2017학년도 모의논술 해설

자연계열

1. 평가 목표와 출제 의도

문제 1 한 번 운행의 종류를 구분하고, 각 사건에 대한 확률을 곱셈정리로 계산하여 기댓값을 구하는 문제이다. A와 B 지역에서 각각 출발하는 경우로 구분하여 각 경우에 대한 주어진 확률값과 수입을 고려할 수 있어야 한다. 본 문제는 확률과 기댓값에 대한 기본 개념의 이해도를 평가하며 난이도는 높지 않은 문제이다.

문제 2 [문제 2-1]은 적분의 응용으로, 함수로 표현된 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 문제이다. 넓이를 구하고자 하는 도형을 파악하고 넓이를 적분으로 표현하여 계산하는 것이 문제 풀이의 관건이다. [문제 2-2]는 함수의 최솟값을 묻는 문제이다. 극솟값을 구하여 정의구역의 범위를 알아내서 문제에 주어진 함수의 최솟값을 구할 수 있는가를 평가한다.

문제 3 부등식의 영역을 알아내고 관련 정보를 정확히 계산한다. 이를 이용하여 주어진 수열의 극한을 구하는 문제이다. [문제 3-1]은 주어진 부등식이 나타내는 영역이 정사각형이라는 것을 추정하고 이를 이용하여 수열과 극한값을 구하는 것이 관건이다. [문제 3-2]에서는 내적의 성질을 이용하여 주어진 부등식이 나타내는 영역이 원이라는 것을 추론하고 주어진 수열 문제 계산을 잘 수행할 수 있는가를 평가한다.

문제 4 | 생명과학 생명체는 정확하게 조절되는 세포 분열을 통하여 증식 · 성장하고, 자신이 가지고 있는 고유한 형질을 유전이라는 현상을 통하여 자손에게 전달하는 특징이 있다. [문제 4-1]은 멘델의 유전 원리를 설명하는 제시문 (가)와 사람의 유전에서 상염색체에 있는 유전자에 의한 유전과 성염색체에 있는 유전자의 유전 원리를 설명하는 제시문 (나)의 내용을 통합적으로 이해하고, 이를 통하여 유전병이 있는 집안의 간단한 가계도를 분석할 수 있는 능력과 인간의 유전 현상을 논리적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하는 문제이다. [문제 4-2]는 세포 생장에서 세포 소기관의 기능을 제시문 (다)와 (라)를 읽고 통합하여 이해한 후 주어진 실험 결과를 바탕으로, 정상 세포와 암세포 생장의 차이를 그래프로 나타낼 수 있는 능력을 평가하고, 이를 추론하기까지의 과정을 합리적으로 도출해 내는 능력을 평가하는 문제이다.

문제 4 | 물리 광속, 광자의 에너지, 광자의 파장과 진동수의 관계, 물질파의 에너지는 현대 물리학을 이해하고 적용하는 데 필요한 기본 개념으로서 고교 물리 교과과정에서 중요하게 다루어지고 있다. 본 문항에서는 광속, 광자의 에너지, 물질파의 에너지를 물리량과 연관지어 레이저 등 주어진 상황에 적용하여 분석하고 이해하는 능력을 측정하는 문제를 출제하였다. [문제 4-1]에서는 파장이 주어진 레이저의 광자의 에너지 차이를 광자의 파장과 진동수의 관계와 광자의 에너지 식을 이용하여 광속과 플랑크 상수를 포함하여 계산하여 문제를 해결하게 된다. [문제 4-2]에서는 1차원 상자에 있는 입자의 물질파의 정상파 조건으로부터 물질파의 가능한 에너지를 계산하고 이러한 에너지의 차이를 광자의 에너지로 환산한 후 광자의 파장을 최종적으로 계산하여 문제를 해결하게 된다. 광자의 파장이 최댓값이 되기 위한 조건을 포함하여 문제 해결 과정을 논리적으로 설명하면 된다. 광자와 물질파를 이해하고 응용하며, 논리적으로 분석하는 능력을 평가하는 중상 정도 난이도의 문제이다.

문제 4 | 화학 고등학교 화학에서 중요하게 다루는 기본 개념들의 전반적인 내용에 대한 이해도를 평가하기 위해, 화학 I 에서 다루는 원자의 성질, 원자 간의 화학 결합, 분자의 구조, 산-염기 반응 등 물질의 기본 구성과 변화를 소개하는 주제들과 화학 II 의 내용인 분자 간의 힘 등을 본 논술 문제에서 종합적으로 다루었다. 제시문에서 제공하는 정보들을 정확하게 이해하여, 화학 결합 중 '극성 공유 결합'에 관련된 여러 기본 내용들의 관계를 정확하게 파악할 수 있는지를 평가한다. 또한, 전자쌍 반발 이론을 접목하여 극성 공유 결합들을 통해 형성된 분자의 구조를 추론하고, 이를 바탕으로 분자의 극성 정도를 논리적으로 판단할 수 있는지 평가하며, 분자의 극성과 끓는점의 관계를 정확하게 이해하는지 여부를 평가한다. 극성 공유 결합의 세기에 따라 루이스 산 혹은 염기로서 분자의 반응성이 달라짐을 이해하고, 이에 따른 산-염기 반응의 반응성의 변화까지도 정확하게 이해하는지 여부를 평가한다.

2. 제시문 출전 및 분석

1. 제시문 출전과 해설

· **[문제 1]** 확률의 개념 및 기댓값 계산: 천재교육 교재, 확률과 통계, 단원 Ⅲ 확률–조건부확률과 확률의 곱셈정리 (110쪽) 및 단원 Ⅳ 통계–이산확률변수의 확률분포(138쪽)
· **[문제 2]** 제시문 첫 번째 문장: 동아출판 교재, 미적분 Ⅱ(220쪽), 제시문 두 번째 문장: 교학사 교재, 미적분 Ⅰ(122쪽)
· **[문제 3]** 제시문 첫 번째 문장: 천재교육 교재, 수학 Ⅰ(213쪽), 제시문 두 번째 문장: 교학사 교재, 기하와 벡터(80쪽)
· **[문제 4 : 생명과학]** 제시문 (가): 생명과학 Ⅰ, 유전의 기본 원리(천재교육, 이준규 외, 66–71쪽)
제시문 (나): 생명과학 Ⅰ, 사람의 유전(천재교육, 이준규 외, 76–82쪽)
제시문 (다): 생명과학 Ⅱ, 세포의 구조와 기능(비상교육, 심규철 외 26–28쪽)
제시문 (라): 생명과학 Ⅰ, 세포 주기와 세포 분열(천재교육, 이준규 외, 50–51쪽)
· **[문제 4 : 물리]** 제시문 (가): 물리 Ⅰ, 단원 3 정보와 통신(천재교육, 178쪽)
제시문 (나): 물리 Ⅰ, 단원 1 시공간과 우주(천재교육, 56쪽);
물리 Ⅰ, 단원 2 물질과 전자기장(천재교육, 127쪽)
제시문 (다): 물리 Ⅱ, 단원 4 미시 세계와 양자 현상(천재교육, 272쪽, 294–295쪽)
· **[문제 4 : 화학]** 제시문 (가): 화학 Ⅰ, 단원 3. 분자의 구조(교학사, 176–177쪽)
화학 Ⅰ, 단원 3. 분자의 구조는 어떻게 결정될까?(상상 아카데미, 139–142쪽)
제시문 (나): 화학 Ⅰ, 단원 2. 개성 있는 원소(천재교육, 114쪽)
화학 Ⅰ, 단원 3. 아름다운 분자 세계(비상교육, 146–148쪽)
제시문 (다): 화학 Ⅱ, 단원 1. 다양한 모습의 물질(천재교육, 13–15쪽)
제시문 (라): 화학 Ⅰ, 단원 4. 닮은꼴 화학 반응(교학사, 226쪽)

2. 제시문의 분석, 배경 지식, 문제 풀이 과정

문제 2–1

곡선 $y=f(x)$와 x축 및 두 직선 $x=a$, $x=b$로 둘러싸인 도형의 넓이를 구하는 문제이다. 정적분의 활용으로서 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다. 제시된 영역을 잘 파악하고 있어야 하고 정적분을 이용하여 주어진 영역의 넓이를 계산할 수 있어야 한다. 문제해결을 위하여 정확한 적분계산 능력이 요구된다.

부등식이 나타내는 영역의 경계는 곡선 $y=\sqrt{x}$와 x축 및 원 $x^2+y^2=2$로 이루어져 있다. $y=\sqrt{x}$와 원 $x^2+y^2=2$의 교점의 x 좌표를 구하면 $x=1$이다. 둘러싸인 도형을 두 부분으로 나누어 생각한다. 첫 번째 영역의 넓이는 $\int_0^1 \sqrt{x}\,dx=\frac{2}{3}$이다. 두 번째 영역은 반지름이 $\sqrt{2}$인 원의 원주각 $\frac{\pi}{4}$에 해당하는 원주의 넓이에서 삼각형의 넓이를 뺀 것이므로 $\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}$이다. 두 번째 영역의 넓이는 정적분 $\int_1^{\sqrt{2}} \sqrt{2-x^2}\,dx$로도 구할 수 있다. 이때, 치환적분을 사용하여 계산한다. 구하고자 하는 영역의 면적은 두 값의 합인 $\frac{2}{3}+(\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2})=\frac{1}{6}+\frac{\pi}{4}$이 된다.

문제 2-2

합성함수의 최솟값을 구하는 문제이다. 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있어야 하고, 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있어야 한다.

$h(x)=(x+1)^2$, $f(x)=x^4-x^2$라 하면 주어진 문제는 $(h\circ f)(x)$의 최솟값을 구하는 문제가 된다. 정의구역에 해당하는 함수에서 제한 구역을 도출하고, 이 제한 구역에서 최솟값을 구하면 된다. $f(x)=x^4-x^2$의 범위를 알기 위해 먼저 최솟값을 구하자. $f(x)=x^4-x^2$을 미분하면 $4x^3-2x$이므로, $x=\frac{1}{\sqrt{2}}$에서 극솟값 $-\frac{1}{4}$을 가지고, 주어진 함수의 그래프를 그려보면 이 값이 최솟값이 된다. 즉, $f(x)\geq-\frac{1}{4}$이다. 제한 구역을 구하고 나면 $h(x)$가 중심축이 $x=-1$인 이차 곡선이므로 $h(x^4-x^2)$의 최솟값은 $h(-\frac{1}{4})=\frac{9}{16}$이 된다.

문제 3-1

좌표평면 위에서 x, y에 대한 부등식으로 제시된 도형의 영역을 파악하고 문제에서 제시된 무한급수의 극한을 구하는 문제이다. 기하적 관찰과 급수 및 극한 계산의 정확성을 요구하는 문제이다. 문제에서 주어진 $|x-1|+|y-3|\leq k$은 $|x|+|y|\leq k$로 표현되는 영역을 평행 이동한 것이다. 도형의 면적은 평행 이동에 무관하고 $|x|+|y|\leq k$는 길이가 $\sqrt{2}k$인 정사각형이다. 따라서 $S_k=2k^2$임을 알 수 있다. 극한 계산은 다음과 같다.

$$\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}\sum_{k=1}^{n}2k^2=\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}2\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}=\frac{2}{3}$$

문제 3-2

벡터의 내적으로 표현된 부등식에서 해당하는 영역을 파악하고 T_n의 값을 구하는 것이 우선과제이다. 그리고 문제에서 주어진 정의에 따라 $a_n=T_{n+1}-T_n$을 구한다. 이후는 급수의 정확한 계산 능력을 평가하는 문제이다. $\overrightarrow{AP}\cdot\overrightarrow{BP}=0$이 나타내는 영역은 제시문에 주어진 내적의 정의에 따라 $\cos\theta=0$을 만족해야 하고, 이것은 $A(\sqrt{n},0)$, $B(0,n)$을 지름의 끝점으로 갖는 원이다. $\overrightarrow{AP}\cdot\overrightarrow{BP}\leq0$을 만족하는 것은 원과 그 내부가 된다. $A(\sqrt{n},0)$과 $B(0,n)$의 거리가 $\sqrt{n+n^2}$이므로 면적은 $T_n=\frac{\pi}{4}(n^2+n)$이고 $a_n=T_{n+1}-T_n=\frac{\pi}{2}(n+1)$이다. 문제에서 요구하는 값은 아래와 같이 계산된다.

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{T_n}=\sum_{n=1}^{\infty}\frac{4}{\pi}\frac{1}{n(n+1)}=\frac{4}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right)=\frac{4}{\pi},$$

$$\sum_{n=1}^{16}\frac{1}{\sqrt{a_{n+1}}+\sqrt{a_n}}=\frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{16}\left(\sqrt{a_{n+1}}-\sqrt{a_n}\right)=\frac{2}{\pi}\left(\sqrt{a_{17}}-\sqrt{a_1}\right)=\frac{4}{\sqrt{\pi}}$$

3. 예시 답안 / 채점 기준

문제 1 예시 답안

김씨가 한 번 운행하는 경우는 4가지 경우(A→A, A→B, B→A, B→B) 중 하나이다. 각각에 대한 확률은 다음과 같다.

A→A: 0.4 x 0.6, A→B: 0.4 x 0.4, B→A: 0.6 x 0.3, B→B: 0.6 x 0.7 (1–1)

각 경우에 대한 수입은 다음과 같다.

A→A: 2,000원, A→B: 4,000원, B→A: 4,000원, B→B: 3,000원 (1–2)

따라서, 한 번 운행당 얻는 수입의 기댓값은 다음과 같이 계산된다.

0.24 x 2,000 + 0.16 x 4,000 + 0.18 x 4,000 + 0.42 x 3,000 = 3,100원 (1–3)

문제 1 채점 기준

1. (1–1) 및 (1–2)의 확률 및 수입을 계산하기 위하여 A에서 출발하는 2가지와 B에서 출발하는 2가지를 올바르게 고려하고 있는 경우: **5점**
2. 제시문을 통하여 (1–1)과 같은 조건부 확률값들을 추출하고 이용한 경우: **5점**
3. (1–2)와 같이 각 경우에 대한 수입을 이해하고 계산한 경우: **5점**
4. (1–3)과 같이 기대값을 올바르게 계산한 경우: **5점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 2~3점 부여 가능

문제 2 – 1 예시 답안

부등식이 나타내는 영역의 경계는 곡선 $y=\sqrt{x}$와 x축 및 원 $x^2+y^2=2$로 이루어져 있다. $y=\sqrt{x}$와 $x^2+y^2=2$의 교점의 x 좌표를 구하면 $x=1$이다. 둘러싸인 도형의 넓이는 $\int_0^1\sqrt{x}\,dx+\int_1^{\sqrt{2}}\sqrt{2-x^2}\,dx$ 이다.

$\int_0^1\sqrt{x}\,dx=\frac{2}{3}$ 이고, $\int_1^{\sqrt{2}}\sqrt{2-x^2}\,dx$ 는 반지름이 $\sqrt{2}$ 인 원의 원주각 $\frac{\pi}{4}$ 에 해당하는 원주의 넓이에서 삼각형의 넓이를 빼면 $\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}$ 이 된다.

(두 번째 적분값은 치환적분으로 계산해도 된다.)

따라서 면적은 $\frac{2}{3}+\left(\frac{\pi}{4}-\frac{1}{2}\right)=\frac{1}{6}+\frac{\pi}{4}$ 이다.

문제 2 – 1 채점 기준

1. 도형의 형태를 기술하고 $y=\sqrt{x}$와 원 $x^2+y^2=2$의 교점 $x=1$을 계산 : **4점**
2. $\int_0^1\sqrt{x}\,dx+\int_1^{\sqrt{2}}\sqrt{2-x^2}\,dx$의 계산 : **3 + 3 = 6점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 2~3점 부여 가능

문제 2 – 2 예시 답안

$x^4 - x^2$의 범위를 알기 위해 먼저 최솟값을 구하자. 이를 미분하면 $4x^3-2x$이므로, $x=\frac{1}{\sqrt{2}}$에서 극솟값 $-\frac{1}{4}$을 가지고, 이 값이 최솟값이다. 즉, $x^4 - x^2 \ge -\frac{1}{4}$이다. $\mathrm{h}(x)$가 중심축이 $x=-1$인 이차 곡선이므로 $\mathrm{h}(x^4 - x^2)$의 최솟값은 $\mathrm{h}(-\frac{1}{4}) = \frac{9}{16}$ 이다.

문제 2 – 2 채점 기준

1. 미분하여 $4x^3 - 2x = 0$의 근 $\frac{1}{\sqrt{2}}$를 구하고 이때의 극솟값 $-\frac{1}{4}$ 을 구한다 : **3 + 3 = 6점**
2. $\mathrm{h}(x^4 - x^2)$의 최솟값은 $\mathrm{h}(-\frac{1}{4}) = \frac{9}{16}$이다: **4점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 2~3점 부여 가능

문제 3 – 1 예시 답안

$|x-1|+|y-3| \le k$이 나타내는 영역은 한 변의 길이가 $\sqrt{2}k$인 정사각형이므로 $S_k=2k^2$ 이다.

따라서, $\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}\sum_{k=1}^{n}2k^2 = \lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}2\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}=\frac{2}{3}$ 이다.

문제 3 – 1 채점 기준

1. 부등식의 영역이 한 변의 길이가 $\sqrt{2}k$인 정사각형이고 $S_k=2k^2$ 이다 : **4점**
2. $\lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}\sum_{k=1}^{n}2k^2 = \lim_{n\to\infty}\frac{1}{n^3}2\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}=\frac{2}{3}$ 이다 : **수열의 합(3)+극한계산(3) = 6점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 2~3점 부여 가능

문제 3 – 2 예시 답안

$\vec{AP}\cdot\vec{BP}=0$ 이 나타내는 영역은 $\cos\theta=0$이고 이것은 $A(\sqrt{n}, 0)$, $B(0, n)$을 지름의 끝점으로 갖는 원이므로, $\cos\theta \le 0$ 을 만족하는 것은 원과 그 내부이다. 반지름이 $\frac{1}{2}\sqrt{n+n^2}$ 이므로 $T_n = \frac{\pi}{4}(n^2+n)$이다.

또한, $a_n = T_{n+1} - T_n = \frac{\pi}{2}(n+1)$ 이다. 계산은

$$\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{T_n} = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{4}{\pi}\frac{1}{n(n+1)} = \frac{4}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right) = \frac{4}{\pi},$$

$$\sum_{n=1}^{16}\frac{1}{\sqrt{a_{n+1}}+\sqrt{a_n}} = \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{16}\left(\sqrt{a_{n+1}}-\sqrt{a_n}\right) = \frac{2}{\pi}\left(\sqrt{a_{17}}-\sqrt{a_1}\right) = \frac{4}{\sqrt{\pi}}$$ 이다.

문제 3 –2 채점 기준

1. 영역이 $A(\sqrt{n}, 0)$, $B(0, n)$을 지름의 양 끝점으로 갖는 원과 그 내부이다 : **5점**
2. 반지름이 $\frac{1}{2}\sqrt{n+n^2}$ 이므로 $T_n = \frac{\pi}{4}(n^2+n)$이고, $a_n = \frac{\pi}{2}(n+1)$ 이다 : **3 + 2 = 5점**
3. $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{T_n} = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{4}{\pi}\frac{1}{n(n+1)} = \frac{4}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n+1}\right) = \frac{4}{\pi}$: **5점**
4. $\sum_{n=1}^{16}\frac{1}{\sqrt{a_{n+1}}+\sqrt{a_n}} = \frac{2}{\pi}\sum_{n=1}^{16}\left(\sqrt{a_{n+1}}-\sqrt{a_n}\right) = \frac{2}{\pi}\left(\sqrt{a_{17}}-\sqrt{a_1}\right) = \frac{4}{\sqrt{\pi}}$: **5점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 2~3점 부여 가능

문제 4 – 1 | 생명과학 **예시 답안**

A 가족의 가계도에서 정상인 아버지와 a 유전 질환을 가진 어머니의 자녀 중 유전 질환을 가지고 있는 자녀는 아무도 없다. 만일 X 염색체에 a 유전 질환과 관련이 있는 유전자가 있다면 이는 열성 인자일 것이고, 다음 세대의 아들에게 나타나야 하지만 그렇지 않으므로, 이는 a 유전 질환과 관련이 있는 유전자는 상염색체에 있다는 것을 의미한다.

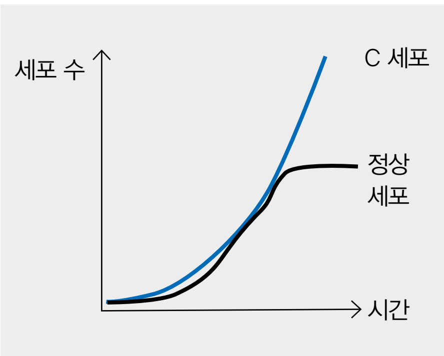
반면, B 가족은 정상인 부모 사이에서 b 유전 질환이 있는 아들이 태어난 것이므로 이는 X 염색체에 유전 질환과 관련이 있는 유전자가 있다는 것을 의미하고 어머니는 보인자이다. 따라서 1번 남성의 경우 성염색체는 모두 정상이므로, b 유전 질환이 있는 여성과 결혼할 경우 태어나는 남자아이가 유전 질환이 있을 확률은 100%이다.

문제 4 – 1 | 생명과학 **채점 기준**

1. A 가족에서 다음 세대에 아들이 유전 질환이 없다는 것을 인식하면 : **3점**
2. A 가족의 경우, 상염색체에 유전 질환 a 유전자가 있다고 유추하면 : **2점**
3. B 가족의 경우, X 염색체에 유전 질환 a 유전자가 있다고 유추하면 : **3점**
4. b 유전병을 가진 남자아이가 태어날 확률 100%를 유추하면 : **2점**

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 ±1점 추가 점수 부여 가능

문제 4 – 2 | 생명과학 **예시 답안**



세포의 특징을 조사한 표에서 세포질 RNA의 상대량이 많다는 것은 DNA로부터 RNA의 합성이 증가되어 있거나 미토콘드리아나 리보솜의 양이 정상 세포와 비교하여 많다는 것을 의미한다.

제시문 (다)에 근거하면 C 세포는 리보솜이나 미토콘드리아의 양이 정상 세포보다 많다고 유추하는 것이 합리적이다. 그러나 ATP의 합성량이 정상 세포와 C 세포가 동일하므로 미토콘드리아의 양이 아니라, C 세포에 리보솜의 양이 많다고 유추할 수 있다.

리보솜은 단백질 합성을 하는 장소로서 리보솜의 양이 많다는 것은 정상 세포에 비하여 단백질의 합성이 많이 일어날 수 있다는 것을 의미한다. 이를 뒷받침하는 증거로서 단백질 합성 효율이 정상 세포에 비하여 C 세포가 높다.

제시문 (라)에 의하면 암세포는 비정상적인 단백질 합성을 통하여 세포가 무한 증식하므로 C 세포의 경우 리보솜 양의 증가에 의한 단백질 합성 효율을 높임으로써 세포 증식이 무한대로 일어나는 암세포임을 유추할 수 있다.

문제 4 – 2 | 생명과학 **채점 기준**

1. C 세포에서 리보솜이나 미토콘드리아의 양이 많이 있다는 것을 유추하면 : **3점**
2. 단백질 합성 효율 결과를 토대로 리보솜의 양이 많다는 것을 유추하면 : **2점**
3. ATP 합성 효율 결과를 토대로 미토콘드리아의 양을 유추하면 : **3점**
4. 위의 이유에 의하여 C 세포의 수가 계속 증식한다는 언급이 있으면 : **2점**
5. 이를 토대로 정상 세포는 증식 후 일정상태 유지, C 세포는 계속 증가되는 형태의 그래프를 그리면 : **10점**

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 ±2점 추가 점수 부여 가능

문제 4 – 1 | 물리 **예시 답안**

제시문 (나)에서 A에 사용하는 레이저의 진동수를 f_A , 파장을 λ_A라 하면 $f_A = \frac{C}{\lambda_A} = \frac{C}{600\text{nm}}$ 이고

B에 사용하는 레이저의 진동수를 f_B , 파장을 λ_B라 하면 $f_B = \frac{C}{\lambda_B} = \frac{C}{900\text{nm}}$ 이다.

한편 제시문 (가)에서 $E_A = hf_A = \frac{hc}{600\text{nm}}$ 이고 $E_B = hf_B = \frac{hc}{900\text{nm}}$ 이다.

따라서 다음 식을 계산하면 $E_A - E_B$ 를 구할 수 있다.

$$E_A - E_B = \frac{hc}{600\text{nm}} - \frac{hc}{900\text{nm}} = 6.6\times10^{-34} \times 3.0 \times 10^8 \times \left(\frac{1}{600 \times 10^{-9}} - \frac{1}{900 \times 10^{-9}}\right) = 1.1 \times 10^{-19}\ J$$

문제 4 – 1 | 물리 **채점 기준**

1. 레이저의 진동수를 파장으로 표현했으면 : **3점**
2. 광자의 에너지를 문제의 조건을 이용하여 바르게 표현했으면 : **3점**
3. 에너지 차이 $E_A - E_B$를 바르게 구하면 : **4점**
   (설명이 충분하지 않아도 에너지 차이를 바르게 구하면 최소 +7점을 준다.)

* 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여

* 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 ±1점 추가 점수 부여 가능

문제 4 – 2 | 물리 **예시 답안**

제시문 (다)에서 $p = \frac{h}{\lambda}$에 정상파 조건의 $\lambda = \frac{2L}{n}$ 을 대입하면 $p = \frac{nh}{2L}$ 이다.

$p = \frac{nh}{2L}$ 식을 입자의 에너지 $E = \frac{p^2}{2m}$ 에 대입하면 $E = \frac{n^2h^2}{8mL^2}$ 이 되어서 n이 주어지면 n^2에 비례한다.

제시문 (나)에서 광자의 진동수와 파장은 반비례하고 제시문 (가)에서 광자의 진동수는 광자의 에너지에 비례하므로 광자의 파장의 최댓값에서 진동수와 광자의 에너지는 최솟값이다.

광자의 에너지는 n^2에 비례하는 에너지의 차이이므로 그 최솟값은 $n = 2$와 $n = 1$인 두 상태의 에너지 차이인 $\frac{3h^2}{8mL^2}$ 이고, 이때 광자의 파장의 최댓값은 제시문 (가)와 (나)에 의해서 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{hc}{hf} = \frac{hc}{\left(\frac{3h^2}{8mL^2}\right)} = \frac{8mL^2c}{3h}$ 이다.

문제 4 – 2 | 물리 **채점 기준**

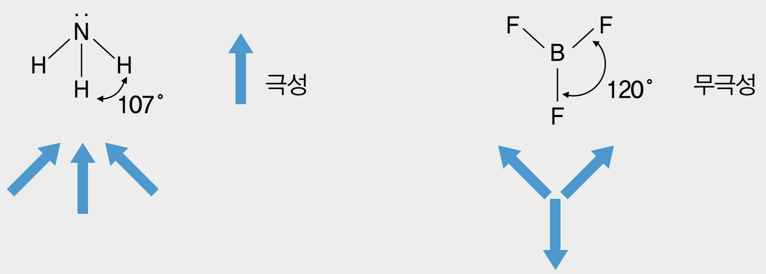
1. 정상파 조건에서 운동량을 설명했으면 : **4점**
2. 입자가 가질 수 있는 불연속적인 에너지를 설명했으면 : **4점**
3. 광자의 파장의 최댓값에서 광자 에너지는 최솟값임을 논리적으로 설명했으면 : **+4점**
4. $\lambda = \frac{8mL^2c}{3h}$ 를 논리적으로 구하면 : **8점**

* λ를 계산하지 않아도 설명이 논리적이면 해당 부분에 부분 점수를 부여

* 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 ±2점 추가 점수 부여 가능

문제 4 – 1 | 화학 **예시 답안**

암모니아(NH_3)는 비공유 전자쌍 1개, 공유 전자쌍 3개를 가지고 있어 '삼각뿔형'의 구조를 가진다. N의 전기음성도는 3.0, H의 전기음성도는 2.1이므로 각각의 N–H 결합은 N 쪽으로 공유 전자쌍이 치우치는 극성 공유 결합을 가지게 된다. 삼각뿔형의 분자 구조를 고려할 때, 암모니아(NH_3)는 H 원자들의 중심에서 N원자 쪽으로 방향을 가지는 쌍극자 모멘트가 존재하므로 '극성 분자'이다.



삼플루오로린화 붕소(BF_3)는 공유 전자쌍만 3개를 가지고 있어 '평면 삼각형' 구조를 가진다. B의 전기음성도는 2.0, F의 전기음성도는 4.0이므로 각각의 B–F 결합은 F 쪽으로 공유 전자쌍이 치우치는 극성 공유 결합을 가진다. 그러나 평면 삼각형의 분자 구조를 가지므로 B 원자에서 F 원자로 향하는 세 쌍극자 모멘트들이 서로 상쇄되어 합이 0이 되므로 '무극성 분자'이다.

극성분자인 암모니아는 분자 사이에 쌍극자–쌍극자 힘이 작용한다. 특히 전기음성도 차이가 큰 N, H로 구성되어 있어 쌍극자–쌍극자 힘 중에서도 수소 결합이라는 큰 분자 간의 힘을 가지고 있다. 반면 무극성 분자인 BF3는 비교적 약한 분자 간 힘인 분산력이 작용한다. 물질의 끓는점은 분자 사이에 작용하는 힘이 작을수록 낮고, 클수록 높으므로, 극성인 암모니아의 끓는점이 BF_3의 끓는점보다 높다.

문제 4 – 1 | 화학 **채점 기준**

1. 암모니아의 삼각뿔형 구조를 제시하고 극성 공유 결합의 쌍극자 모멘트 값의 합이 0이 아님을 고려하여 극성임을 맞게 보이면 : **4점**
2. BF_3 의 평면 삼각형 구조를 제시하고, 쌍극자 모멘트 값의 합이 0임을 고려하여 무극성임을 맞게 보이면 : **4점**
3. 극성인 암모니아의 끓는점이 무극성인 삼플루오로린화 붕소의 끓는점보다 높음을 제시하면 : **2점**

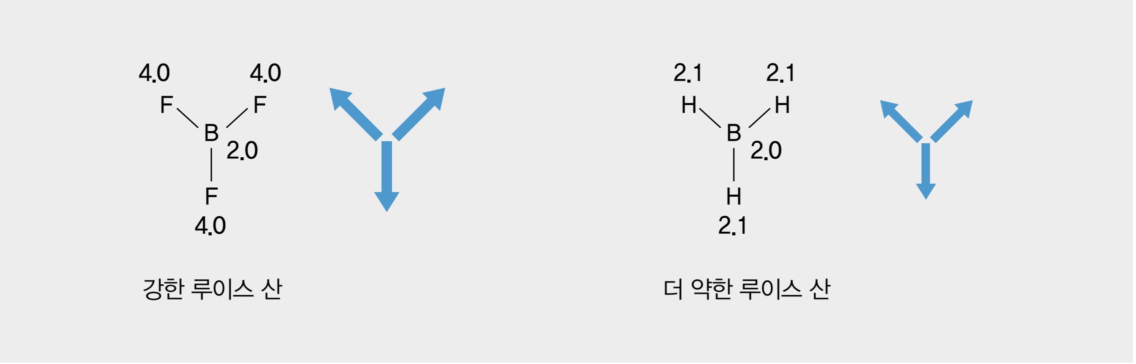
※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 ±1점 추가 점수 부여 가능

문제 4 – 2 | 화학 **예시 답안**

비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크기 때문에 비공유 전자쌍 1개와 공유 전자쌍 3개를 가지는 암모니아에서 H–N–H 의 결합각은 109.5°보다 약간 작은 107°이다. 반면 루이스 산–염기 반응에 의해 형성된 BF_3NH_3 화합물에서 N은 4개의 공유 전자쌍을 가지게 되므로 반응 후의 H–N–H 의 결합각은 109.5°에 가깝다.

반응 전 BF_3는 공유 전자쌍 3개만 가지고 있어, 120°의 F–B–F 결합각을 가지는 평면 삼각형 구조이지만, 반응 후에는 새로운 B–N 결합을 통해 총 4개의 공유 전자쌍을 가지게 된다. 즉, 반응을 통해 F–B–F 결합각은 120°에서 109.5°에 가깝게 변화된다.

B의 전기음성도는 2.0, F의 전기음성도는 4.0이므로, BF_3의 B–F 결합들은 F 쪽으로 공유 전자쌍이 치우치는 강한 극성 공유 결합을 가지는 반면, H는 전기음성도가 2.1이기 때문에 BH_3의 B–H 결합들은 상대적으로 약한 극성 공유 결합을 가진다. 이로 인해 BH_3의 B 원자는 BF_3의 B 원자에 비해 비공유 전자쌍을 받으려는 경향성이 상대적으로 더 작으므로 BH_3는 BF_3에 비해 약한 루이스 산이다. 따라서 BH_3를 이용하는 반응은 BF_3를 이용하는 반응보다 루이스 산–염기 반응의 반응성도 더 작다.



문제 4 – 2 | 화학 **채점 기준**

1. 반응 전 N의 비공유 전자쌍이 반응 후 공유 전자쌍으로 변함을 설명하고, H–N–H의 결합각이 107°에서 109.5° 로 커짐을 제시하면 : **5점(2+3점)**
2. 반응 전 B의 공유 전자쌍 개수가 3개에서 4개로 변함을 설명하고, F–B–F의 결합각이 120°에서 109.5°로 변함을 제시하면 : **5점(2+3점)**
3. 전기음성도를 고려하여 BH_3가 BF_3보다 더 약한 루이스 산임을 설명하면 : **6점**
4. 루이스 산의 세기 정도를 비교하여 BH_3를 이용하는 반응이 BF_3를 이용하는 반응보다 반응성도 더 작음을 설명하면 : **4점**

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 ±2점 추가 점수 부여 가능