열 a_n 이 쌍곡선 위 자연수좌표점 (x_n, y_n) 의 x 좌표와 y 좌표의 비율이므로

쌍곡선의 점근선 중 양수기울기를 가지는 $y = \sqrt{3}x$ 의 기울기 설명.

출 제 개 요 (자연계-물리)

물리 논제에서는 고등학교 교과과정의 범위 안의 기본적인 과학적 소양을 바탕으로 물리 분야의 통합적인 사고 능력과 창의적인 문제해결 능력을 측정하고자 하였다. 논제의 제시문에서는 고등학교 물리 교과서의 내용을 바탕으로 하여 알짜힘, 힘과 가속도, 구심력 등의 기본적 물리적 개념을 제시하였다. 논제에서 주어진 구체적인 상황에 대해 제시문의 정보를 적절히 이용하고 논리적인 과정으로 추론하여 논제에 대한 합리적인 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가하고자 하였다.

[제시문 출처]

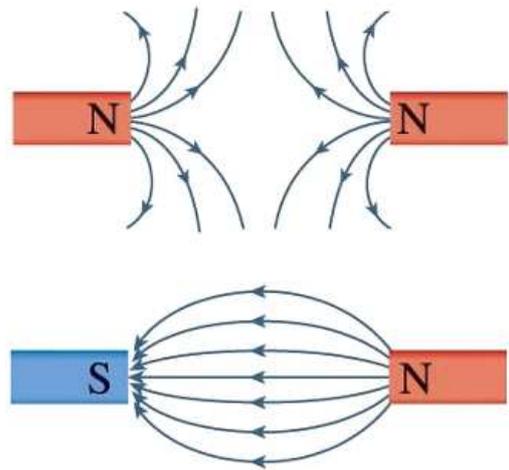
도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수	관련자료
물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	25	제시문 [가]
물리 I	김영민 외	교학사	2011	42	제시문 [가]
물리 I	김영민 외	교학사	2011	44-45	제시문 [나]
물리 II	곽성일 외	천재교육	2011	26-27	제시문 [나]
물리 I	김영민 외	교학사	2011	64	제시문 [다]
물리 I	곽성일 외	천재교육	2011	50-51	제시문 [다]

2019학년도 온라인 모의논술고사 예시답안

자연계 - 물리

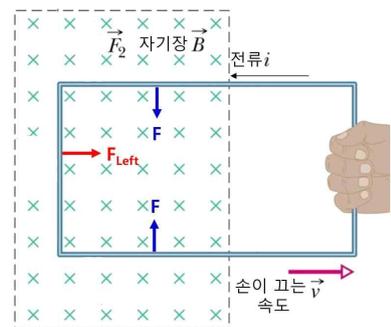
(1) 제시문 [가]는 물체의 운동 법칙 중 관성의 법칙을 설명하고 있고, 제시문 [나]는 전자기 유도 법칙에서 렌츠의 법칙을 설명하고 있다. 두 물리 현상 모두 “외부의 변화가 있을 때, 원래의 상태를 그대로 유지하려는” 자연의 성질을 공통적으로 나타내고 있다. 버스에 서 있던 사람은 버스가 갑자기 출발할 때 원래의 정지 상태를 유지하기 위해 뒤로 넘어지게 되는 것이고, 코일 가까이 막대 자석을 가져가면, 코일을 지나가는 자기장이 존재하지 않았던 원래 상태를 유지하기 위해 자기력선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 발생한다.

(2) 제시문 [나]에 서술된 것처럼, 개구리가 외부의 자기장에 노출되면 자기 몸을 지나는 자기장을 없애는 방향으로 유도 전류를 형성한다. 이는 개구리의 몸 안에 가상의 자석이 형성되었음을 의미한다. [그림 1]과 같이 자석의 자기장 분포를 고려하면, 개구리 몸 내부에 만들어진 가상의 자석과 솔레노이드가 같은 극을 마주보도록 위치해야 개구리의 몸을 지나는 자기장을 없앨 수 있다. 따라서 두 자석의 같은 극이 마주보게 되므로 서로 밀어내는 힘이 작용하고, 충분히 강한 외부 자기장이 가해지면 개구리는 중력을 이겨내고 공중에 뜰 수 있다.



[그림 1]

(3) 문제의 상황에서 만약 전류가 반시계 방향으로 흐른다면, 직사각형 도선의 각 변에 작용하는 힘의 방향은 [그림 2]와 같다. 이때 직사각형 왼쪽 변에 작용하는 힘 F_{Left} 의 방향은 오른쪽을 향한다. 즉, 직사각형 도선을 오른쪽으로 살짝만 끌어도 직사각형 도선이 저절로 가속하며 외부 에너지 공급 없이 전기에너지를 발생하므로 에너지 보존 법칙을 위배하게 된다.



[그림 2]

(4) 바퀴가 회전하면 코일 내부를 통과하는 자기력선속의 변화 정도에 비례하는 유도 기전력이 코일에 발생한다. 따라서 유도 기전력의 크기는 바퀴가 빨리 회전할수록 커진다. 한편, 발광 다이오드에 전류가 흐르면, 전자들이 높은 에너지 준위에서 낮은 에너지 준위로 전이하며 빛을 발생한다. 빛의 에너지는 진동수에 비례하므로 (파장에 반비례하므로), 바퀴가 정지 상태에서 속도를 올리게 되면 에너지 준위의 차이가 작은, 긴 파장의 빨간색 발광 다이오드가 먼저 켜지게 된다.

논술 채점 기준표 (자연계)

[문제 II] 물리 (40점 만점)

(1)

[10점] 자연은 외부 변화에 대해 (i) 원래 상태를 그대로 유지하려고 한다 또는 (ii) 원래 자신의 상태로 돌아가려고 한다 또는 (iii) 외부 변화를 줄이는 방향으로 행동한다 등을 서술했거나 이와 물리적으로 유사한 개념의 문장을 서술하였으면 정답으로 인정함.

상기 자연의 공통된 성질을 명확히 서술하지 못했더라도 다음의 경우 부분 점수를 부여함.

[3점] 제시문 [가]의 예가 관성의 법칙에 해당한다는 점을 언급함.

[3점] 제시문 [나]의 예가 렌츠의 법칙에 해당한다는 점을 언급함.

(2)

[4점] 개구리 몸 안에 가성의 자석이 만들어짐. (개구리는 반자성 물질이다.)

[3점] 개구리를 지나는 자기장을 없애기 위해 가성의 자석과 솔레노이드가 같은 극을 마주보도록 위치해야 함.

[3점] 두 개의 자석이 같은 극끼리 마주보면 밀어내는 힘이 생겨 공중에 뜰 수 있음.

(3)

[4점] 전류가 반시계 방향으로 흐른다면, 직사각형 왼쪽 변에 작용하는 힘의 방향은 오른쪽을 향함.

[3점] 직사각형 도선을 오른쪽으로 살짝만 끌어도 직사각형 도선이 가속 운동을 시작함.

[3점] 외부에서 일을 가하지 않아도 도선에서 스스로 유도 기전력(전기 에너지)가 발생함.

“에너지 보존 법칙”이 아닌 “렌츠의 법칙”을 이용하여 전류가 반시계 방향으로 흐를 수 없음을 설명하였다면 [3점]의 부분 점수를 부여함.

(4)

[3점] 바퀴가 회전하면 코일 내부를 통과하는 자기력선속이 변화하므로 유도 기전력이 코일에 발생함.

[3점] 유도 기전력의 크기는 바퀴가 빨리 회전할수록 커짐.

[4점] 빛의 에너지는 진동수에 비례하므로 (파장에 반비례하므로), 바퀴가 정지 상태에서 속도를 올리게 되면 에너지 준위의 차이가 작은, 긴 파장의 빨간색 발광 다이오드가 먼저 켜지게 됨.

출 제 개 요 (자연계-화학)

화학 문제에서는 고등학교 화학I의 교과 과정에서 다루는 화학의 개성 있는 원소(원자의 구조, 에너지 준위, 오비탈, 주기율표), 아름다운 분자 세계(루이스구조 및 전자배치), 달은꼴 화학 반응(산화물)의 개념들을 학생들이 정확하게 이해하고 종합할 수 있는가를 파악하고자 하였다. 각 영역에 대한 단편적인 지식의 습득 유무보다는 이공 계열 지원 학생의 각 영역에 대한 기본적인 개념의 이해를 바탕으로 한 통합적인 사고 및 활용 능력을 파악하고자 하였다. 각 제시문은 고등학교 교과서를 기본으로 하여 제시하였고 교과 과정을 충실히 따르고 제시문을 정확하게 이해할 수 있는 학생들을 대상으로 출제하였다.

[제시문 출처]

제시문	출처
(가)	고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p85~87 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p77~80
(나)	고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p93~95 고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p100~103 고등학교 화학 I, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p100~102 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p90~92
(다)	고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p96~98 고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p107~108 고등학교 화학 I, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p107~109 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p96~97
(라)	고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p100 고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p111~112 고등학교 화학 I, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p112~113 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p99~100
(마)	고등학교 화학 I, 노태희 외 (주)천재교육 2011, 114 고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p113 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p102
(바)	고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p141, 143 고등학교 화학 I, 노태희 외 (주)천재교육 2011, p141~142 고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, p137~138 고등학교 화학 I, 박종석 외 (주)교학사 2011, p159~160
(사)	고등학교 화학 I, 김희준 외 (주)상상아카데미 2011, 140~141 고등학교 화학 I, 류해일 외 (주)비상교육 2011, p158, 160

2019학년도 온라인 모의논술고사 예시답안

자연계 - 화학

[문제 II]

(1) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

순차적 이온화 에너지를 보면 B는 5개의 원자가 전자를 가지는 것을 알 수 있다. (1점)

따라서 B는 N(질소)이다. (2점)

같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아지기 때문에 A는 B보다 원자번호가 작고, C는 B보다 원자번호가 크다. 따라서 A의 원자가 전자는 3개, C는 6개라는 것을 알 수 있다. (1점)

A는 B(붕소), C는 O(산소)이다. (4점)

전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하며, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 대체로 감소하기 때문에(1점), A<B<C의 경향을 보인다. (1점)

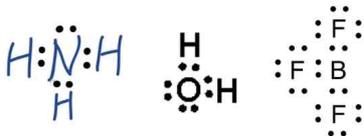
(2) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

가장 안정한 형태는 BH₃, NH₃, H₂O (2점)

BH₃의 경우는 원자가 전자가 3개 밖에 없어서, 뒤에 두 개는 옥텟 규칙에 따라 (2점)

루이스 전자점식 모두 맞으면 2점



HAH>HBH>HCH (2점)

BH₃ (A원자 화합물)는 결합팔이 세 개로 120도를 이루기 때문에 결합팔이 4개인 HBH, HCH 보다 결합각이 크다. (1점)

NH₃와 H₂O는 공유, 비공유 전자쌍을 합한 결합팔이 모두 4개로 결합각이 약 109도를 이룰 것으로 예상되지만, 비공유 전자쌍은 서로 다른 원자들 사이에서 이루어지는 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 차지하기 때문에 비공유 전자쌍이 더 많이 있는 H₂O의 결합각이 더 작을 수밖에 없다. (1점)

(3) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

smallest, He < H < Mg²⁺ < Na⁺ < F⁻ < O²⁻ < S²⁻ < Se²⁻, largest (6점)

(1) 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 유효핵전하의 증가로 인하여 원자/이온의 크기는 작아진다.

(2) 같은 족에서 아래로 갈수록 전자껍질의 증가로 인하여 원자/이온의 반지름의 크기는 증가한다.

(3) 같은 전자 수를 가지는 이온의 경우 원자번호가 증가할수록 유효핵전하의 증가로 인해 크기는 감소한다.

He < H : 설명 (1)

H < Mg²⁺ : 설명 (2)

O²⁻ < S²⁻ < Se²⁻ : 설명 (2)

Mg²⁺ < Na⁺ < F⁻ < O²⁻ : 설명 (3)

세분화해서 설명했으면 4점, 부분적으로 설명되었으면 2점.

(4) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 8점. 각 기체 분자에 대한 루이스 전자점식을 정확히 그렸으면 2점.

우선, 1주기 원소들에는 E₄, E₅가 관찰될 수 없으므로 2주기, 혹은 3주기 원소일 것이다. A, B 원소 모두 제오 이온화 에너지(E₅)가 제사 이온화 에너지(E₄)에 비해 급격하게 증가하는 것으로 관찰되었다. 따라서 5번째 전자를 떼어내는 것은 바깥전자껍질이 아닌 안쪽 전자껍질의 전자를 떼어내는 것이다. 이를 만족하는 중성원자의 전자배치는 다음과 같이 둘 뿐이다.

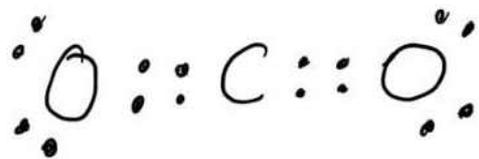
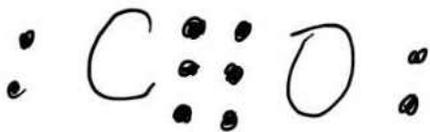
C : 1s² 2s² 2p²

Si : 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p²

각 순차적 이온화 에너지는 A원소보다 B원소에서 항상 크게 관찰되었으므로 B원소가 A보다 일반적으로 강한 유효핵전하를 보여준다. 즉, 전자껍질의 수가 적은 탄소가 B원소이다.

따라서 A 원소는 Si이다.

탄소의 가장 흔한 산화 화합물 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO₂)이다. 이들의 루이스전자점식은 다음과 같다.



논술채점기준표 (자연계)

[문제 II] 화학 (40점 만점)

(1) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

순차적 이온화 에너지를 보면 B는 5개의 원자가 전자를 가지는 것을 알 수 있다. (1점)

따라서 B는 N(질소)이다. (2점)

같은 주기에서는 원자 번호가 커질수록 원자 반지름은 작아지기 때문에 A는 B보다 원자번호가 작고, C는 B보다 원자번호가 크다. 따라서 A의 원자가 전자는 3개, C는 6개라는 것을 알 수 있다.(1점)

A는 B(붕소), C는 O(산소)이다. (4점)

전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하며, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 대체로 감소하기 때문에(1점), A<B<C의 경향을 보인다. (1점)

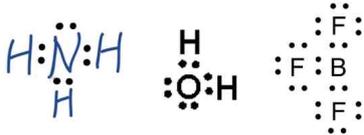
(2) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

가장 안정한 형태는 BH₃, NH₃, H₂O (2점)

BH₃의 경우는 원자가 전자가 3개 밖에 없어서, 뒤에 두 개는 옥텟 규칙에 따라 (2점)

루이스 전자점식 모두 맞으면 2점



HAH>HBH>HCH (2점)

BH₃ (A원자 화합물)는 결합팔이 세 개로 120도를 이루기 때문에 결합팔이 4개인 HBH, HCH 보다 결합각이 크다. (1점)

NH₃와 H₂O는 공유, 비공유 전자쌍을 합한 결합팔이 모두 4개로 결합각이 약 109도를 이룰 것으로 예상되지만, 비공유 전자쌍은 서로 다른 원자들 사이에서 이루어지는 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 차지하기 때문에 비공유 전자쌍이 더 많이 있는 H₂O의 결합각이 더 작을 수밖에 없다. (1점)

(3) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술되었으면 10점

smallest, He < H < Mg²⁺ < Na⁺ < F⁻ < O²⁻ < S²⁻ < Se²⁻, largest (6점)

(1) 같은 주기에서 원자번호가 증가할수록 유효핵전하의 증가로 인하여 원자/이온의 크기는 작아진다.

(2) 같은 족에서 아래로 갈수록 전자껍질의 증가로 인하여 원자/이온의 반지름의 크기는 증가한다. (3)

같은 전자 수를 가지는 이온의 경우 원자번호가 증가할수록 유효핵전하의 증가로 인해 크기는 감소한다.

He < H : 설명 (1)

H < Mg²⁺ : 설명 (2)

O²⁻ < S²⁻ < Se²⁻ : 설명 (2)

Mg²⁺ < Na⁺ < F⁻ < O²⁻ : 설명 (3)

세분화해서 설명했으면 4점, 부분적으로 설명되었으면 2점.

(4) <총 10점>

결과의 논리적 도출에 필요한 각 단계가 명확히 논술했으면 8점. 각 기체 분자에 대한 루이스 전자점식을 정확히 그렸으면 2점.

우선, 1주기 원소들에는 E₄, E₅가 관찰될 수 없으므로 2주기, 혹은 3주기 원소일 것이다. A, B 원소 모두 제오 이온화 에너지(E₅)가 제사 이온화 에너지(E₄)에 비해 급격하게 증가하는 것으로 관찰되었다. 따라서 5번째 전자를 떼어내는 것은 바깥전자껍질이 아닌 안쪽 전자껍질의 전자를 떼어내는 것이다. 이를 만족하는 중성원자의 전자배치는 다음과 같이 둘 뿐이다.

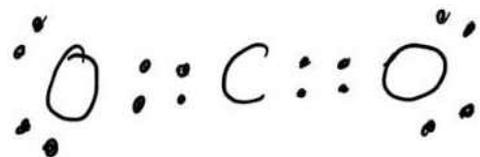
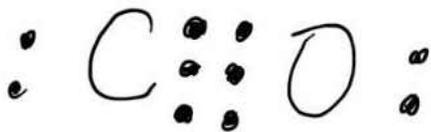
C : 1s² 2s² 2p²

Si : 1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p²

각 순차적 이온화 에너지는 A원소보다 B원소에서 항상 크게 관찰되었으므로 B원소가 A보다 일반적으로 강한 유효핵전하를 보여준다. 즉, 전자껍질의 수가 적은 탄소가 B원소이다.

따라서 A 원소는 Si이다.

탄소의 가장 흔한 산화 화합물 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO₂)이다. 이들의 루이스전자점식은 다음과 같다.



출 제 개 요 (자연계-생명과학)

고교 생명과학 I의 기본 개념을 이해하고 있는지를 기반으로 하여 통합적 사고 틀 안에서 이를 응용할 수 있는지를 통해 학생들의 창의력과 해석력 그리고 설명능력을 측정할 수 있도록 출제되었다.

특히 물질대사, 돌연변이 및 유전의 기본 원리에 대한 기본개념들을 이해하고, 그리고 이를 실생활에서 응용하여 적용할 수 있는지를 평가하고, 최종적으로 논제에 대하여 논리적인 설명을 할 수 있는지 평가 하고자 하였다.

[제시문 출처]

- [가] 고등학교 생명과학I, 천재교육, 이준규 외, p15
고등학교 생명과학I, 상상아카데미, 이길재 외, p30
고등학교 생명과학I, 교학사, 권혁빈 외, p12
고등학교 생명과학I, 교학사, 박희송 외, p13
고등학교 생명과학I, 비상교육, 심규철 외, p21
- [나] 고등학교 생명과학I, 천재교육, 이준규 외, p26
고등학교 생명과학I, 상상아카데미, 이길재 외, p36
고등학교 생명과학I, 비상교육, 심규철 외, p28
고등학교 생명과학I, 교학사, 권혁빈 외, p20
고등학교 생명과학I, 교학사, 박희송 외, p22
- [다] 고등학교 생명과학I, 천재교육, 이준규 외, p85
고등학교 생명과학I, 비상교육, 심규철 외, p98
고등학교 생명과학I, 교학사, 권혁빈 외, p87
고등학교 생명과학I, 상상아카데미, 이길재 외, p98
고등학교 생명과학I, 교학사, 박희송 외, p112
- [라] 고등학교 생명과학I, 천재교육, 이준규 외, p28
고등학교 생명과학I, 상상아카데미, 이길재 외, p23
고등학교 생명과학I, 비상교육, 심규철 외, p17
고등학교 생명과학I, 교학사, 권혁빈 외, p28
고등학교 생명과학I, 교학사, 박희송 외, p48
- [마] 고등학교 생명과학I, 천재교육, 이준규 외, p71
고등학교 생명과학I, 상상아카데미, 이길재 외, p82
고등학교 생명과학I, 비상교육, 심규철 외, p83
고등학교 생명과학I, 교학사, 권혁빈 외, p76
고등학교 생명과학I, 교학사, 박희송 외, p92

2019학년도 온라인 모의논술고사 예시답안

자연계 - 생명과학

문제 II-1: 야생형 세균은 C로 시작하는 물질을 사용하여 물질대사를 통하여 T라는 아미노산을 합성한다. 주어진 실험결과 표에서 4번 효소가 돌연변이된 세균은 화합물 C를 다음 단계로 물질대사 시키지 못함을 알 수 있다. 2번 효소가 돌연변이된 세균은 화합물 C, F를 다음 단계로 물질대사 시키지 못함을 알 수 있다. 3번 효소가 돌연변이된 세균은 C, F, E를 다음 단계로 물질대사 시키지 못함을 알 수 있다. 1번 효소가 돌연변이된 세균은 C, F, E, D를 다음 단계로 물질대사 시키지 못함을 알 수 있다. 마지막으로 5번 효소가 돌연변이된 세균은 C, F, E, D, G를 다음 단계인 T로 물질대사 시키지 못함을 알 수 있다. 따라서 다음과 같은 화합물과 효소에 의한 물질대사 과정의 순서를 알 수 있다.

C--> F --> E --> D --> G --> T
(4) (2) (3) (1) (5)

문제 II-2: 해당 실험은 A추출물에 의한 돌연변이 유발에 미치는 B화합물의 효과를 조사하기 위해 수행되었다. 따라서 대조군은 B화합물을 첨가하지 않은 것(가, 다, 마, 사)이며, 실험군은 B화합물을 첨가한 것(나, 라, 바, 아)이다. 실험으로부터 알 수 있는 것은 첫째, A추출물과 B화합물을 모두 첨가하지 않은 것은 자연조건에서 일어나는 돌연변이가 존재(돌연변이율(2×10^{-5}))한다는 것을 알 수 있다. 둘째, A추출물의 농도가 증가함에 따라서 돌연변이가 크게 증가함을 알 수 있다. 따라서 A추출물에는 돌연변이를 일으키는 물질이 있음을 알 수 있다. 셋째, B화합물을 첨가한 경우에 A추출물에 의해 유발되는 돌연변이를 완전히 억제함을 알 수 있다.

문제 II-3: 초파리의 몸 색깔과 날개의 크기에 대한 유전자들을 분석하여 ‘서로 다른 형질에 대한 대립유전자는 항상 독립적으로 분리 된다’는 가설을 검정한 실험결과이다. 만약 두 대립유전자가 독립적으로 분리된다면 정상 날개를 갖는 수컷(BbVv)과 검은색 몸, 흔적 날개를 갖는 암컷(bbvv)을 교배하여 얻은 자손은 BbVv, bbvv, Bbv, bbVv의 비율이 1:1:1:1로 얻어진다. 그러나 실제 부모와 같은 표현형이 훨씬 높은 비율로 나타났다. 따라서 해당 가설은 기각되고 이들 두 유전자는 독립적으로 분리되지 않고 동일 염색체 상에 연관되어 있다. 또한 부모와 다른 새로운 유전형이 얻어진 것은 두 상동 염색체가 감수분열 과정에 교차가 일어나 재조합 표현형이 나타나게 된다.

논술 채점 기준표 (자연계)

[문제 II] 생명과학 (40점 만점)

문제 II-1: 10점 만점

5점-C--> F --> E --> D --> G --> T 순서로 화합물이 만들어짐을 서술

5점-C--> F --> E --> D --> G --> T

(4) (2) (3) (1) (5) 효소가 각 해당 대사과정을 조절함을 서술

문제 II-2: 15점 만점

3점-대조군은 B화합물을 첨가하지 않은 것이며, 실험군은 B화합물을 첨가한 것을 기술

4점-A추출물과 B화합물을 모두 첨가하지 않은 것은 자연조건에서 일어나는 돌연변이가 존재 (돌연변이율(2×10^{-5})한다는 것을 서술

4점-A추출물에는 돌연변이를 일으키는 물질이 있음을 서술

4점-B화합물을 첨가한 경우에 A추출물에 의해 유발되는 돌연변이를 완전히 억제함을 서술

문제 II-3: 15점 만점

5점-자손은 실제 부모와 같은 표현형이 훨씬 높은 비율로 나타나, 해당 가설은 기각됨을 서술

5점-두 유전자는 독립적으로 분리되지 않고 동일 염색체 상에 연관되어 있음을 서술

5점-부모와 다른 새로운 유전형이 얻어진 것은 두 상동 염색체가 감수분열 과정에 교차가 일어나 재조합 표현형이 나타남을 서술