

자연계열 I (오전) 문제 해설

제시문 출전

- [수학 문제 1]** 제시문 : 확률과 통계 II-2-1 조건부확률의 뜻 (㈜금성출판사, 정상권 외 7인, 2017; pp.95-101)
 확률과 통계 II-2-1 조건부확률 (동아출판, 우정호 외 24인, 2017; pp.120-125)
 확률과 통계 II-2-1 조건부확률 (천재교과서, 류희찬 외 17인, 2017; pp.100-103)
 확률과 통계 III-1-2 이산확률변수의 기댓값과 표준편차 (㈜금성출판사, 정상권 외 7인, 2017; pp.126-133)
 확률과 통계 III-1-2 이산확률변수 (좋은책신사고, 황선욱 외 10인, 2017; pp.99-106)
 확률과 통계 III-1-1 이산확률변수와 확률분포 (㈜교학사, 김창동 외 14인, 2017; pp.115-124)
- [수학 문제 2]** 제시문 (가) : 수학 I 직선의 방정식 (좋은책 신사고, 황선욱 외 10인, p. 136)
 (나) : 기하와 벡터 (교학사, 김창동 외 14인, p. 58)
 (다) : 기하와 벡터 (지학사, 신항균 외 11인, p. 45)
- [수학 문제 3]** 제시문 (가) : 수학 I, 이차함수의 최대, 최소 (천재교과서, 류희찬 외 17인, pp. 84)
 (나) : 수학 I, 다항식의 연산 ((주)교학사, 김창동 외 14인, pp. 19)
 (다) : 수학 I, 평면좌표 (좋은책 신사고, 황선욱 외 10인, pp. 123)
- [생명과학 문제 4]** 제시문 (가) : 고등학교 생명과학 I, 단위 3 항상성과 건강 (교학사, p176-180)
 고등학교 생명과학 I, 단위 3 항상성과 건강 (천재교육, p158-175)
 고등학교 생명과학 I, 단위 3 항상성과 건강 (상상아카데미, p172-180)
 제시문 (나) : 고등학교 생명과학 II, 단위 1 세포와 물질대사 (교학사, p39-47)
 고등학교 생명과학 II, 단위 1 세포와 물질대사 (상상아카데미, p36-45)
 고등학교 생명과학 II, 단위 1 세포와 물질대사 (비상교육, p54-63)
 제시문 (다), (라) : 고등학교 과학, 단위 3 생명의 진화 (교학사, p176-189)
 고등학교 과학, 단위 3 생명의 진화 (천재교육, p204-225)
 고등학교 과학, 단위 3 생명의 진화 (금성출판사, p148-163)
 고등학교 생명과학 I, 단위 2 세포와 생명의 연속성 (천재교육, p64-89)
 고등학교 생명과학 I, 단위 2 세포와 생명의 연속성 (교학사, p112-127)
 고등학교 생명과학 I, 단위 2 세포와 생명의 연속성 (상상아카데미, p86-101)
 고등학교 생명과학 II, 단위 2 유전자와 생명공학 (교학사, p124-149)
 고등학교 생명과학 II, 단위 2 유전자와 생명공학 (상상아카데미, p100-126)
 고등학교 생명과학 II, 단위 2 유전자와 생명공학 (비상교육, p150-161)

[물리 문제 4]

제시문 (가) : 물리 I, 단위 II 물질과 전자기장, 소단원 1 전자기장 (천재교육, p. 94, 96)

제시문 (나) : 물리 I, 단위 III 정보와 통신, 소단원 2 정보의 전달과 저장 (교학사, p. 232)

물리II, 단위 II 전기와 자기, 소단원 1 전하와 전기장 (교학사, p. 137)

제시문 (다) : 물리 II, 단위 II 전기와 자기, 소단원 1 전하와 전기장 (천재교육, p. 114)

제시문 (라) : 물리 II, 단위 II 전기와 자기, 소단원 1 전하와 전기장 (천재교육, p. 127)

[화학 문제 4]

제시문 (가) : 화학 I, 단위 I, 화학의 언어 (교학사 p. 30-46; 천재교육 p. 24-52; 비상교육 p. 30-50).

제시문 (나) : 화학 I, 단위 III, 아름다운 분자 세계 (비상교육 p. 166-178; 교학사 p. 183-196; 천재교육 p.165-176).

제시문 (다) : 화학 II, 단위 2 물질 변화와 에너지(상상아카데미 p.87-88, 97-98; 교학사, p.86-88, 94-95);

단위 2 물질 변화와 에너지(천재교육, p.85, 89-90); 단위 2 물질 변화와 에너지(비상교육, p.86, 94).

제시문 (라) : 화학 II, 단위 2 물질 변화와 에너지(상상아카데미 p.109); 단위 2 물질 변화와 에너지(교학사, p.115);

단위 2 물질 변화와 에너지(천재교육, p.115-120; 단위 2 물질 변화와 에너지(비상교육, p.108-109).

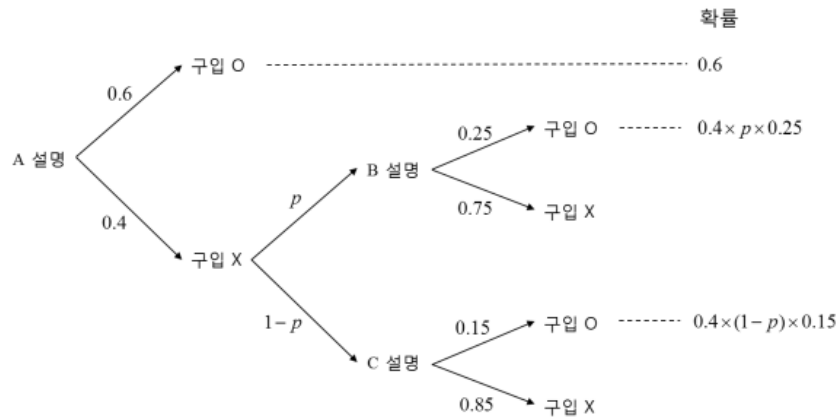
자연계열 I (오전) 문제 해설

예시 답안 / 채점기준

수학

[문제 1] **예시 답안**
<방법 I>

- 판매점에 방문한 손님이 각 제조사의 제품을 구입할 확률은 다음과 같이 계산할 수 있다.



- 위에서 구한 확률을 사용하면 B를 선택할 확률이 p 일 때, 이 판매점의 매출액의 기댓값을 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$90 \times 0.6 + 120 \times 0.4 \times p \times 0.25 + 80 \times 0.4 \times (1-p) \times 0.15$$

- 손님이 청소년일 확률은 $\frac{1}{3}$ 이고, 이때 B를 선택할 확률은 $p = \frac{2}{3}$ 이므로 매출액의 기댓값은

$$90 \times 0.6 + 120 \times 0.4 \times \frac{2}{3} \times 0.25 + 80 \times 0.4 \times \frac{1}{3} \times 0.15 = 54 + 8 + 1.6 = 63.6 \text{이다.}$$

- 손님이 성인일 확률은 $\frac{2}{3}$ 이고, 이때 B를 선택할 확률은 $p = \frac{3}{4}$ 이므로 매출액의 기댓값은

$$90 \times 0.6 + 120 \times 0.4 \times \frac{3}{4} \times 0.25 + 80 \times 0.4 \times \frac{1}{4} \times 0.15 = 54 + 9 + 1.2 = 64.2 \text{이다.}$$

- 따라서, 이 판매점의 이 날 오후 매출액의 기댓값은 다음과 같다.

$$\frac{1}{3} \times 63.6 + \frac{2}{3} \times 64.2 = 64 \text{만 원}$$

<방법 II >

- 판매점에 방문한 손님이 A를 구입할 확률은 0.6이다.
- A를 구입하지 않고 다른 제품을 구입하는 경우는 청소년이 B를 구입하는 경우, 청소년이 C를 구입하는 경우, 성인이 B를 구입하는 경우, 성인이 C를 구입하는 경우의 4가지 경우로 나누어 생각할 수 있다.
- 청소년이 B를 구입할 확률은 $0.4 \times \frac{1}{3} \times \frac{2}{3} \times 0.25 = \frac{1}{45}$ 이다.
- 청소년이 C를 구입할 확률은 $0.4 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 0.15 = \frac{1}{150}$ 이다.
- 성인이 B를 구입할 확률은 $0.4 \times \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} \times 0.25 = \frac{1}{20}$ 이다.
- 성인이 C를 구입할 확률은 $0.4 \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} \times 0.15 = \frac{1}{100}$ 이다.
- 따라서, 이 판매점의 이 날 오후 매출액의 기댓값은 다음과 같다.

$$90 \times 0.6 + 120 \times \left(\frac{1}{45} + \frac{1}{20} \right) + 80 \times \left(\frac{1}{150} + \frac{1}{100} \right) = 54 + 120 \times \frac{13}{180} + 80 \times \frac{1}{60} = 54 + \frac{26}{3} + \frac{4}{3} = 64 \text{ 만 원}$$

[문제 1]

채점 기준

1. 다음과 같이 배점한다.

● 방법 I을 사용한 경우

- 3가지 제품을 구입하는 사건에 대한 이해를 함 : 2점
- B를 구입할 확률을 구함($0.4 \times p \times 0.25$) : 3점
- C를 구입할 확률을 구함($0.4 \times (1-p) \times 0.15$) : 3점
- 손님이 청소년일 경우 기댓값을 계산함 : 5점
- 손님이 성인일 경우 기댓값을 계산함 : 5점
- 매출액의 기댓값을 계산함 : 2점

● 방법 II를 사용한 경우

- 3가지 제품을 구입하는 사건에 대한 이해를 함 : 2점
- 청소년이 B와 C를 구입할 확률을 구함($1/45, 1/150$) : 6점
- 성인이 B와 C를 구입할 확률을 구함($1/20, 1/100$) : 6점
- 매출액의 기댓값을 계산함 : 6점

※ 계산 실수로 틀렸어도 논리 전개 과정이 맞으면 해당 부분에 1~2점의 부분 점수를 부여함

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 20점 이내에서 ±1.0점 추가 점수 부여 가능함

[문제 2-1] 예시 답안

$(1, 2^n)$ 을 지나고 기울기 $-\frac{1}{2^{n+1}}$ 인 직선과 $y = 2^{n+1}x$ 의 교점을 구하면 $Q_n = \left(\frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1}, 2^{n+1} \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1} \right)$ 이다. 다시 Q_n 을 지나고 기울기가 $-\frac{1}{2^n}$ 인 직선과 $y = 2^n x$ 교점의 x 좌표를 구하면 $a_n = \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1} \cdot \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n} + 1}$ 이고 식을 정리하면 다음을 얻을 수 있다.

$$a_n = \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1} \cdot \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n} + 1} = \frac{4 \cdot 4^{2n} + 4 \cdot 4^n + 1}{4 \cdot 4^{2n} + 5 \cdot 4^n + 1} = 1 - \frac{4^n}{4 \cdot 4^{2n} + 5 \cdot 4^n + 1} = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{4^n + 1} - \frac{1}{4^{n+1} + 1} \right).$$

따라서 $\sum_{n=1}^5 a_n = 5 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{4^6 + 1} \right) = \frac{1}{3} \left(\frac{74}{5} + \frac{1}{4^6 + 1} \right)$ 이고, $K = \frac{1}{4^6 + 1} = \frac{1}{4097}$ 이다.

채점 기준

1. $Q_n = \left(\frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1}, 2^{n+1} \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1} \right)$ 구하면 **+3점**
2. $a_n = \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n+2} + 1} \cdot \frac{2^{2n+1} + 1}{2^{2n} + 1}$ 구하면 **+3점** (b_n 언급 안 해도 감점 없음)
3. $K = \frac{1}{4^6 + 1} = \frac{1}{4097}$ 구하면 **+4점**

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

[문제 2-2] 예시 답안

좌표평면의 원점을 O 라 하자. $y = \frac{1}{2}x^2 + 1$ 위의 동점을 P 라 하고 P 에서 길이 1인 법선벡터 \overrightarrow{PQ} 를 구하면 원의 중심의 자취는 $\overrightarrow{OQ} = \overrightarrow{OP} + \overrightarrow{PQ}$ 이다. $\overrightarrow{OP} = \left(t, \frac{1}{2}t^2 + 1 \right)$ 이고 $\overrightarrow{PQ} = \frac{1}{\sqrt{t^2 + 1}}(t, -1)$ 이므로 원의 중심의 자취 $Q(x, y)$

는 매개변수로 다음과 같이 나타내어진다. $(x, y) = \left(t + \frac{t}{\sqrt{t^2 + 1}}, \frac{1}{2}t^2 + 1 - \frac{1}{\sqrt{t^2 + 1}} \right)$ 매개함수 미분을 하면

$$\frac{dy}{dx} = \frac{t \left(1 + \frac{1}{(t^2 + 1)^{3/2}} \right)}{1 + \frac{1}{(t^2 + 1)^{3/2}}} = t \text{이다.}$$

기울기가 1이면 $t = 1$ 이므로 접점은 $\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{3}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$ 이다. 따라서 구하는 직선의 방정식은 $y = x + \frac{1}{2} - \sqrt{2}$ 이다.

[문제 2-2]**채점기준**

1. $(x, y) = \left(t + \frac{t}{\sqrt{t^2+1}}, \frac{1}{2}t^2 + 1 - \frac{1}{\sqrt{t^2+1}} \right)$ 구하면 **+5점**

2. $\frac{dy}{dx} = \frac{t \left(1 + \frac{1}{(t^2+1)^{3/2}} \right)}{1 + \frac{1}{(t^2+1)^{3/2}}}$ 구하면 **+5점**

3. 점점 $\left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{3}{2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$ 을 구하고 이를 이용하여 $y = x + \frac{1}{2} - \sqrt{2}$ 구하면 **+5점**

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

[문제 3-1]**예시답안**

a 에 대한 식으로 묶으면 원래 식은 $(x^4 - 12x^3 + 42x^2 - 36x + 11) + 2a(x^2 - 6x + 3) + 2a^2$ 이 된다. 한편, x 에

대한 식 $x^4 - 12x^3 + 42x^2 - 36x + 11$ 을 $x^2 - 6x + 3$ 으로 나누면

$$x^4 - 12x^3 + 42x^2 - 36x + 11 = (x^2 - 6x + 3)^2 + 2 \text{이므로,}$$

원래 식은 $(x^2 - 6x + 3)^2 + 2a(x^2 - 6x + 3) + 2a^2 + 2$ 와 같게 된다. 따라서 완전제곱식으로 묶을 수 있고,

$$\text{그 결과는 } (x^2 - 6x + 3 + a)^2 + a^2 + 2 = \{(x-3)^2 + a - 6\}^2 + a^2 + 2 \text{가 된다.}$$

1. $a \geq 6$: 이 경우 $x = 3$ 에서 최소이고, 최솟값은 $(a-6)^2 + a^2 + 2 = 2a^2 - 12a + 38$ 이다.

$$2a^2 - 12a + 38 = 28 \text{에서 } a^2 - 6a + 5 = (a-5)(a-1) = 0, \text{ 따라서 } a \text{는 } 1 \text{이거나 } 5 \text{가 될 수 있다. 그러나}$$

$a \geq 6$ 이므로 이는 모순이고, 따라서 이 경우 가능한 a 가 존재하지 않는다.

2. $a < 6$: 이 경우 $x = 3 \pm \sqrt{6-a}$ 에서 최소이고, 최솟값은 $a^2 + 2$ 이다. 따라서 $a^2 + 2 = 28$ 에서 가능한 a 는 $\pm\sqrt{26}$.

이는 위의 조건을 만족한다. 따라서 가능한 a 의 값은 $\pm\sqrt{26}$ 이다.

[문제 3-1]**채점기준**

1. 준식을 $\{(x-3)^2 + a - 6\}^2 + a^2 + 2$ 로 변환하면 **+4점**
2. $a \geq 6$ 인 경우 가능한 a 가 존재하지 않는다는 것을 보이면 **+3점**
3. $a < 6$ 인 경우 $a = \pm\sqrt{26}$ 이 가능하다는 것을 구하면 **+3점**

별해

준식 $f(x)$ 를 x 에 대해 미분하면 $f'(x) = 4x^3 - 36x^2 + 2(2a + 42)x - (12a + 36)$ 이 되고, 인수분해하면

$$f'(x) = 4(x-3)(x^2 - 6x + a + 3) = 4(x-3)\{(x-3)^2 + a - 6\} \text{이 된다.}$$

1. $a \geq 6$: 이 경우 $x = 3$ 에서만 $f'(x) = 0$ 이 될 수 있고, 부호를 조사하면 $f(x)$ 는 $x = 3$ 에서 극솟값, 더 나아가 최솟값을 가진다. 이 경우 $x = 3$ 을 대입하면 $f(3) = 2a^2 - 12a + 38 = 28$ 이 되게 하는 a 는 1, 5이고, 이는 $a \geq 6$ 에 모순이므로, 이 경우 가능한 a 는 없다.
2. $a < 6$: 이 경우 $f(x)$ 는 $x = 3 \pm \sqrt{6-a}$ 에서 극솟값을 가진다. $f(3 \pm \sqrt{6-a})$ 을 계산하기 위하여 $3 \pm \sqrt{6-a}$ 를 근으로 갖는 이차식 $x^2 - 6x + 3 + a$ 으로 $f(x)$ 를 나누면 $f(x) = (x^2 - 6x + 3 + a)^2 + a^2 + 2$ 이 되고, $f(3 \pm \sqrt{6-a}) = a^2 + 2$ 가 되어 함수 $f(x)$ 는 $x = 3 \pm \sqrt{6-a}$ 에서 최솟값을 가진다. 이 때 $a^2 + 2 = 28$ 인 a 를 구하면 $a = \pm\sqrt{26}$ 이 되고 위의 조건을 만족한다. 따라서 가능한 a 의 값은 $\pm\sqrt{26}$ 이다.

별해 채점기준

1. 준식을 미분하고 인수분해하여 $f'(x) = 4(x-3)\{(x-3)^2 + a - 6\}$ 를 얻으면 **+4점**
2. $a \geq 6$ 인 경우 가능한 a 가 존재하지 않는다는 것을 보이면 **+3점**
3. $a < 6$ 인 경우 $a = \pm\sqrt{26}$ 이 가능하다는 것을 구하면 **+3점**

※ 각 단계에서 답이 틀려도 논리성을 고려하여 부분 점수 1~2점 부여 가능

[문제 3-2]**예시답안**

$$\sum_{k=1}^{10} x_k : \sum_{k=1}^{10} x_k = \sum_{k=1}^{10} \left(\frac{{}_{30}C_{3k-2} + {}_{30}C_{3k-1} + {}_{30}C_{3k}}{3} \right) = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^{30} {}_{30}C_k \text{이다. 이항정리 } (1+x)^{30} = \sum_{k=0}^{30} {}_{30}C_k x^k \text{에서}$$

$x=1$ 을 대입하여, 위의 값이 $\frac{1}{3}(2^{30}-1)$ 이 됨을 알수 있다.

$$\sum_{k=1}^{10} y_k :$$

$$\frac{{}_n C_k}{k+1} = \frac{{}_{n+1} C_{k+1}}{n+1} \text{을 이용하면, } \sum_{k=1}^{10} y_k = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^{30} \frac{{}_{30} C_k}{k+1} (-1)^k = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^{30} \frac{{}_{31} C_{k+1}}{31} (-1)^k = -\frac{1}{3} \sum_{k=2}^{31} \frac{{}_{31} C_k}{31} (-1)^k \text{이 되고,}$$

$$(1+x)^{31} \text{에 대한 이항정리를 적용하면 } -\frac{1}{3} \sum_{k=2}^{31} \frac{{}_{31} C_k}{31} (-1)^k = -\frac{1}{3} \left(0 - \frac{1}{31} + \frac{31}{31} \right) = -\frac{10}{31} \text{이다.}$$

채점기준

1. $\left(\sum_{k=1}^{10} x_k, \sum_{k=1}^{10} y_k \right) = \left(\frac{1}{3} \sum_{k=1}^{30} {}_{30}C_k, \frac{1}{3} \sum_{k=1}^{30} \frac{{}_{30}C_k}{k+1} (-1)^k \right)$ 를 알면 **+5점**

2. $(1+x)^{30} = \sum_{k=0}^{30} {}_{30}C_k x^k$ 에서 $x=1$ 을 대입하여, $\sum_{k=1}^{10} x_k = \frac{1}{3}(2^{30}-1)$ 을 얻으면 **+5점**

3. $\sum_{k=1}^{10} y_k = -\frac{10}{31}$ 을 얻으면 **+5점**

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

생명과학

[문제 4-1] 예시 답안

- 실험 결과 (a)에서 정상인 혈액은 항-호르몬 A혈청과 응집되었으므로 제시문 (가)에 의하여 혈액안에 호르몬 A가 있다는 의미이다. 반면, 환자의 혈액은 항-호르몬 A혈청에 대한 응집 반응이 일어나지 않았으므로, 환자의 혈액 중에 호르몬 A는 없다는 의미이다. 호르몬 B는 정상인이나 환자에서 모두 미량으로 존재하므로 이 환자는 공복 시 혈액 내 호르몬 A의 부족이 질병을 일으키는 주요 원인일 것이다.
- 실험 결과 (b)에서 수용성 물질의 세포 내외 농도 차이가 증가함에 따라 정상인의 세포는 이 물질을 촉진 확산하고 있을 것을 제시문 (나)로부터 유추 할 수 있다. 환자의 경우 물질의 이동 속도가 포화 되는 지점이 없으므로 이 물질의 촉진 확산이 일어나지 않아서 효과적으로 세포 안으로 들어가지 못하는 상태이다.
- 이 두 결과를 종합해보면 촉진 확산은 운반체 단백질에 의해서 일어나므로, 호르몬 A는 촉진 확산을 일으키는 운반체 단백질을 조절하여 수용성 물질의 촉진 확산을 유도하는 것이고, 환자의 경우 호르몬 A가 부족하여 어떤 수용성 물질의 촉진 확산이 일어나지 않아서 질병이 생긴 것으로 판단된다.

채점 기준

1. 문제를 풀기 위해서 항원-항체 응집 반응의 원리를 설명하고 있으면 **+2점**
2. 환자의 혈액 중에 호르몬 A는 없다는 설명이 있으면 **+2점**
3. 그래프를 보고 촉진 확산에 대한 해석이 있으면 **+2점**
4. 환자는 촉진확산을 하지 못한다라는 내용이 있으면 **+1점**
5. 호르몬 A가 운반체 단백질에 영향을 준다 라는 내용이 있으면 (또는 이와 연관된 문장으로 질병을 일으키는 원인을 설명한 내용이 있으면) **+3점**

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 ± 0.5점 추가 점수 부여 가능함

[문제 4-2] 예시 답안

- 그림(1)의 자료에서 민수의 효소 E는 시간에 따라 기질 농도가 줄어드는 것으로 보아 정상적인 효소 활성이 있음을 알 수 있다.
- 그림(2)의 자료에서 정상 효소 E를 가진 민수의 유전자 DNA 염기 서열 정보를 주형 DNA로 사용하여 효소 E의 mRNA 서열 정보를 찾아 낼 수 있다. 민수의 mRNA 서열 정보는 5'-GAU CCA UGG AGU CAC GUA GAG -3'이다.
- 표(3)의 돌연변이 자료로부터, 철수는 CAC → CGC로, 영희는 AGU → AGC로, 광수는 UGG → UGA로 mRNA가 바뀌어 있음을 알 수 있다. mRNA 유전 암호표를 해석하면, 철수는 히스티딘이 아르지닌으로, 광수는 트립토판이 종결 코돈으로 바뀌어 있고, 영희는 돌연변이가 발생하였음에도 아미노산에 변화 없이 세린을 만들어 냈을 수 있다.
- 그림(1)의 자료를 해석하면, 아미노산 서열에 변화가 없는 영희는 정상인 민수와 같은 형태의 효소 반응을 보이는 (a)이고, 효소 활성 부위의 아미노산 서열이 바뀐 철수의 돌연변이는 효소의 활성이 정상보다 떨어져 있는 (b)이며, 광수의 돌연변이는 효소의 활성 부위가 만들어지기 전에 종결되어 완성된 단백질이 만들어지지 않으므로 효소의 활성이 없는 (c)로 예상할 수 있다.

채점 기준

1. 주어진 그림(1)을 해석하여, 기질 농도가 줄어들수록 효소의 활성이 있다고 찾으면 **+2점**
2. 그림(2)의 주형 DNA로부터 민수의 mRNA를 해독해 내면 **+3점**
3. 철수, 영희, 광수의 변화된 mRNA 서열을 해독하여 아미노산 정보를 찾아내면 각 **+3점(총 9점)**
4. 위의 결과들을 바탕으로 영희는 (a), 철수는 (b), 광수는 (c) 임을 정확히 찾아내고, 각각의 이유를 정확히 밝히면 각 **+2점(총 6점)**

※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 10점 이내에서 ± 0.5 점 추가 점수 부여 가능함

물리

[문제 4-1]

예시 답안

- 전기장의 세기와 전기력의 관계에서 $F = qE$ 이므로 전기력의 비율을 구하기 위해서는 전기장의 세기의 비율을 구하면 된다. (※ 전기력과 전기장의 세기 관계)
- 평행판 축전기의 전기장의 세기와 전위차의 관계에서 $V = Ed$ 이므로 전기장의 세기의 비율을 구하기 위해서는 전위차의 비율을 구하면 된다. (※ 전기장의 세기와 전위차의 관계)
- 또한 에너지, 전기 용량, 전위차의 관계에 따라 $W = \frac{1}{2}CV^2$ 이므로 전위차의 비율을 구하기 위해서는 에너지의 비율을 구해 근호를 취하면 된다. (※ 전위차와 에너지의 관계)
- 따라서 축전기가 방전되어 축전기에 저장된 전기 에너지가 $\frac{1}{2}W$ 가 될 때 전기장을 E_1 전위차를 V_1 라 하면

$$\frac{F_1}{F} = \frac{E_1}{E} = \frac{V_1}{V} = \sqrt{\frac{W}{2} / W} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{로 주어진다. (※ 전기력의 비율을 구하는 구체적인 과정)}$$

채점 기준

1. **전기력과 전기장의 세기의 관계**를 제시하면 **+2점**
2. **전기장의 세기와 전위차의 관계**를 제시하면 **+2점**
3. **전위차와 에너지의 관계**를 제시하면 **+3점**
4. 전기력의 비율의 답이 맞으면 **+3점**

※ 논리 전개 과정이 맞으면 답이 틀리더라도 1-2점의 부분 점수를 부여할 수 있음

※ 채점자는 답안의 완성도에 따라 -0.5 ~ +0.5점을 부여할 수 있음

[문제 4-2]

예시 답안

- $C = \epsilon \frac{S}{d}$ 이고 $\epsilon_1 < \epsilon_2$ 이므로 축전기의 연결이 동일한 직렬 연결이거나 동일한 병렬 연결이면 합성 전기 용량의 대소관계는 유전율의 대소 관계와 같다. 따라서 유전율이 ϵ_1 인 유전체로 채운 축전기 두 개를 연결했을 때 합성 전기 용량은 유전율이 ϵ_2 인 유전체로 채운 축전기 두 개를 연결했을 때 합성 전기 용량보다 작게 되므로 문제에서 요구하는 연결이 될 수 없다. (※ 전기 용량과 유전율의 관계)
- 축전기를 직렬 연결하면 전기 용량이 작아지고 축전기를 병렬 연결하면 전기 용량이 커지므로 유전율이 ϵ_1 인 유전체로 채운 축전기 두 개는 병렬 연결이고 유전율이 ϵ_2 인 유전체로 채운 축전기 두 개는 직렬 연결이다. (※ 축전기의 연결과 합성 전기 용량의 관계)

- 유전율이 ε_1 인 유전체로 채운 축전기 두 개를 병렬 연결했을 때 합성 전기 용량은 $C_{\text{합성1}} = C_1 + C_1 = 2C_1$ 이고 이때 $C_1 = \varepsilon_1 \frac{S}{d}$ 이므로 $C_{\text{합성1}} = 2\varepsilon_1 \frac{S}{d}$ 이다. 유전율이 ε_1 인 유전체로 채운 축전기 두 개를 병렬 연결했을 때 합성 전기 용량은 $\frac{1}{C_{\text{합성2}}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_2} = \frac{2}{C_2}$ 이고 이때 $C_2 = \varepsilon_2 \frac{S}{d}$ 이므로 $C_{\text{합성2}} = \varepsilon_2 \frac{S}{2d}$ 이다.

(※ 합성 전기 용량을 구하는 구체적인 과정)

- 따라서 문제의 조건에 따라 $C_{\text{합성1}} = 2C_{\text{합성2}}$ 이므로 $C_{\text{합성1}} = 2\varepsilon_1 \frac{S}{d} = 2C_{\text{합성2}} = \varepsilon_2 \frac{S}{d}$ 가 성립한다. 최종적으로 $\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = 2$ 이다. (※ 유전율의 비율을 구하는 구체적인 과정)

채점 기준

5. 축전기의 연결이 서로 다름을 제시하면 **+5점**
6. 유전율이 ε_1 인 유전체로 채운 축전기 두 개는 병렬 연결이고 유전율이 ε_2 인 유전체로 채운 축전기 두 개는 직렬 연결임을 제시하면 **+5점**
7. 합성 전기 용량을 모두 정확하게 제시하면 +6점 (한 개만 정확하게 제시하면 +3점)
8. 유전율의 비율의 답이 맞으면 **+4점**

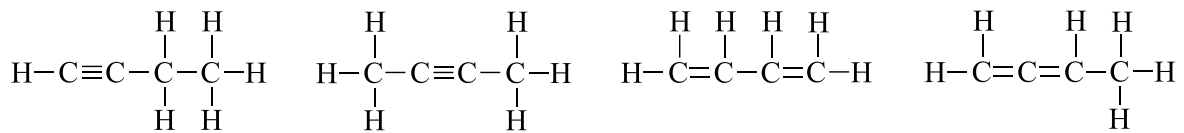
※ 논리 전개 과정이 맞으면 답이 틀리더라도 1-2점의 부분 점수를 부여할 수 있음

※ 채점자는 답안의 완성도에 따라 -0.5 ~ +0.5점을 부여할 수 있음

화 학

[문제 4-1] 예시 답안

- 실린더에는 9.03×10^{22} 개의 CH_4 가 들어 있으므로 CH_4 의 몰수는 $\frac{9.03 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.15$ 몰이다.
- 탄화수소 A에 들어 있는 C와 H의 몰수 비는 $\text{C:H} = \frac{2.4}{12} : \frac{0.3}{1} = 2:3$ 이므로 A의 실험식은 C_2H_3 이다.
- 30°C , 1기압에서 기체 1몰의 부피는 25 L이므로, 기체의 총 몰수는 0.2몰이다.
- 2.4 g의 탄소(C)와 0.3 g의 수소(H)로 구성되어 있는 탄화수소 A 2.7g의 몰수는 (기체의 총 몰수 0.2몰 - CH_4 의 몰수 0.15몰) = 0.05몰이므로, A의 분자량은 $\frac{2.7}{0.05} = 54$ 이고, A의 분자식은 C_4H_6 이다.
- 분자식이 C_4H_6 인 사슬 모양 탄화수소의 가능한 구조식은 다음과 같다.



- 구조식 (1)에서 탄소(C) 사이의 결합각($\angle\text{CCC}$)의 합은 $180^\circ + 109.5^\circ = 289.5^\circ$
 - 구조식 (2)에서 탄소(C) 사이의 결합각($\angle\text{CCC}$)의 합은 $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$
 - 구조식 (3)에서 탄소(C) 사이의 결합각($\angle\text{CCC}$)의 합은 $120^\circ + 120^\circ = 240^\circ$
 - 구조식 (4)에서 탄소(C) 사이의 결합각($\angle\text{CCC}$)의 합은 $180^\circ + 120^\circ = 300^\circ$
- 따라서 탄화수소 A의 가능한 구조 이성질체 중 탄소(C) 사이의 결합각($\angle\text{CCC}$)의 합이 가장 작은 것의 구조식은 (3)이다.

채점 기준

1. 실린더 내에 CH_4 가 9.03×10^{22} 개 들어 있으므로 아보가드로수로 나누어 CH_4 의 몰수가 0.15몰임을 구하면 **+2점**
2. 탄화수소 A에 들어 있는 C와 H의 몰수 비가 2:3임을 보이고 A의 실험식이 C_2H_3 임을 구하면 **+2점**
3. 30°C , 1기압에서 기체 1몰의 부피는 25 L이므로, 기체의 총 몰수는 0.2몰임을 보이면 **+2점**
4. 탄화수소 A 2.7g의 몰수는 0.05몰이므로, A의 분자량이 54이고, A의 분자식을 C_4H_6 로 맞게 쓰면 **+3점**
5. 탄화수소 A의 가능한 구조식 중 조건에 맞는 구조식을 그리면 **+4점**
6. 탄소 사이의 결합각의 합이 최소인 구조식을 맞게 제시하면 **+2점**

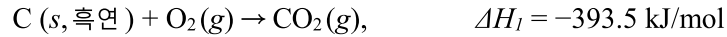
※ 각 부분에서 바르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 15점 이내에서 ± 1.0 점 추가 점수 부여 가능함

[문제 4-2] 예시 답안

- 흑연과 다이아몬드의 연소 반응은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\text{C} (s) + \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{CO}_2 (g)$$
- 흑연 2.4 g은 $\frac{2.4}{12} = 0.2$ 몰이다. 0.2몰의 흑연을 완전 연소시키면 78.7 kJ의 열량이 발생하므로, 흑연 1 몰을 연소 시켰을 때는 $78.7 \text{ kJ} \times \frac{1}{0.2} = 393.5 \text{ kJ}$ 의 열량이 발생하게 된다.
 다이아몬드 6 g은 $\frac{6}{12} = 0.5$ 몰이다. 0.5몰의 다이아몬드를 완전 연소시키면 197.7 kJ의 열량이 발생하므로, 다이아몬드 1몰을 연소 시켰을 때는 $197.7 \text{ kJ} \times \frac{1}{0.5} = 395.4 \text{ kJ}$ 의 열량이 발생하게 된다.

- 다이아몬드에서 흑연으로 변하는 반응의 엔탈피 변화는 다음과 같이 구할 수 있다.



(엔탈피 관계를 나타내는 그림으로 표시해도 맞춤. 단, 그림에 반응식과 반응 엔탈피가 맞게 표시되어야 함)

- 다이아몬드에서 흑연으로 변하는 반응의 엔탈피 변화 $\Delta H = -1.9 \text{ kJ/mol}$ 와 문제에서 주어진 엔트로피 변화 $\Delta S = 3.36 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ 를 이용하면 자유 에너지 변화 ΔG 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$= -1.9 \text{ kJ/mol} - (273+25) \text{ K} \times (3.36 \text{ J/mol}\cdot\text{K}) \times 10^{-3} \text{ kJ/J}$$

$$= -2.9 \text{ kJ/mol}$$

자유 에너지 변화가 음수 값(-2.9 kJ/mol)이므로, 다이아몬드가 흑연으로 변하는 과정은 자발적이다.

채점 기준

1. 흑연과 다이아몬드의 연소 반응식을 맞게 적으면 **+3점**
2. 흑연과 다이아몬드의 연소 반응에서 1몰당 생성된 연소열을 맞게 구하면 **+4점**
3. 헤스 법칙을 이용하여 다이아몬드가 흑연으로 변하는 반응의 엔탈피 변화를 맞게 구하면 **+4점**
(처음 1번 과정에서 연소 반응식을 쓰지 않고, 3번 과정에서 연소 반응식을 맞게 썼으면 1번 과정의 점수를 포함하여 **+7점**)
4. 엔트로피 변화와 엔탈피 변화에 근거하여 자유 에너지 변화를 맞게 계산하고, 반응이 자발적인 반응임을 올바르게 설명하면 **+4점**

※ 각 부분에서 빠르게 답안을 작성한 경우에도 답안의 완성도에 따라 총점 15점 이내에서 ± 1.0 점 추가 점수 부여 가능함

※ 단위를 틀리거나 연소 반응식의 상태를 표시하지 않으면 **-1점**