

r=10인 순열의 세 번째 자리에 오는 색종이는 S7, S6, S5 중 하나이다. S4 혹은 이 보다 작은 사각형이 오면 순열 1보다 짧아진다. T8이 세 번째 자리에 오면 네 번째 자리에 올 수 있는 가장 큰 원은 C4이고, 이 경우 순열 1보다 짧아진다. T8보다 작은 삼각형이 세 번째 자리에 오더라도 마찬가지이다.

r=10인 순열의 네 번째 자리에 오는 색종이는 C7, C6, C5 중 하나이다. C4 혹은 이 보다 작은 원이 오면 순열 1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 다섯 번째 자리에 오는 색종이는 S4, S3, T6 중 하나이다. S2 혹은 더 작은 사각형이 오면 순열 1보다 짧아진다. T5가 오면 그 다음 올 수 있는 가장 큰 원은 C2인데 이 경우 순열 1보다 짧아진다. T5보다 작은 삼각형이 다섯 번째 자리에 오더라도 같은 결과이다.

r=10인 순열의 여섯 번째 자리에 오는 색종이는 C4, C3 중 하나이다. C2나 C1이 이 자리에 오면 순열 1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 일곱 번째 자리에 오는 색종이는 S2이다. S1이 오면 순열1보다 짧아진다. 일곱 번째 자리에 T2가 오면 그 다음에는 C1만이 올 수 있고, 이 경우 역시 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 여덟 번째 자리에 오는 색종이는 C2이다. 이 자리에 C1이 오면 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 아홉 번째 자리에 오는 색종이는 S1이다. 이 자리에 T1이 오면 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 열 번째 자리에 오는 색종이는 C1이다.

이상을 고려하여 모든 순열을 여섯 번째 자리까지만 나열하면 아래와 같다 (일곱 번째 이후는 동일하다.)

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> T6 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4
 S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3

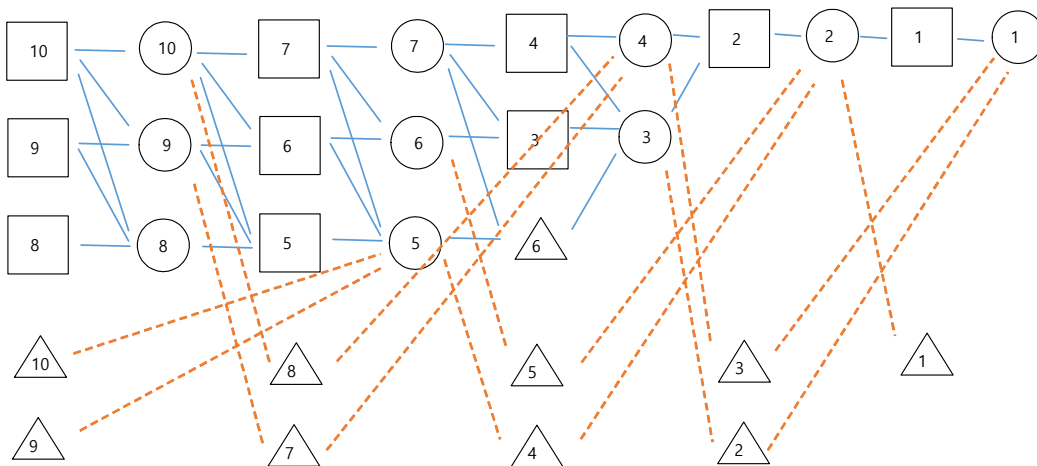
S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3
 S10 >> C9 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3
 S10 >> C9 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S10 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4

S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

S8 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

즉 26개의 순열이 존재한다.

아래 그림을 활용하여 경우의 수를 확인할 수도 있다. 직선은 가장 긴 순열을 만들 수 있는 경로를 나타내고 점선은 가장 긴 순열을 만들 수 없는 경로를 나타낸다.



▶ 문항카드 3

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

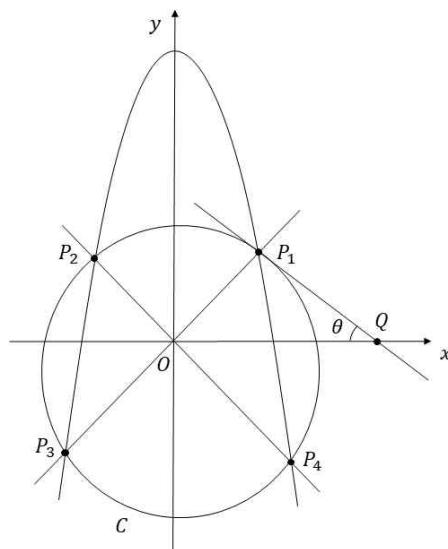
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계 A 수학/문제 1, 문제 2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 미적분, 확률과 통계
	핵심개념 및 용어	수열의 극한, 지수함수의 미분, 합성함수의 미분법, 음함수의 미분법, 역함수의 미분법, 접선의 방정식, 정적분, 넓이
예상 소요 시간	70분	

2. 문항 및 제시문

제시문 1

(가) 수열 $\{a_n\}$ 에서 n 의 값이 한없이 커질 때, a_n 의 값이 일정한 값 α 에 한없이 가까워지면 수열 $\{a_n\}$ 은 α 에 수렴한다고 한다. 이때 α 를 수열 $\{a_n\}$ 의 극한값 또는 극한이라 하고, 이것을 기호로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 또는 $n \rightarrow \infty$ 일 때 $a_n \rightarrow \alpha$ 와 같이 나타낸다.

(나) [그림 1]에서 곡선 $y = -x^2 + t$ ($t > 0$)은 직선 $y = x$ 와 점 P_1, P_3 에서 만나고, 직선 $y = -x$ 와 점 P_2, P_4 에서 만난다. 네 점 P_1, P_2, P_3, P_4 를 모두 지나는 원이 C 이다. 제1사분면의 점 P_1 에서 원 C 에 접하는 직선이 x 축과 만나는 점이 Q 이다. $\angle P_1QO$ 의 크기는 θ 이다.



[그림 1]

문제 1-1

제시문 1의 (나)에서 자연수 n 에 대하여 $t=n$ 일 때, 사각형 $P_1P_2P_3P_4$ 의 넓이를 R_n 이라 하고, 원 C 의 넓이를 S_n 이라 하자. 다음 극한값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n}$$

문제 1-2

제시문 1의 (나)에서 $\sin \theta = \frac{3}{5}$ 일 때, t 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

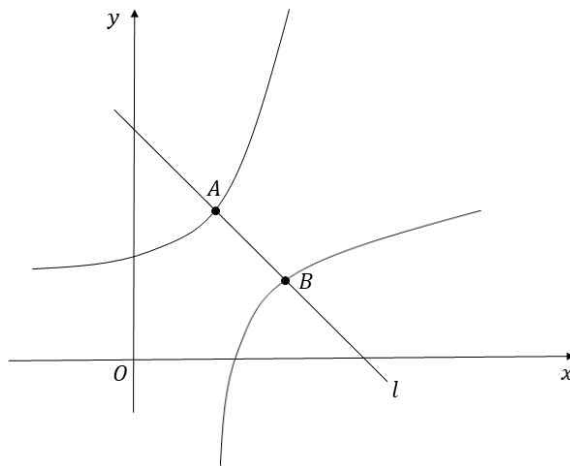
제시문 2

(가) 미분법은 움직이는 물체의 운동 또는 곡선의 특징과 변화를 분석하는 중요한 수학적 도구로 오늘날 미분법은 영화 속 특수 효과, 소리의 파동, 교통의 흐름, 열전도율 등과 같이 변화하는 현상과 관련된 문제를 해결하는 과정에 활용된다.

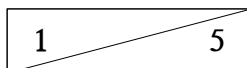
(나) 밑이 e 인 로그 $\log_e x$ 를 x 의 자연로그라 하고, 이것을 간단히 $\ln x$ 와 같이 나타낸다.

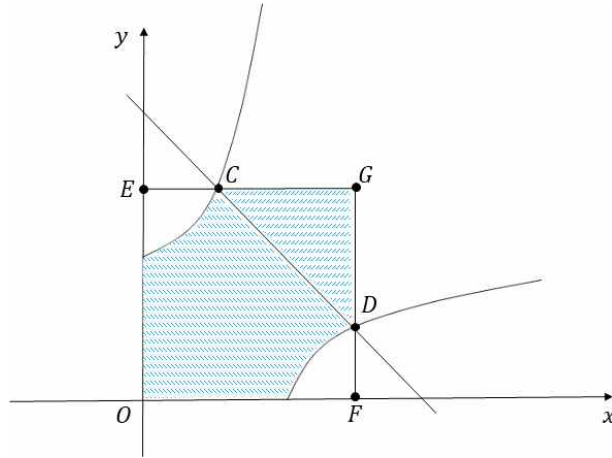
(다) [그림 2]는 곡선 $y=e^{x-1}+2$, 곡선 $y=1+\ln(x-2)$, 기울기가 -1 인 직선 l 을 나타낸 것이다. 점 A 는 직선 l 과 곡선 $y=e^{x-1}+2$ 의 교점이고, 점 B 는 직선 l 과 곡선 $y=1+\ln(x-2)$ 의 교점이다.

(라) [그림 3]은 직선 $y=-x+t$ ($t>0$), 곡선 $y=x^3+1$, 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 을 나타낸 것이다. 점 C 는 직선 $y=-x+t$ 와 곡선 $y=x^3+1$ 의 교점이고, 점 D 는 직선 $y=-x+t$ 와 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 교점이다. 점 E 는 점 C 에서 y 축에 내린 수선의 발이고, 점 F 는 점 D 에서 x 축에 내린 수선의 발이다. 빛금친 영역은 정사각형 $OFGE$ 의 안쪽에 있고 곡선 $y=x^3+1$ 의 아래쪽, 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 위쪽에 놓인 영역이다.



[그림 2]





[그림 3]

문제 2-1

제시문 2의 (다)에서 \overline{AB} 가 가질 수 있는 값 중 가장 작은 것을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

문제 2-2

제시문 2의 (라)에서 빗금친 영역의 넓이를 $S(t)$ 라 하자. 미분계수 $S'(3)$ 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

3. 출제 의도

[문제 1] 수열을 이해하고 수열의 극한을 구할 수 있는지 알아본다. 삼각함수를 이해하고 활용할 수 있는지 알아보고, 음함수의 미분법을 이해하고 활용할 수 있는지 알아본다.

[문제 2] 지수함수와 로그함수를 이해하고 미분할 수 있는지 알아본다. 영역의 넓이를 정적분을 이용하여 구할 수 있는지 알아보고, 함성함수의 미분법과 역함수의 미분법을 이해하고 활용할 수 있는지 알아본다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-255호 [별책8]
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
문제 1-1	미적분 - (1)수열의 극한 - ①수열의 극한 [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
문제 1-2	미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-09] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (2)미분법 - ③도함수의 활용 [12미적02-11] 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 2-1	미적분 - (2)미분법 - ①여러 가지 함수의 미분 [12미적02-02] 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다.
문제 2-2	미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-09] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (3)적분법 - ②정적분의 활용 [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.

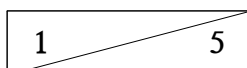
나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분	고성은 외	좋은책 신사고	2020	12
	미적분	박교식 외	동아출판	2020	48
	수학 I	김원경 외	비상	2020	38, 43, 117
	수학 I	고성은 외	좋은책 신사고	2018	40, 43, 113
	수학 I	황선욱 외	미래엔	2020	41, 121
	미적분	권오남 외	교학사	2020	17, 60, 82, 88, 95, 101, 108, 173
	미적분	고성은 외	좋은책 신사고	2020	11, 55, 80, 87, 91, 155
	미적분	홍성복 외	지학사	2020	16, 57, 88, 164
기타					

5. 문항 해설

[문제 1-1]

수열의 극한값을 이해하고 활용하여 일차식들의 몫으로 이루어진 수열의 극한값을 구할 수 있는지 확인한다.



[문제 1-2]

음함수의 미분법을 이해하고 활용하여 원의 접선의 방정식을 구할 수 있는지 확인하고 이와 함께 삼각함수를 이용하여 문제를 풀 수 있는지 확인한다.

[문제 2-1]

지수함수와 로그함수를 이해하고 미분을 구할 수 있는지 확인한다. 이를 이용하여 함수의 최솟값을 구할 수 있는지 확인한다.

[문제 2-2]

합성함수의 미분법과 역함수의 미분법을 이해하고 활용하여 문제를 풀 수 있는지 확인한다. 정적분을 이용하여 도형의 넓이를 구할 수 있는지 확인한다.

6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: $\overline{DP_1} = \overline{DP_3}$ 등의 간단한 내용을 적음 D: 점 P_1, P_2, P_3, P_4 중 2개의 좌표를 t 에 대하여 구함 C: 원의 중심 $D(0, -1)$ 또는 원의 반지름 $\sqrt{1+2t}$ 를 구함 B: C와 더불어, R_n 과 S_n 을 계산했으나 둘 다 틀림 B+: C와 더불어 $R_n = 1 + 4n$ 과 $S_n = (2n + 1)\pi$ 중 하나를 구함 A: C와 더불어 $R_n = 1 + 4n$ 과 $S_n = (2n + 1)\pi$ 모두 구함 A+: A와 더불어 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n} = \frac{2}{\pi}$ 를 구함	10
1-2	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: 원 C 의 방정식 $x^2 + (y + 1)^2 = r^2$ 을 적음 D: E와 더불어 $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y+1}$ 를 구함 C: D와 더불어 원 C 의 접선의 기울기 $-\frac{a}{a+1}$ 를 구함 B: C와 더불어 $\tan\theta = \frac{a}{a+1}$ 를 구함 B+: B와 더불어 $\tan\theta = \frac{3}{4}$ 을 구함 A: B+ 와 더불어 $r = 5$ 를 구함 A+: A와 더불어 $t = 12$ 를 구함	15

※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.

※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음</p> <p>E: 곡선 $y = e^{x-1} + 2$와 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$가 직선 $y = x$에 대하여 대칭임을 적음</p> <p>D: 점 A의 좌표가 $(x, e^{x-1} + 2)$일 때, 점 B의 좌표는 $(e^{x-1} + 2, x)$임을 적음</p> <p>C: D와 더불어 $\overline{AB} = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$를 구함</p> <p>B: C와 더불어 $f'(x)$를 계산하였으나 틀림</p> <p>B+: C와 더불어 $f'(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - 1) = 0$을 풀어 $x = 1$을 얻음</p> <p>A: B+와 더불어 $f''(1) = \sqrt{2} > 0$을 적음</p> <p>A+: A와 더불어 $f(1) = 2\sqrt{2}$를 구함</p>	20
2-2	<p>F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음</p> <p>E: x축, 직선 DF, 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$으로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이가 $\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$임을 적음</p> <p>D: $S(t) = a^2 - 2 \int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$를 구함</p> <p>C: D와 더불어 $S(t) = a^2 - \frac{3}{2}(a-1)^{\frac{4}{3}}$를 구함</p> <p>B: C와 더불어 $S'(t) = 2a \frac{da}{dt} - 2(a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt}$를 구함</p> <p>B+: B와 더불어 $\frac{dt}{da} = \frac{1}{3}(a-1)^{-\frac{2}{3}} + 1$를 구함</p> <p>A: B+와 더불어 $\frac{da}{dt} = \frac{3}{4}$을 구함</p> <p>A+: A와 더불어 $S'(3) = \frac{3}{2}$을 구함</p>	25

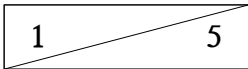
※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함
 ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 1-1] 답: $\frac{2}{\pi}$

[풀이]

점 P_1 의 좌표를 (a, a) , 점 P_3 의 좌표를 (b, b) 라 하자. 원 C 의 중심을 D 라 하자. 대칭성에 의하여 점 D 는 y 축 위에 있으므로 $D(0, c)$ 라 놓을 수 있다.



$\overline{DP_1} = \overline{DP_3}$ 이므로 $a^2 + (a-c)^2 = b^2 + (b-c)^2$ 이고, $a^2 - b^2 = (b-c)^2 - (a-c)^2$ 을 얻는다.

$(a-b)(a+b) = (b-c-a+c)(b-c+a-c)$ 이고,

$a-b \neq 0$ 이므로, $a+b = 2c - (a+b)$ 이다.

a 와 b 는 이차방정식 $-x^2 + t = x$, 즉, $x^2 + x - t = 0$ 의 두 근이다. 근과 계수의 관계에서 $a+b = -1$ 이다. 따라서 $-1 = 2c - (-1)$ 이고, $c = -1$ 이다.

그러므로 원의 중심은 $D(0, -1)$ 이다.

원의 반지름은 $\sqrt{a^2 + (a-c)^2} = \sqrt{a^2 + (a+1)^2} = \sqrt{2(a^2 + a) + 1}$ 이다,

a 는 $x^2 + x - t = 0$ 을 만족하므로, 원의 반지름은 $\sqrt{1+2t}$ 이다.

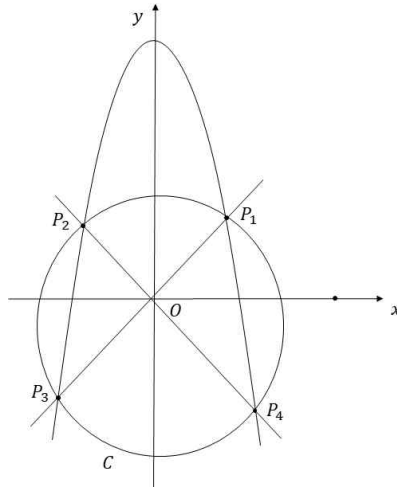
$t = n$ 일 때, 원의 반지름은 $\sqrt{1+2n}$ 이고 원의 넓이는 $S_n = (2n+1)\pi$ 이다.

사각형 $P_1P_2P_3P_4$ 은 사다리꼴이고, $t = n$ 일 때 넓이는

$R_n = \frac{1}{2}(2a+2(-b))(a-b) = (a-b)^2 = (a+b)^2 - 4ab$ 이고, 근과 계수의 관계에서 $a+b = -1$,

$ab = -n$ 이므로, $R_n = 1+4n$ 이다.

그러므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+4n}{(2n+1)\pi} = \frac{2}{\pi}$ 이다.



[문제 1-2] 답: 12

[풀이]

원 C 의 반지름을 r 이라 하면 중심이 $D(0, -1)$ 이므로 원의 방정식은 $x^2 + (y+1)^2 = r^2$ 이다.

$x^2 + (y+1)^2 = r^2$ 의 도함수 $\frac{dy}{dx}$ 를 음함수 미분법에 의하여 구하면 $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y+1}$ 이다.

$P_1(a, a)$ 로 놓으면, 원 C 의 점 P_1 에서 그은 접선의 기울기는 $-\frac{a}{a+1}$ 이다.

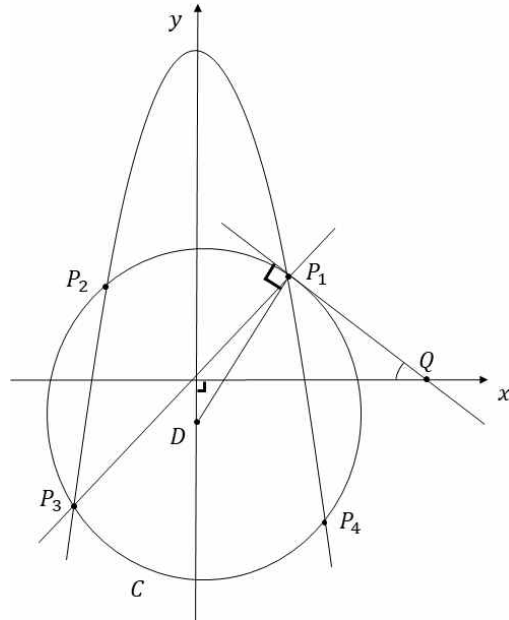
$\tan\theta = -\tan(\pi-\theta) = -\left(-\frac{a}{a+1}\right) = \frac{a}{a+1}$ 이다.

한편, $\sin\theta = \frac{3}{5}$ 이므로 $\cos\theta = \frac{4}{5}$ 이고 $\tan\theta = \frac{3}{4}$ 이다.

따라서 $\frac{3}{4} = \frac{a}{a+1}$ 이고, $a=3$ 이다. 점 P_1 의 좌표는 $(3, 3)$ 이다.

원의 반지름은 $r = \overline{DP_1} = \sqrt{(3-0)^2 + (3-(-1))^2} = 5$ 이다.

$r = \sqrt{1+2t}$ 이므로 $\sqrt{1+2t} = 5$ 이고, 따라서 $t=12$ 이다.



1	5
---	---

[문제 2-1] 답: $2\sqrt{2}$

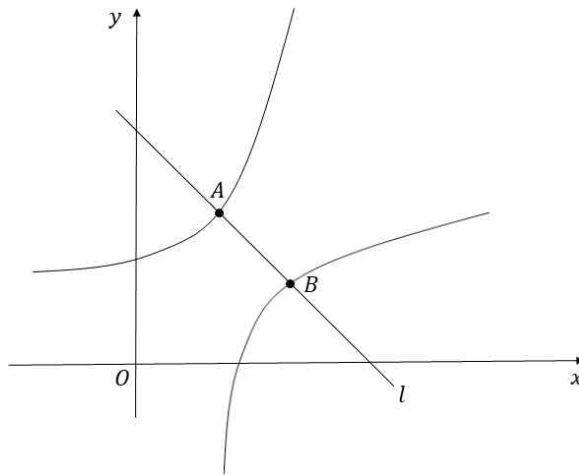
[풀이]

곡선 $y = e^{x-1} + 2$ 와 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$ 는 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭이고, 직선 l 은 기울기가 -1 이므로 직선 $y = x$ 에 수직이다. 따라서 점 A 의 좌표가 $(x, e^{x-1} + 2)$ 일 때, 점 B 의 좌표는 $(e^{x-1} + 2, x)$ 이다. 이 때

$$\overline{AB} = \sqrt{(x - e^{x-1} - 2)^2 + (e^{x-1} + 2 - x)^2} = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$$

이다.

$f(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$ 라 하자. $f'(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - 1) = 0$ 을 풀어 $x = 1$ 을 얻는다. $f''(x) = \sqrt{2}e^{x-1}$ 이고, $f''(1) = \sqrt{2} > 0$ 이므로 $f(x)$ 는 $x = 1$ 에서 최솟값을 갖는다. 따라서 \overline{AB} 의 최솟값은 $f(1) = 2\sqrt{2}$ 이다.



[문제 2-2] 답: $\frac{3}{2}$

[풀이]

점 D 의 좌표를 $(a, -a+t)$ (또는 $(a, (a-1)^{\frac{1}{3}})$)라 하면, $(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이다. 이 때 점 F 의 좌표는 $(a, 0)$ 이고, 따라서 정사각형 $OFGE$ 의 넓이는 a^2 이다.

x 축, 직선 DF , 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 으로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이는

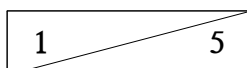
$\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 이다. 곡선 $y = x^3 + 1$ 과 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 은 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭이므로 이 넓이는

y 축, 직선 CE , 곡선 $y = x^3 + 1$ 로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이와 같다.

따라서 $S(t) = a^2 - 2 \int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 이다. (이 때 $(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이다.)

$$\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx = \left[\frac{3}{4}(x-1)^{\frac{4}{3}} \right]_1^a = \frac{3}{4}(a-1)^{\frac{4}{3}} \text{ 이므로,}$$

$S(t) = a^2 - \frac{3}{2}(a-1)^{\frac{4}{3}}$ 이다. 합성함수의 미분법에 의하여



$$S'(t) = 2a \frac{da}{dt} - \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} (a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt} = 2a \frac{da}{dt} - 2(a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt} \text{ 이다.}$$

$(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이므로 $t=3$ 일 때 $a-1 = (3-a)^3$ 이고, 따라서

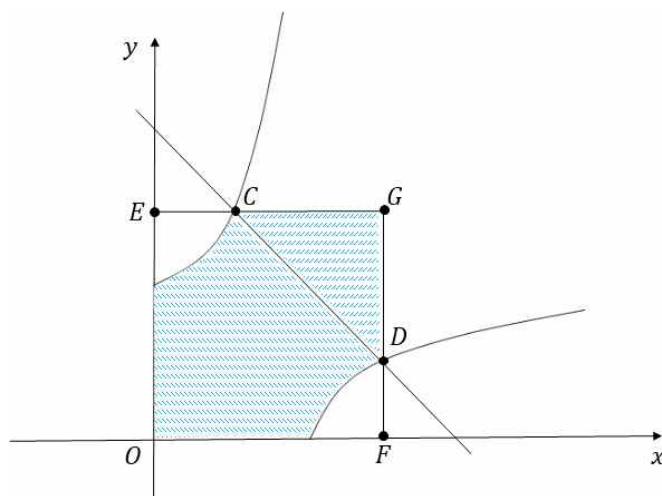
$a^3 - 9a^2 + 28a - 28 = (a-2)(a^2 - 7a + 14) = 0$ 이다. $a^2 - 7a + 14 > 0$ 이므로 $t=3$ 일 때 $a=2$ 를 얻는다.

$(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이므로 $t = (a-1)^{\frac{1}{3}} + a$ 이고 $\frac{dt}{da} = \frac{1}{3}(a-1)^{-\frac{2}{3}} + 1$ 이다. $t=3$ 일 때 $a=2$ 이므로

$$\frac{dt}{da} = \frac{4}{3} \text{ 이다.}$$

역함수의 미분법에 의하여 $t=3$ 일 때 $\frac{da}{dt} = \frac{1}{\frac{dt}{da}} = \frac{3}{4}$ 이다.

따라서 $S'(3) = 2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot (2-1)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{3}{4} = 3 - \frac{3}{2} = \frac{3}{2}$ 이다.



▶ 문항카드 4

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
진형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	자연계 A (생명과학 I) /문제 1, 문제 2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	뉴런, 막전위, 내분비샘, 호르몬, 수용체
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 30분	

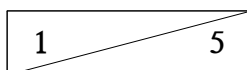
2. 문항 및 제시문

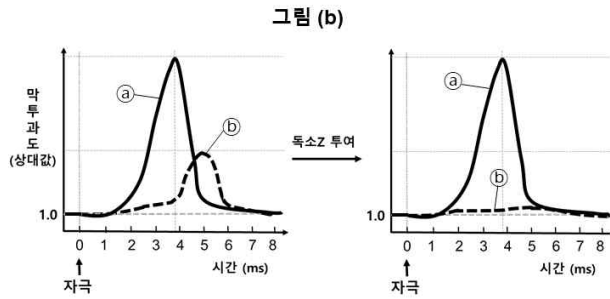
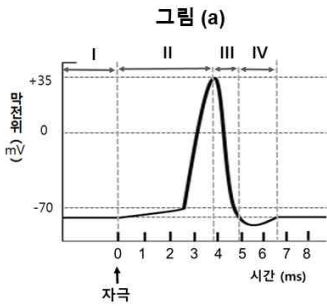
(가) 뉴런의 세포막을 구성하는 인지질 이중층은 이온에 대한 투과성이 없지만 세포막에 존재하는 일부 막 단백질들은 이온 통로와 펌프로 작용하여 세포 안과 밖의 이온들이 불균등하게 분포하게 만든다. 이러한 이온들의 불균등한 분포와 막 투과성의 차이로 뉴런이 자극을 받지 않을 때는 세포 안과 밖의 전위차가 $-80\text{ mV} \sim -60\text{ mV}$ 정도 생기며 이를 휴지 전위라고 한다. 휴지 전위를 가지는 뉴런의 내부는 바깥보다 Na^+ 의 농도가 낮고 K^+ 의 농도가 높아서 세포막 안쪽은 음(-)전하를, 막 바깥쪽은 양(+전하를 띠는 상태인 뉴런의 분극이 이루어진다. 뉴런에 역치 이상의 자극이 주어지면 막전위가 급격히 상승했다가 다시 되돌아오는 막전위의 변화인 활동 전위가 발생한다.

(나) 우리의 몸은 호르몬을 통해 수분량과 무기염류의 양을 조절하여 혈장의 삼투압을 조절한다. 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬에 의해 조절되며 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다. 삼투압은 수용액의 이온농도에 비례하므로 체내 수분량이 감소하거나 무기염류의 농도가 높아지면 체액의 삼투압은 증가한다.

(다) 내분비샘에서 생성된 호르몬은 혈액으로 분비되어 이동하다가 특정 세포나 기관에 도달하여 작용하는데 이러한 세포와 기관을 표적 세포 또는 표적 기관이라고 한다. 표적 세포와 표적 기관은 특정 호르몬을 인식하고 결합하는 수용체를 가지고 있어 특정 호르몬에 반응한다. 만일 어느 한 내분비샘에 이상이 생겨 호르몬의 분비가 부족하거나 과다해지면 질병으로 나타날 수 있다.

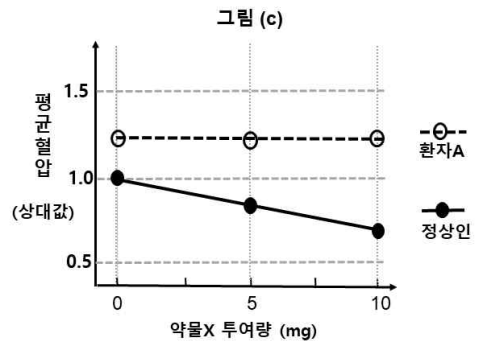
문제 1 뉴런은 자극을 받으면 막전위가 $+35\text{ mV}$ 까지 급격히 상승하는 탈분극을 통해 활동 전위가 발생한다. 활동 전위의 정점에 이르면 막전위가 감소하는 재분극을 통해 휴지 전위 상태로 돌아간다. 그림 (a)는 역치 이상의 자극을 받았을 때 뉴런의 한 지점에서의 막전위 변화를, 그림 (b)는 이 지점에서 이온들의 막 투과도 변화를 나타낸 그래프이다. (단, 이온 ㉠와 ㉡는 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다)





- (1) 그림 (a)의 구간 I에서 일정한 휴지 전위가 유지되는 원리를 제시문 (가)를 참고하여 설명하시오.
- (2) 뉴런이 자극을 받았을 때, 막전위에 영향을 주는 이온들의 막 투과도 변화는 그림 (b)의 왼쪽 그래프처럼 나타난다. 이온 ㉞는 무엇인지 답하시오. 뉴런에 신경독소 Z를 투여하면, 그림 (b)의 오른쪽 그래프와 같이 이온 ㉞의 투과도가 현저히 떨어진다. 이 경우, 시간에 따른 막전위 변화를 그림 (a)의 막전위 변화와 비교하여 그래프로 나타내고 그 이유를 설명하시오.

문제 2 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되는 질환의 원인은 다양하며 고혈압을 유발할 수 있다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환을 가지고 있으며 다른 조건은 정상인과 동일하다고 한다. 평균 혈압 측정값들은 단시간 약물 투여 후 얻은 결과로서 음성 피드백 현상은 고려하지 않는다.



- (1) 그림 (c)는 정상인과 환자 A에게 뇌하수체 전엽의 호르몬 분비 기능을 저해하는 약물 X를 각각 투여하고 평균 혈압을 측정한 결과이다. 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 어느 내분비샘의 이상으로 유발되었는지 제시문 (나), (다)에 근거하여 설명하시오.
- (2) 약물 Y는 표적 기관에서 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체에 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다. 약물 Y를 투여할 경우, 정상인과 환자 A의 평균 혈압 변화 그래프를 그림 (c)와 비교하여 나타내고 제시문 (다)에 근거하여 그 이유를 설명하시오.

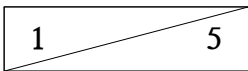
3. 출제 의도

다음 사항을 알아본다.

- (1) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 신경세포(뉴런)에 의한 흥분의 전도와 전달과정에서 뉴런의 세포막에 존재하는 막전위의 이온 펌프에 의한 생성을 이해하는지, 그리고 신경독소에 의하여 이온 통로의 막힘이 활동 전위에 어떻게 작용하는지를 질문하여 활동 전위와 뉴런의 흥분에 대한 기전을 이해하는지 평가한다.
- (2) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 내분비계의 조절작용에서 호르몬에 의하여 조절되는 생리적인 현상을 이해하는지 그리고 각 호르몬들의 표적 세포 또는 기관은 다르며 이에 따라 내분비계 이상 질환들은 약물들에 대한 반응이 다를 수 있음을 이해하는지 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거



적용교육과정	2015개정_과학과교육과정 [제2015-74호]
성취기준/ 영역별 내용	<p>문제 1. 교육과정 문서 (3) 항상성과 몸의 조절 (170쪽) [12생과 I 03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.</p> <p>문제 2. 교육과정 문서 (3) 항상성과 몸의 조절 (170쪽) [12생과 I 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.</p>
제시문 및 모든 하위 문항에 해당되는 출제근거를 제시	

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명과학I	전상학 외	지학사	2018	61~63
	고등학교 생명과학I	이용철 외	와이비엠	2018	66~67
	고등학교 생명과학I	김윤택 외	동아출판	2017	81
	고등학교 생명과학I	권혁빈 외	(주) 교학사	2017	86
	고등학교 생명과학I	심재호 외	금성출판사	2017	100,105,107
	고등학교 생명과학I	오현선 외	미래엔	2017	94
	고등학교 생명과학I	김윤택 외	동아출판	2017	80,87
기타					

5. 문항 해설

● 문항 해설

제시문은 신경계의 항상성 유지에 필요한 신경 세포(뉴런)에 존재하는 막전위의 생성, 그리고 내분비계에 호르몬에 의한 항상성 조절과 수용체에 대한 내용을 기술한 것으로 고등학교 생명과학I 교과서에서 다루어지고 있는 내용이며 교육과정 범위에 포함되어 있다.

[문제 1]은 신경 세포(뉴런)의 세포막에 존재하는 휴지 전위가 어떻게 생성되는지를 Na^+ - K^+ 이온 펌프의 역할로 설명가능한지와, 활동 전위의 탈분극 과정에서 Na^+ 과 K^+ 통로들의 역할에 대하여 이해하고 있는지 평가하는 문항이다.

[문제 2]는 호르몬에 의한 내분비계 조절의 대표적인 예인 삼투압 조절과정에 대한 지식을 바탕으로 호르몬의 작용에 대한 그래프를 이해하고, 내분비샘 이상 질환에서 호르몬의 조절작용을 논리적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하는 문항이다.

● 성취수준 관련 해설

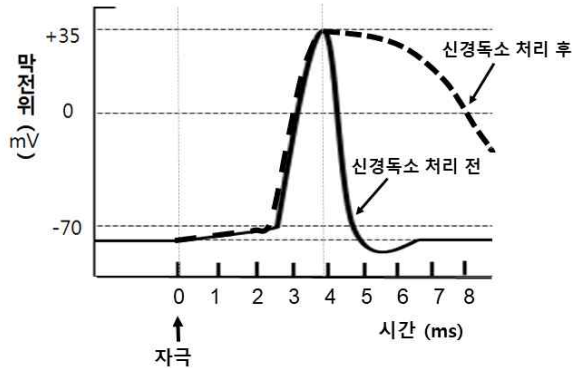
[문제 1]에서, '상' 수준의 학생은 신경 세포(뉴런)의 세포막에 존재하는 휴지 전위가 일정하게 유지되기 위하여, 세포막 안과 밖의 불균등한 Na^+ 와 K^+ 농도가 생기게 하는 ATP를 소모하는 Na^+ - K^+ 이온펌프의 역할을 이온 통로와 구분하여 설명할 수 있다. 또한 활동 전위의 탈분극과정에서 Na^+ 과 K^+ 통로의 역할을 설명

하고 K^+ 통로를 신경독소로 차단할 때 활동 전위 변화를 그래프로 제시할 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 뉴런 세포막에 존재하는 휴지 전위가 일정하게 유지되는 데 필요한 세포막 안과 밖의 불균등한 이온 농도 분포가 이온 펌프와 이온통로에 의한 작용이라고 일반적인 설명을 할 수 있다. 활동 전위의 탈분극과정을 (Na^+ 와 K^+ 의 구분 없이) 이온들의 세포막 내부 유입으로 그려서 설명할 수 있다. 또한 K^+ 이온 통로를 신경독소로 차단할 때 변화하는 세포막 전위차 변화를 그래프로 대략적으로 그려서 제시할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 뉴런 세포막의 휴지 전위 발생에 대하여 불균등한 Na^+ 와 K^+ 이온 농도가 Na^+-K^+ (이온 펌프와 이온 통로 구분 없이) 통로에 의한 작용이라고 설명할 수 있거나, K^+ 이온통로를 신경독소로 저해할 때 변화하는 세포막 전위차 변화를 간단히 언급할 수 있다. [12생과 I 03-01-00]

[문제 2]에서, ‘상’ 수준의 학생은, “내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 제시문을 통하여 호르몬의 단계적 조절 작용을 추론할 수 있다. 또한 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있으며 제시된 그래프로부터 호르몬 분비 이상에 관여하는 내분비샘 조절 과정을 추론할 수 있다. 표적세포에서 다양한 물질들의 호르몬 억제조절 작용을 이해하고 호르몬 과분비 질환모델에서 분비 단계 이후 작용하는 호르몬 저해제를 사용할 때 정상인과 비교하여 변화 그래프를 그릴 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 내분비샘에서 분비되는 호르몬의 일반적인 특징을 이해하고 제시문에서 호르몬의 조절 과정과 작용을 추론할 수 있다. 호르몬 저해제의 영향을 정상인에서 추론할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 내분비샘과 분비되는 호르몬의 일반적인 관계를 나열하고 설명한다. [12생과 I 03-04] [12생과 I 03-05]

6. 채점 기준		
하위 문항	채점 기준	배점
문제 1	<p>[채점 요소] ※ 뉴런 세포막의 휴지 전위 발생 기전을 ATP소모 Na^+-K^+이온 펌프의 작용으로 이해하고 있는가?</p> <p>[예시 답안] (1-1) 뉴런 세포막에 존재하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프는 ATP를 소모하면서 Na^+을 세포 밖으로, K^+을 세포 안으로 이동시켜, 뉴런 내부는 바깥보다 Na^+ 농도가 낮고, K^+ 농도가 높은 상태를 일정하게 만든다. 이 과정에서 ATP를 소모하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프가 지속적으로 이러한 이온들의 불균등한 분포를 유지시킴으로써 막 안쪽은 음(-)전하를 띠고 막 바깥쪽은 양(+전하를 띠는 휴지 전위가 발생한다.</p> <p>[채점 준거] (1-1) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소 설명 중 하나라도 포함하면 1점을 부여함. 채점요소에 대한 설명이 옳지 않으면 -1점 감점.</p>	3점
	<p>[채점 요소] ※ 활동 전위 과정에서 칼륨 이온 통로가 차단되면 재분극이 지연되는 과정의 자극시간-막전위 변화 그래프를 그릴 수 있는가?</p> <p>[예시 답안] (1-2) 이온 ㉞는 K^+이다. 독소 Z는 K^+ 통로를 차단하여 K^+이 세포 밖으로 나가지 못하게 함으로써 재분극이 지연된다. 재분극이 지연되는 과정의 막전</p>	

위 변화 그래프는 아래와 같다.



[채점 근거]

(1-2) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소의 설명과 그림이 옳으면 각 1점을 부여함 (다 맞으면 2점). 채점요소 설명이 옳지 않거나 막전위 변화 그래프 그림이 옳지 않으면 각각 -1점 감점. (독소 Z 투여 후 막전위가 완전히 감소하여야 함)

[채점 요소]

- * 제시문을 읽고 호르몬의 단계적 조절 작용을 추론할 수 있는가?
- * 그래프를 보고 환자A에서는 무기질 코르티코이드 호르몬이 부신 겉질에서 과다 분비됨을 추론할 수 있는가?

[예시 답안]

(2-1) 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환의 증상 중의 하나로 고혈압이 나타난다고 하였다. 제시문 (나)에서는 내분비샘에서 분비되는 호르몬들의 작용이 단계적으로 전달됨을 설명하고 있다: 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬은 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 분비를 촉진하고 무기질 코르티코이드의 분비가 증가하면 결국 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수가 촉진되어 체액의 삼투압은 증가한다. 제시문 (나)와 (다)에 근거하면 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬이나 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 과다 분비가 원인이 될 수 있다. 그런데 환자 A에서는 약물 X를 투여하여 뇌하수체 전엽으로부터 부신 겉질 자극 호르몬의 분비를 억제하여도 상승된 평균혈압이 유지되고 있으므로 뇌하수체 전엽의 이상이 아님을 알 수 있다. 즉 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 부신 겉질 자극 호르몬의 자극 없이도 부신 겉질에서 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되어 생긴 질병임을 알 수 있다.

따라서 환자 A의 무기질 코르티코이드 과다 분비는 부신 겉질의 이상에 기인함을 유추할 수 있다.

콩팥의 기능 이상으로 고혈압은 유도될 수도 있으나 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환에 대한 콩팥의 관련성은 제시문에 없을 뿐 아니라 논리적 관련성도 낮으므로 제외된다.

[채점 근거]

(2-1) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소 중 정답을 맞춘 경우 각각 1점씩 부여함.

[채점 요소]

문제 2

4점

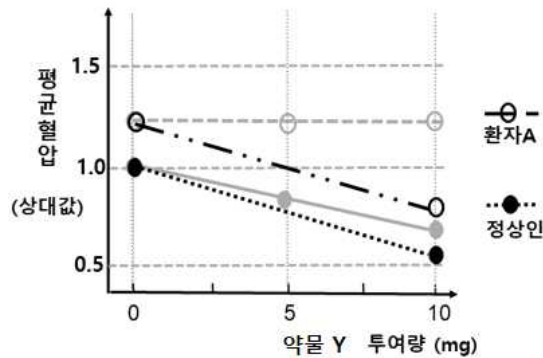
※ 표적세포에서의 호르몬 효과 억제조절 작용을 이해하고 있는가?
 ※ 호르몬 과분비 질환모델에서 표적세포에 작용하는 호르몬 저해제 사용시 정상인과 비교하여 억제되는 변화 그래프를 그릴 수 있는가?

[예시 답안]

(2-2) 제시문 (다)에서는 호르몬의 표적 세포에 호르몬과 특이하게 결합하는 수용체가 존재한다고 설명하였다. 문제2-2에서 약물 Y는 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체와 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다고 하였으므로 정상인의 경우 그 투여량에 따라 콩팥에서의 Na^+ 재흡수를 억제하고 평균혈압을 떨어뜨릴 것이다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되고 있지만, 약물 Y를 투여할 경우, 약물 Y의 수용체 결합으로 무기질 코르티코이드 호르몬의 작용이 억제되므로 정상인과 마찬가지로 평균혈압은 떨어지며 아래와 같은 그래프가 나타나게 된다.

그래프에서는 환자 A의 경우 투여전 혈압은 정상인보다 높게 나타나야 하며, 약물 Y의 경우, 약물 X와는 다른 기울기를 가질 수 있으나 환자 A와 정상인 모두에서 유사한(혹은 동일한) 기울기로 감소하는 패턴을 보여야 한다.

환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환만을 앓고 있다고 함에 따라, 무기질 코르티코이드의 분비 단계 이후 작용에서는 모두 정상이어야 하므로 약물 Y에 대한 수용체 반응도도 정상일 것으로 예상하여 답을 작성하여야 한다.



[채점 준거]

(2-2) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소의 설명과 그림이 모두 옳으면 각각 1점을 부여함.

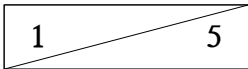
- ※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.
- ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

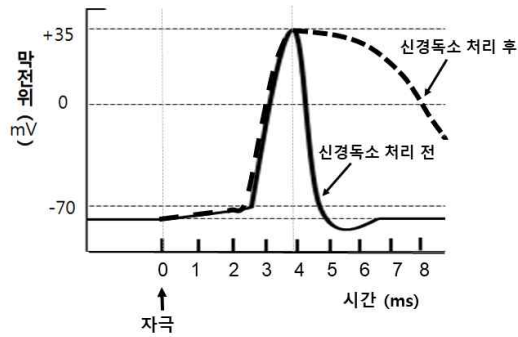
7. 예시 답안

[문제 1]

(1-1) 뉴런 세포막에 존재하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프는 ATP를 소모하면서 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 이동시켜, 뉴런 내부는 바깥보다 Na^+ 농도가 낮고, K^+ 농도가 높은 상태를 일정하게 만든다. 이 과정에서 ATP를 소모하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프가 지속적으로 이러한 이온들의 불균등한 분포를 유지시킴으로써 막 안쪽은 음(-)전하를 띠고 막 바깥쪽은 양(+)전하를 띠는 휴지 전위가 발생한다.

(1-2) 이온 ㉔는 K^+ 이다. 독소 Z는 K^+ 통로를 차단하여 K^+ 이 세포 밖으로 나가지 못하게 함으로써 재분극이 지연된다. 재분극이 지연되는 과정의 막전위 변화 그래프는 아래와 같다.





[문제 2]

(2-1) 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환의 증상 중의 하나로 고혈압이 나타난다고 하였다. 제시문 (나)에서는 내분비샘에서 분비되는 호르몬들의 작용이 단계적으로 전달됨을 설명하고 있다: 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬은 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 분비를 촉진하고 무기질 코르티코이드의 분비가 증가하면 결국 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수가 촉진되어 체액의 삼투압은 증가한다. 제시문 (나)와 (다)에 근거하면 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬이나 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 과다 분비가 원인이 될 수 있다. 그런데 환자 A에서는 약물 X를 투여하여 뇌하수체 전엽으로부터 부신 겉질 자극 호르몬의 분비를 억제하여도 상승된 평균혈압이 유지되고 있으므로 뇌하수체 전엽의 이상이 아님을 알 수 있다. 즉 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 부신 겉질 자극 호르몬의 자극 없이도 부신 겉질에서 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되어 생긴 질병임을 알 수 있다.

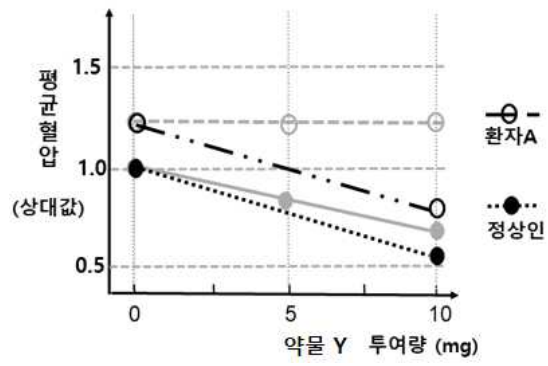
따라서 환자 A의 무기질 코르티코이드 과다 분비는 부신 겉질의 이상에 기인함을 유추할 수 있다.

콩팥의 기능 이상으로 고혈압은 유도될 수도 있으나 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환에 대한 콩팥의 관련성은 제시문에 없을 뿐 아니라 논리적 관련성도 낮으므로 제외된다.

(2-2) 제시문 (다)에서는 호르몬의 표적 세포에 호르몬과 특이하게 결합하는 수용체가 존재한다고 설명하였다. 문제2-2에서 약물 Y는 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체와 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다고 하였으므로 정상인의 경우 그 투여량에 따라 콩팥에서의 Na^+ 재흡수를 억제하고 평균혈압을 떨어뜨릴 것이다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되고 있지만, 약물 Y를 투여할 경우, 약물 Y의 수용체 결합으로 무기질 코르티코이드 호르몬의 작용이 억제되므로 정상인과 마찬가지로 평균혈압은 떨어지며 아래와 같은 그래프가 나타나게 된다.

그래프에서는 환자 A의 경우 투여전 혈압은 정상인보다 높게 나타나야 하며, 약물 Y의 경우, 약물 X와는 다른 기울기를 가질 수 있으나 환자 A와 정상인 모두에서 유사한(혹은 동일한) 기울기로 감소하는 패턴을 보여야 한다.

환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환만을 앓고 있다고 함에 따라, 무기질 코르티코이드의 분비 단계 이후 작용에서는 모두 정상이어야 하므로 약물 Y에 대한 수용체 반응도도 정상일 것으로 예상하여 답을 작성하여야 한다.



1 / 5

▶ 문항카드 5

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계 A (화학) / 문제 1, 2	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	이온화 에너지, 이온 반지름, 전자쌍 반발 이론
예상 소요 시간	30 분	
2. 문항 및 제시문		

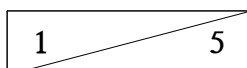
제시문

(가) 원자 반지름은 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하와 전자가 채워진 전자 껍질 수에 영향을 받는다. 같은 주기에서는 전자 껍질 수가 같지만 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커져 전자들이 원자핵 쪽으로 강하게 끌리므로 원자 반지름이 작아진다. 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 커진다. 하지만 전자 껍질 수가 많아져 원자 반지름이 커지는 효과가 더 크기 때문에 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 커진다.

(나) 금속 원자가 양이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 모두 잃어 전자 껍질 수가 적어지므로 양이온의 반지름이 원자 반지름보다 작다. 그러나 비금속 원자가 음이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 많아져 전자 사이의 반발력이 커지므로 음이온의 반지름이 원자 반지름 보다 크다.

(다) 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가하게 된다. 반면, 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소하게 된다. 수소를 제외한 원자들은 전자를 2개 이상 가지고 있으므로 한 원자에서 2개 이상의 전자를 떼어 낼 수 있다. 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1), 그 다음은 차례로 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)... 라고 하며, 이때 $E_1, E_2, E_3 \dots$ 를 순차 이온화 에너지라고 한다.

(라) 염화 나트륨(NaCl)이 형성되는 과정에서 나트륨 원자는 전자 1개를 잃어 나트륨 이온(Na^+)이 되고, 염소 원자는 이 전자를 받아 염화 이온(Cl^-)이 된다. 이때 두 이온은 서로 반대 전하를 띠고 있어 정전기적 인력이 작용하고, 이렇게 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성된 결합을 이온 결합이라고 한다. 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 이온 결합을 형성하는 이온의 종류에 따라 결합하는 이온



의 개수가 달라진다. 따라서 이온 결합 물질을 화학식으로 나타낼 때에는 양이온과 음이온의 원소 기호 뒤에 이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다. 이온 결합 물질의 화학식은 양이온을 먼저 쓰고, 나중에 음이온을 쓴다. 예를 들어 칼슘 이온(Ca^{2+})과 염화 이온(Cl^-)이 결합하여 생성되는 염화 칼슘은 양이온과 음이온이 1:2의 개수비로 결합하므로 화학식이 CaCl_2 이다.

(마) 분자 구조는 분자를 이루는 원자들의 상대적인 위치를 나타내는 것으로, 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자 구조를 예측하고 설명할 수 있다. 전자쌍 반발 이론은 중심 원자의 전자쌍들이 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려 한다는 이론이다. 중심 원자 주위에 2개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 서로 반대 방향, 즉 180° 의 각을 이루면서 선형으로 배치된다. 중심 원자 주위에 3개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 120° 의 각을 이룰 때 최대한 서로 멀리 위치하면서 반발이 최소가 되므로 평면 삼각형 배치를 한다. 중심 원자 주위에 4개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 각각 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 공유 결합 분자에서 비공유 전자쌍은 한 원자의 핵에 의한 인력을 받지만, 공유 전자쌍은 두 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 많이 차지한다. 전자쌍이 차지하는 공간이 크면 반발력이 세게 작용한다. 즉, 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크며, 이것은 분자의 구조와 결합각의 크기에 영향을 끼친다.

아래 표는 주기율표에서 n 부터 n+2 주기의 일부 원소(A~D, W~Z)를 나타낸 것이다. (단, $1 < n < 5$ 이다.)

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
n						W	X	
n+1	A	B				Y	Z	
n+2	C	D						

문제 1 제시된 원소 중 2개를 사용하여 이온 결합 물질을 만들 때, 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소와 가장 작은 원소로 이루어진 물질을 (I), 이온 사이의 거리가 가장 긴 물질을 (II)라고 하자. (I)과 (II)의 화학식이 무엇인지 제시문에 근거하여 설명하시오.

문제 2 YX_2 , YX_3^+ , YX_4^{2+} 의 결합각($\angle \text{X-Y-X}$) 크기를 제시문에 근거하여 비교하시오. (단, 중심 원자는 Y이다.)

3. 출제 의도

주기율표에서 유효핵전하, 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 이해하는지, 또한 이를 이

용한 이온 결합성 물질의 특성 및 이온화 에너지의 주기적 경향성, 이온 반지름의 주기적 경향성에 대해 이해 할 수 있는지를 평가한다. 또한, 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론을 이용하여 제시된 분자의 구조와 각도를 구할 수 있는지를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2015 - 74호]
	성취기준	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다. [12화학 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다. [12화학 I 03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
하위문항1	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2015 - 74호]
	성취기준	[12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.
하위문항2	적용교육과정	과학과 교육과정[제 2015 - 74호]
	성취기준	[12화학 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다. [12화학 I 03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.
 ※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	하윤경 외	금성출판사	2018	83- 85 99-101 104-107
	고등학교 화학 I	황성용 외	동아출판	2018	89- 95 142-144 146-150
	고등학교 화학 I	장낙한 외	상상아카데미	2018	91- 96 113-116 138-142
	고등학교 화학 I	박종석 외	비상교육	2018	80- 82 101-104 123-125
	고등학교 화학 I	최미화 외	미래엔	2018	88- 93 130-131 134-137
기타					

5. 문항 해설

문제 1)

문제 1은 주기율표에서 유효핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 이해하는지, 또한 이를 이용한 이온 결합성 물질의 특성 중 하나인 이온 사이의 거리(결합거리)에 대한 이해를 묻는 문제이다.

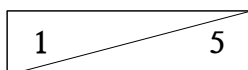
기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 하며, 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소한다. 따라서 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소한다는 지식을 이용하여 주어진 원소들의 이온화 에너지 크기를 비교할 수 있는지 평가한다.

따라서 n주기, 17족 원소(X)가 가장 이온화 에너지가 크고 n+2주기, 1족 원소(C)가 가장 작은 이온화 에너지를 갖는다. 1족 원소인 C는 전자 1개를 잃어 안정한 C⁺ 이온이 되면서 옥텟 규칙을 만족하고, 비금속인 17족 원소, X는 전자 1개를 얻어 X⁻ 이온이 되면서 안정한 전자 배치를 이루게 된다. (예, n = 2인 경우, KF)

따라서 이온화 에너지 차이가 가장 큰 원소들로 이루어진 이온 결합 물질(I)의 화학식은 CX 이다.

이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 주로 정전기적 인력으로 결합되어 있는데, 이때 이온 사이의 거리는 결합하고 있는 양이온과 음이온 각각의 이온 반지름을 합한 값으로 그 경향성을 나타낼 수 있다.

이온 반지름은 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 핵과 원자가 전자 사이의



거리가 멀어져 원자 반지름과 같이 증가한다. 다만 이온은 원자가 전자를 잃어 안정한 양이온이 되면 전자 껍질 수가 감소하므로 반지름이 작아지고, 원자가 전자를 얻어 안정한 음이온이 되면 전자 수가 많아지면서 전자 사이의 반발력이 증가하므로 반지름이 커져, 원자와 같이 일률적으로 같은 주기에서 같은 전자 껍질 수를 갖는 조건으로 비교가 어려워진다. 이러한 이유로, 원자의 동일 주기와 같은 비교를 위해서, 이온의 경우 같은 전자 껍질 수를 갖는 등전자 이온 간의 원자 번호 증가에 대한 경향성을 비교할 수 있다. 이 경우, 원자와 같이, 원자 번호가 작아질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 작아져 전자들이 원자핵 쪽으로 약하게 끌리므로 이온 반지름이 커진다고 할 수 있다.

따라서 주어진 양이온 중 $n+2$ 주기, 1족의 C^+ 가 전자 껍질 수가 가장 많은 등전자 이온 중 가장 이온 반지름이 크다고 할 수 있다. 이때 $n+1$ 주기, 16족의 음이온 Y^{2-} 가 음이온 중 가장 큰 이온 반지름을 가지므로 이들 간의 이온성 화합물이 이온 간 거리가 가장 길다고 예측할 수 있고, 양이온은 $+1$ 가, 음이온은 -2 가 로 화학식은 C_2Y 가 된다. (예, $n = 2$ 인 경우, K_2S)

따라서 이온 사이의 거리가 가장 긴 이온 결합 물질(II)은 주어진 조건에서 C_2Y 이다.

문제 2)

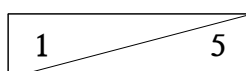
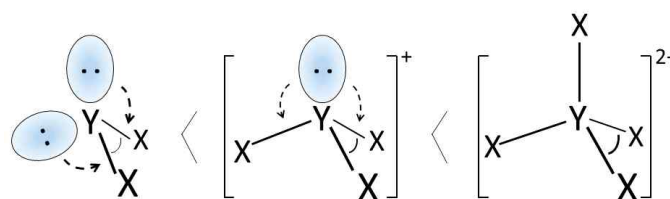
문제 2는 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론을 이용하여 제시된 분자의 구조와 각도를 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

YX_2 분자의 루이스 전자점식을 그리면 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이게 된다.

YX_3^+ 의 루이스 전자점식을 그리면 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이게 된다.

YX_4^{2+} 의 루이스 전자점식을 그리면 4개의 공유 전자쌍으로만 이루어진 사면체 구조임을 파악할 수 있다.

중심 원자 주위에 4개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 각각 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 공유 결합 분자에서 비공유 전자쌍은 한 원자의 핵에 의한 인력을 받지만, 공유 전자쌍은 두 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 많이 차지한다. 전자쌍이 차지하는 공간이 크면 반발력이 세게 작용한다. 즉, 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크며, 이것은 분자의 구조와 결합각의 크기에 영향을 끼친다.



따라서 YX_4^{2+} 의 결합각은 109.5° 이다. 반면에, YX_3^+ 는 비공유 전자쌍이 1개 있음에 따라 109.5° 이하의 결합각을 가지며, YX_4^{2+} 는 2개의 비공유 전자쌍이 가장 큰 반발을 함에 따라 YX_3^+ 보다 결합각이 더 작아진다.

그러므로 결합각($\angle X-Y-X$)의 크기는 $YX_4^{2+} > YX_3^+ > YX_2$ 이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	제시된 원소의 이온화 에너지 차이를 올바르게 설명하였는가?	1
	가장 큰, 그리고 작은 이온화 에너지를 갖는 원소를 선택하여 화학식을 제시하였는가?	1
	가장 이온반지름이 큰 음이온과 양이온을 올바르게 선택하였는가?	1
	가장 이온반지름이 큰 양이온을 선택한 이유를 논리적으로 설명하였는가?	1
	가장 이온 사이의 거리가 긴 이온성 화합물의 화학식을 정확히 제시하였는가?	1
2	공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 사이의 반발력, 전자쌍 반발 이론을 통한 올바른 기하구조를 통해 설명하였는가?	1
	결합각의 크기를 올바르게 제시하였는가?	1

※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.

※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

7

7점 : A+

6점 : A

5점 : B+

4점 : B

3점 : C

2점 : D

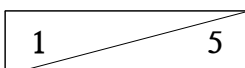
1점 : E

0점 : F

7. 예시 답안

문제 1)

이온화 에너지는 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소한다. 따라서 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소한다.



따라서 n 주기, 17족 원소(X)가 가장 이온화 에너지가 크고 n+2 주기, 1족 원소(C)가 가장 작은 이온화 에너지를 갖는다.

따라서 이온화 에너지 차이가 가장 큰 원소들로 이루어진 이온 결합 물질의 화학식은 CX 이다.

이온 사이의 거리는 결합하고 있는 양이온과 음이온 각각의 이온 반지름을 합한 값으로 그 경향성을 나타낼 수 있다.

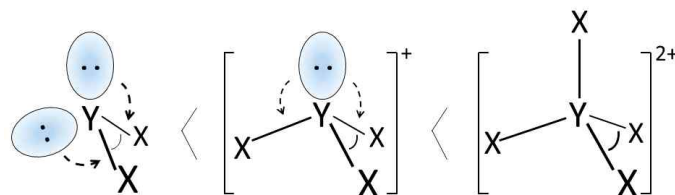
이온 반지름은 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 핵과 원자가 전자 사이의 거리가 멀어져 원자 반지름과 같이 증가한다. 다만 원자가 전자를 잃어 안정한 양이온이 되면 전자 껍질 수가 감소하므로 반지름이 작아지고, 원자가 전자를 얻어 안정한 음이온이 되면 전자 수가 많아지면서 전자 사이의 반발력이 증가하므로 반지름이 커져, 원자와 같이 일률적으로 같은 주기에서 같은 전자 껍질 수를 갖는 조건으로 비교가 어려워진다. 이러한 이유로, 원자의 동일 주기와 같은 비교를 위해서, 이온의 경우 같은 전자 껍질 수를 갖는 등전자 이온 간의 원자 번호 증가에 대한 경향성을 비교할 수 있다. 이 경우, 원자와 같이, 원자 번호가 작아질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 작아져 전자들이 원자핵 쪽으로 약하게 끌리므로 이온 반지름이 커진다고 할 수 있다.

따라서 주어진 양이온 중 n+2 주기, 1족의 C⁺가 전자 껍질 수가 가장 많은 등전자 이온 중 가장 이온 반지름이 크다고 할 수 있다. 이때 n+1 주기, 16족의 음이온 Y²⁻가 음이온 중 가장 큰 이온 반지름을 가지므로 이들 간의 이온성 화합물이 이온 간 거리가 가장 길다고 예측할 수 있고, 양이온은 +1개이고 음이온은 -2개로 화학식은 C₂Y가 된다.

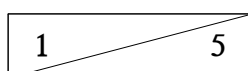
따라서 주어진 조건에서 이온 사이 거리가 가장 긴 이온 결합 물질(III)은 C₂Y 이다.

문제 2)

CX₂ 분자는 아래의 그림과 같이 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 반발을 하는 사면체 구조임을 파악할 수 있다. CX₃⁺는 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 4개의 전자쌍이 반발을 하는 사면체 구조이다. CX₄²⁺는 4개의 공유 전자쌍으로만 이루어진 사면체 구조이다.



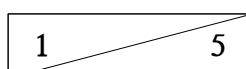
중심 원자 주위에 4개의 공유 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 모두 동일한 반발력을 갖고 있기 때문에 각각



정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 그러나 비공유 전자쌍이 존재하면 공유 전자쌍에 비해 더 큰 반발력을 갖기 때문에 더 큰 공간을 갖게 되며, 비공유 전자쌍의 개수가 증가하면, 이들 사이의 반발력이 더 증가하여 공유 전자쌍 사이의 각도를 더욱 감소시킨다.

따라서 CX_4^{2+} 의 결합각은 109.5° 이다. 반면에, CX_3^+ 는 비공유 전자쌍이 1개 있음에 따라 109.5° 이하의 결합각을 가지며, CX_4^{2+} 는 2개의 비공유 전자쌍이 가장 큰 반발을 함에 따라 CX_3^+ 보다 더 결합각이 작아진다.

그러므로 결합각($\angle X-Y-X$)의 크기는 $CX_4^{2+} > CX_3^+ > CX_2$ 이다.



▶ 문항카드 6

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	자연계 A (물리학 I) / 문제 1, 문제 2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I
	핵심개념 및 용어	물질의 자성: 반자성, 상자성 전자기 유도: 렌츠의 법칙 물질의 전기전도도: 도체, 부도체
예상 소요 시간	100분	

2. 문항 및 제시문

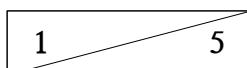
제시문

(가) 구리, 은, 알루미늄, 철과 같이 전기 전도성이 좋은 물질을 도체라 하고, 유리, 고무, 플라스틱, 종이와 같이 전기 전도성이 좋지 않은 물질을 절연체(부도체)라고 한다. 그리고 저마늄이나 실리콘과 같이 전기 전도성이 도체와 절연체 중간 정도인 물질을 반도체라고 한다.

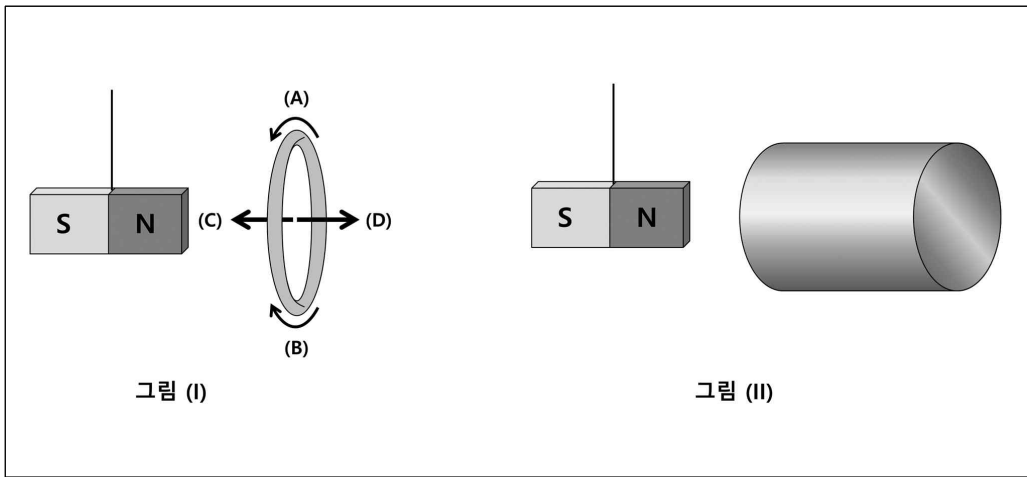
(나) 직선 전류 주위의 자기장은 도선을 중심으로 동심원이 되며, 전류의 방향을 반대로 하면 자기력선의 모양은 그대로이나 자기장의 방향은 반대가 된다. 직선 도선에 흐르는 전류를 오른손 엄지손가락이 전류 방향을 가리키도록 도선을 감아쥐면, 다른 네 손가락의 방향이 자기장의 방향을 나타낸다. 이를 앙페르의 법칙이라고 한다. 또한, 원형 도선의 자기장은 도선의 각 부분을 직선 도선의 일부분으로 보고, 앙페르의 법칙을 이용해 합해 보면 원의 중심에서 수직 방향의 자기장이 생긴다.

(다) 자석을 원형 코일에 가까이 하거나 멀리 하여 원형 코일을 통과하는 자기 선속을 변화시키면 원형 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도전류가 흐른다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다. 이 때, 유도전류의 세기는 원형 코일의 단면을 통과하는 자기 선속의 변화 속도에 비례한다. 이것을 패러데이 법칙이라고 한다.

(라) 원자 내 전자는 원자핵을 중심으로 원운동을 하고 있고, 이것을 전자의 궤도 운동이라고 한다. 전자의 궤도 운동은 원형 도선에 전류가 흐르는 것과 같은 효과를 나타낸다. 또한 전자는 자신의 축을 기준으로 자전하는 스핀을 가진다. 따라서 원자는 전자의 궤도 운동과 스핀에 의해 자기장을 형성하기 때문에 매우 작은 자석이라고 생각할 수 있다.



(마) 외부 자기장을 가했을 때 자성을 띠는 원자들인 원자 자석들이 외부 자기장의 방향으로 배열되어 약하게 자기화 되는 성질을 상자성이라고 한다. 종이, 백금, 알루미늄, 산소, 아연, 주석 등이 이러한 상자성을 띤다. 한편, 물질을 구성하는 각 원자들의 자기장이 너무 약하거나 0이 되어 원자 자석이 없는 상태에서 외부 자기장을 가했을 때 원자 자석이 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 배열되어 자기화 되는 성질을 반자성이라고 한다. 산소를 제외한 대부분의 기체, 금이나 구리 등의 몇몇 금속, 플라스틱 등이 이러한 반자성을 띤다.



문제 1

그림 (I)과 같이 실에 매달려 있는 자석에 원형 코일을 빠른 속도로 가까이 가져갔을 때 발생하는 유도전류의 방향을 (A), (B) 중에 고르고 이로 인한 자기장의 방향을 (C), (D) 중에 고르시오. 원형 코일을 원자 내 전자의 궤도라고 가정하여 물질의 자성을 이해한다고 할 때, 이상의 실험결과에 대응되는 자성을 상자성 또는 반자성 중에 선택하시오.

문제 2

그림 (II)와 같이 어떤 하나의 물질로 만든 원기둥 모양의 막대가 빠른 속도로 자석에 대해서 이동할 때와 자석 가까이에서 멈춰있을 때 자석의 움직임을 관찰하였다. 자석은 왼쪽이나 오른쪽으로 이동하거나 제자리에 멈춰있게 되는데, 세 운동 상태를 임의로 알파벳 (E), (F), 또는 (G)로 표시하였다. 원기둥을 이루는 물질 (1), (2)에 대한 실험결과가 아래의 표와 같을 때, 운동 상태 (E), (F), (G)를 결정하시오. 또한, (1)과 (2)에 해당하는 물질을 구리, 알루미늄, 종이, 플라스틱 중에서 하나씩 찾아 쓰고 제시문을 이용하여 이유를 설명하시오. 단, 공기의 흐름에 의한 효과는 무시한다.

물질	빠른 속도로 자석에 가까이 갈 때	자석 가까이에 멈춰 있을 때	빠른 속도로 자석에서 멀어질 때
(1)	(E)	(F)	(E)
(2)	(G)	(G)	(F)

3. 출제 의도

물질의 자성 중 반자성과 상자성, 전자기 유도 현상에서 렌츠의 법칙은 모든 물리학 I 교과서에 소개되어 있다. 렌츠의 법칙을 이용하여 원형 코일에 흐르는 전류와 자기장의 방향을 묻는 문제를 출제하였다. 또한 이러한 전자기 유도와 물질의 자성(상자성, 반자성)이 결합된 상황에서 자석과의 상호작용을 물어보는 문제를 출제하였다. 이 과정에서 물질의 자성을 이해하고 전자기 유도에 의해서 발생하는 자기장과의 차이를 이해하는 평가를 하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용		
제시문	(가)	[12물리 I 02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다.
	(나)	[12물리 I 02-05] 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.
	(다)	[12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.
	(라), (마)	[12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.
하위문항	문제 1	[12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다. [12물리 I 02-05] 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다. [12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.
	문제 2	[12물리 I 02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다. [12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다. [12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.

※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	이상연 외 4인	금성출판사	2019	112, 114, 126,
	물리학 I	강남화 외 5인	천재교육	2020	131
	물리학 I	김성원 외 5인	지학사	2020	131, 133, 134
	물리학 I	송진웅 외 4인	동아출판	2020	121, 122
	물리학 I	곽영직 외 3인	(주)와이비엠	2020	119
기타					

5. 문항 해설

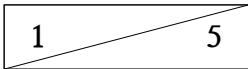
[문제 1]

교과서에 수록된 전자기 유도 현상을 이해하고, 렌츠의 법칙을 적용하여 유도 전류의 방향과 자기장의 방향을 평가하는 문제이다. 이를 바탕으로 물질의 자성을 이해하고 원자 자석과의 비교를 통해서 이러한 이해의 한계를 알고 있는 지 평가하였다.

[문제 2]

교과서에 실려 있는 다양한 물질의 자성에 대한 내용과 문제 1의 전자기 유도 현상을 비교하여, 원기동형 막대와 자석과의 상호작용을 통해서 원기동을 구성하는 물질의 전기적 자기적 성질을 분류할 수 있는지 평가하는 문제이다. 구체적으로 자석의 주변에서 빠르게 움직이는 경우와 멈춰있는 경우에서 각각 자기장의 발생에 미치는 영향을 종합적으로 사고하는 지 하였다. 이를 바탕으로 전기적 자기적 물성차이가 자석과의 상호작용의 차이로 이어지는 상황을 이해하고, 그 물성에 해당하는 물질을 찾아 낼 수 있는지 확인하였다.

6. 채점 기준



r=10인 순열의 세 번째 자리에 오는 색종이는 S7, S6, S5 중 하나이다. S4 혹은 이 보다 작은 사각형이 오면 순열 1보다 짧아진다. T8이 세 번째 자리에 오면 네 번째 자리에 올 수 있는 가장 큰 원은 C4이고, 이 경우 순열 1보다 짧아진다. T8보다 작은 삼각형이 세 번째 자리에 오더라도 마찬가지이다.

r=10인 순열의 네 번째 자리에 오는 색종이는 C7, C6, C5 중 하나이다. C4 혹은 이 보다 작은 원이 오면 순열 1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 다섯 번째 자리에 오는 색종이는 S4, S3, T6 중 하나이다. S2 혹은 더 작은 사각형이 오면 순열 1보다 짧아진다. T5가 오면 그 다음 올 수 있는 가장 큰 원은 C2인데 이 경우 순열 1보다 짧아진다. T5보다 작은 삼각형이 다섯 번째 자리에 오더라도 같은 결과이다.

r=10인 순열의 여섯 번째 자리에 오는 색종이는 C4, C3 중 하나이다. C2나 C1이 이 자리에 오면 순열 1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 일곱 번째 자리에 오는 색종이는 S2이다. S1이 오면 순열1보다 짧아진다. 일곱 번째 자리에 T2가 오면 그 다음에는 C1만이 올 수 있고, 이 경우 역시 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 여덟 번째 자리에 오는 색종이는 C2이다. 이 자리에 C1이 오면 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 아홉 번째 자리에 오는 색종이는 S1이다. 이 자리에 T1이 오면 순열1보다 짧아진다.

r=10인 순열의 열 번째 자리에 오는 색종이는 C1이다.

이상을 고려하여 모든 순열을 여섯 번째 자리까지만 나열하면 아래와 같다 (일곱 번째 이후는 동일하다.)

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C7 >> T6 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C6 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S7 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C10 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4
 S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3

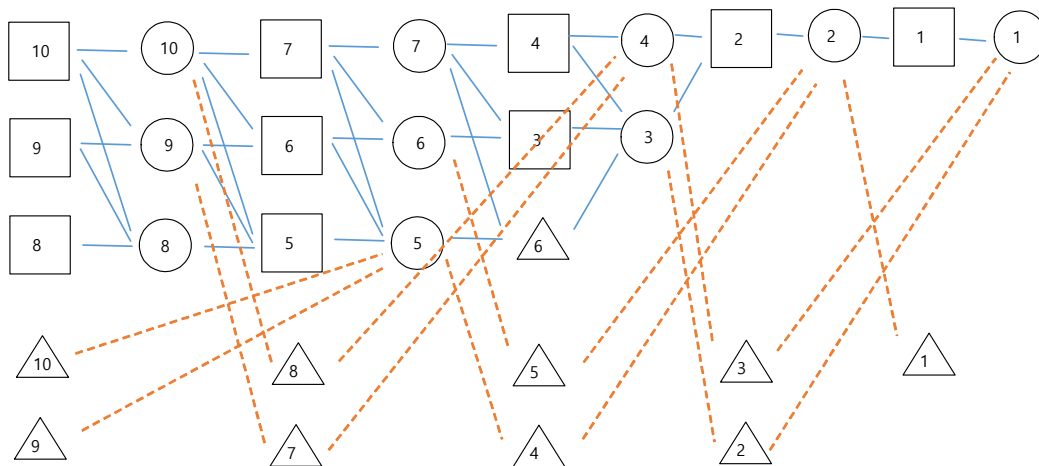
S10 >> C9 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3
 S10 >> C9 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3
 S10 >> C9 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S10 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C4

S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S4 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C6 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S6 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C9 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3
 S9 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

S8 >> C8 >> S5 >> C5 >> S3 >> C3

즉 26개의 순열이 존재한다.

아래 그림을 활용하여 경우의 수를 확인할 수도 있다. 직선은 가장 긴 순열을 만들 수 있는 경로를 나타내고 점선은 가장 긴 순열을 만들 수 없는 경로를 나타낸다.



▶ 문항카드 3

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

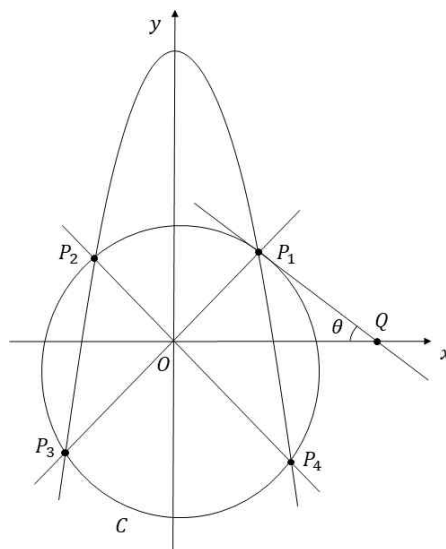
유형	■ 논술고사 □ 면접 및 구술고사 □ 선다형고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계 A 수학/문제 1, 문제 2	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학 I, 미적분, 확률과 통계
	핵심개념 및 용어	수열의 극한, 지수함수의 미분, 합성함수의 미분법, 음함수의 미분법, 역함수의 미분법, 접선의 방정식, 정적분, 넓이
예상 소요 시간	70분	

2. 문항 및 제시문

제시문 1

(가) 수열 $\{a_n\}$ 에서 n 의 값이 한없이 커질 때, a_n 의 값이 일정한 값 α 에 한없이 가까워지면 수열 $\{a_n\}$ 은 α 에 수렴한다고 한다. 이때 α 를 수열 $\{a_n\}$ 의 극한값 또는 극한이라 하고, 이것을 기호로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 또는 $n \rightarrow \infty$ 일 때 $a_n \rightarrow \alpha$ 와 같이 나타낸다.

(나) [그림 1]에서 곡선 $y = -x^2 + t$ ($t > 0$)은 직선 $y = x$ 와 점 P_1, P_3 에서 만나고, 직선 $y = -x$ 와 점 P_2, P_4 에서 만난다. 네 점 P_1, P_2, P_3, P_4 를 모두 지나는 원이 C 이다. 제1사분면의 점 P_1 에서 원 C 에 접하는 직선이 x 축과 만나는 점이 Q 이다. $\angle P_1QO$ 의 크기는 θ 이다.



[그림 1]

문제 1-1

제시문 1의 (나)에서 자연수 n 에 대하여 $t=n$ 일 때, 사각형 $P_1P_2P_3P_4$ 의 넓이를 R_n 이라 하고, 원 C 의 넓이를 S_n 이라 하자. 다음 극한값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n}$$

문제 1-2

제시문 1의 (나)에서 $\sin \theta = \frac{3}{5}$ 일 때, t 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

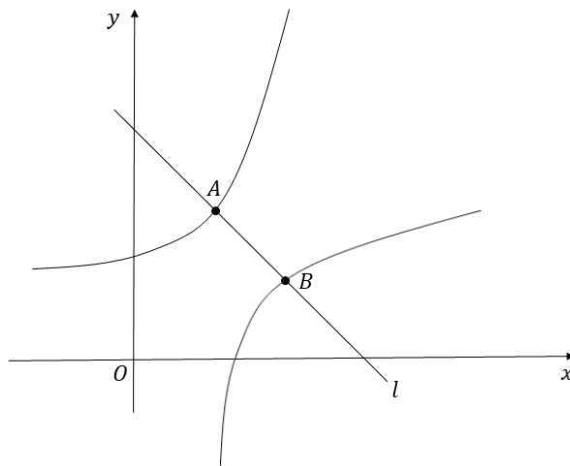
제시문 2

(가) 미분법은 움직이는 물체의 운동 또는 곡선의 특징과 변화를 분석하는 중요한 수학적 도구로 오늘날 미분법은 영화 속 특수 효과, 소리의 파동, 교통의 흐름, 열전도율 등과 같이 변화하는 현상과 관련된 문제를 해결하는 과정에 활용된다.

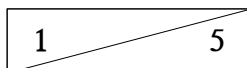
(나) 밑이 e 인 로그 $\log_e x$ 를 x 의 자연로그라 하고, 이것을 간단히 $\ln x$ 와 같이 나타낸다.

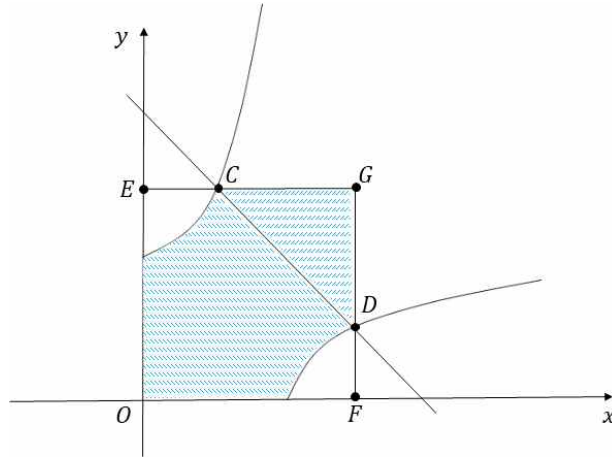
(다) [그림 2]는 곡선 $y=e^{x-1}+2$, 곡선 $y=1+\ln(x-2)$, 기울기가 -1 인 직선 l 을 나타낸 것이다. 점 A 는 직선 l 과 곡선 $y=e^{x-1}+2$ 의 교점이고, 점 B 는 직선 l 과 곡선 $y=1+\ln(x-2)$ 의 교점이다.

(라) [그림 3]은 직선 $y=-x+t$ ($t > 0$), 곡선 $y=x^3+1$, 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 을 나타낸 것이다. 점 C 는 직선 $y=-x+t$ 와 곡선 $y=x^3+1$ 의 교점이고, 점 D 는 직선 $y=-x+t$ 와 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 교점이다. 점 E 는 점 C 에서 y 축에 내린 수선의 발이고, 점 F 는 점 D 에서 x 축에 내린 수선의 발이다. 빗금친 영역은 정사각형 $OFGE$ 의 안쪽에 있고 곡선 $y=x^3+1$ 의 아래쪽, 곡선 $y=(x-1)^{\frac{1}{3}}$ 의 위쪽에 놓인 영역이다.



[그림 2]





[그림 3]

문제 2-1

제시문 2의 (다)에서 \overline{AB} 가 가질 수 있는 값 중 가장 작은 것을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

문제 2-2

제시문 2의 (라)에서 빗금친 영역의 넓이를 $S(t)$ 라 하자. 미분계수 $S'(3)$ 의 값을 구하고 풀이 과정을 쓰시오.

3. 출제 의도

[문제 1] 수열을 이해하고 수열의 극한을 구할 수 있는지 알아본다. 삼각함수를 이해하고 활용할 수 있는지 알아보고, 음함수의 미분법을 이해하고 활용할 수 있는지 알아본다.

[문제 2] 지수함수와 로그함수를 이해하고 미분할 수 있는지 알아본다. 영역의 넓이를 정적분을 이용하여 구할 수 있는지 알아보고, 함성함수의 미분법과 역함수의 미분법을 이해하고 활용할 수 있는지 알아본다.

4. 출제 근거

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2020-255호 [별책8]
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
문제 1-1	미적분 - (1)수열의 극한 - ①수열의 극한 [12미적01-02] 수열의 극한에 대한 기본 성질을 이해하고, 이를 이용하여 극한값을 구할 수 있다.
문제 1-2	미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-09] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (2)미분법 - ③도함수의 활용 [12미적02-11] 접선의 방정식을 구할 수 있다.
문제 2-1	미적분 - (2)미분법 - ①여러 가지 함수의 미분 [12미적02-02] 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다.
문제 2-2	미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (2)미분법 - ②여러 가지 미분법 [12미적02-09] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다. 미적분 - (3)적분법 - ②정적분의 활용 [12미적03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.

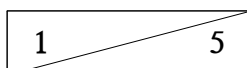
나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	미적분	고성은 외	좋은책 신사고	2020	12
	미적분	박교식 외	동아출판	2020	48
	수학 I	김원경 외	비상	2020	38, 43, 117
	수학 I	고성은 외	좋은책 신사고	2018	40, 43, 113
	수학 I	황선욱 외	미래엔	2020	41, 121
	미적분	권오남 외	교학사	2020	17, 60, 82, 88, 95, 101, 108, 173
	미적분	고성은 외	좋은책 신사고	2020	11, 55, 80, 87, 91, 155
	미적분	홍성복 외	지학사	2020	16, 57, 88, 164
기타					

5. 문항 해설

[문제 1-1]

수열의 극한값을 이해하고 활용하여 일차식들의 몫으로 이루어진 수열의 극한값을 구할 수 있는지 확인한다.



[문제 1-2]

음함수의 미분법을 이해하고 활용하여 원의 접선의 방정식을 구할 수 있는지 확인하고 이와 함께 삼각함수를 이용하여 문제를 풀 수 있는지 확인한다.

[문제 2-1]

지수함수와 로그함수를 이해하고 미분을 구할 수 있는지 확인한다. 이를 이용하여 함수의 최솟값을 구할 수 있는지 확인한다.

[문제 2-2]

합성함수의 미분법과 역함수의 미분법을 이해하고 활용하여 문제를 풀 수 있는지 확인한다. 정적분을 이용하여 도형의 넓이를 구할 수 있는지 확인한다.

6. 채점 기준 ※ 선다형의 경우 생략 가능

하위 문항	채점 기준	배점
1-1	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: $\overline{DP_1} = \overline{DP_3}$ 등의 간단한 내용을 적음 D: 점 P_1, P_2, P_3, P_4 중 2개의 좌표를 t 에 대하여 구함 C: 원의 중심 $D(0, -1)$ 또는 원의 반지름 $\sqrt{1+2t}$ 를 구함 B: C와 더불어, R_n 과 S_n 을 계산했으나 둘 다 틀림 B+: C와 더불어 $R_n = 1 + 4n$ 과 $S_n = (2n + 1)\pi$ 중 하나를 구함 A: C와 더불어 $R_n = 1 + 4n$ 과 $S_n = (2n + 1)\pi$ 모두 구함 A+: A와 더불어 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n} = \frac{2}{\pi}$ 를 구함	10
1-2	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: 원 C 의 방정식 $x^2 + (y + 1)^2 = r^2$ 을 적음 D: E와 더불어 $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y+1}$ 를 구함 C: D와 더불어 원 C 의 접선의 기울기 $-\frac{a}{a+1}$ 를 구함 B: C와 더불어 $\tan\theta = \frac{a}{a+1}$ 를 구함 B+: B와 더불어 $\tan\theta = \frac{3}{4}$ 을 구함 A: B+ 와 더불어 $r = 5$ 를 구함 A+: A와 더불어 $t = 12$ 를 구함	15

※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.

※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

하위 문항	채점 기준	배점
2-1	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: 곡선 $y = e^{x-1} + 2$ 와 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$ 가 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭임을 적음 D: 점 A의 좌표가 $(x, e^{x-1} + 2)$ 일 때, 점 B의 좌표는 $(e^{x-1} + 2, x)$ 임을 적음 C: D와 더불어 $\overline{AB} = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$ 를 구함 B: C와 더불어 $f'(x)$ 를 계산하였으나 틀림 B+: C와 더불어 $f'(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - 1) = 0$ 을 풀어 $x = 1$ 을 얻음 A: B+와 더불어 $f''(1) = \sqrt{2} > 0$ 을 적음 A+: A와 더불어 $f(1) = 2\sqrt{2}$ 를 구함	20
2-2	F: 답안이 공란이거나 문제와 관련없는 내용을 적음 E: x 축, 직선 DF , 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 으로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이가 $\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 임을 적음 D: $S(t) = a^2 - 2 \int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 를 구함 C: D와 더불어 $S(t) = a^2 - \frac{3}{2}(a-1)^{\frac{4}{3}}$ 를 구함 B: C와 더불어 $S'(t) = 2a \frac{da}{dt} - 2(a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt}$ 를 구함 B+: B와 더불어 $\frac{dt}{da} = \frac{1}{3}(a-1)^{-\frac{2}{3}} + 1$ 를 구함 A: B+와 더불어 $\frac{da}{dt} = \frac{3}{4}$ 을 구함 A+: A와 더불어 $S'(3) = \frac{3}{2}$ 을 구함	25

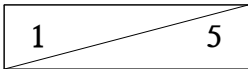
※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함
 ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함

7. 예시 답안 혹은 정답 ※ 선다형의 경우 정답만 기입

[문제 1-1] 답: $\frac{2}{\pi}$

[풀이]

점 P_1 의 좌표를 (a, a) , 점 P_3 의 좌표를 (b, b) 라 하자. 원 C 의 중심을 D 라 하자. 대칭성에 의하여 점 D 는 y 축 위에 있으므로 $D(0, c)$ 라 놓을 수 있다.



$\overline{DP_1} = \overline{DP_3}$ 이므로 $a^2 + (a-c)^2 = b^2 + (b-c)^2$ 이고, $a^2 - b^2 = (b-c)^2 - (a-c)^2$ 을 얻는다.

$(a-b)(a+b) = (b-c-a+c)(b-c+a-c)$ 이고,

$a-b \neq 0$ 이므로, $a+b = 2c - (a+b)$ 이다.

a 와 b 는 이차방정식 $-x^2 + t = x$, 즉, $x^2 + x - t = 0$ 의 두 근이다. 근과 계수의 관계에서 $a+b = -1$ 이다. 따라서 $-1 = 2c - (-1)$ 이고, $c = -1$ 이다.

그러므로 원의 중심은 $D(0, -1)$ 이다.

원의 반지름은 $\sqrt{a^2 + (a-c)^2} = \sqrt{a^2 + (a+1)^2} = \sqrt{2(a^2 + a) + 1}$ 이다,

a 는 $x^2 + x - t = 0$ 을 만족하므로, 원의 반지름은 $\sqrt{1+2t}$ 이다.

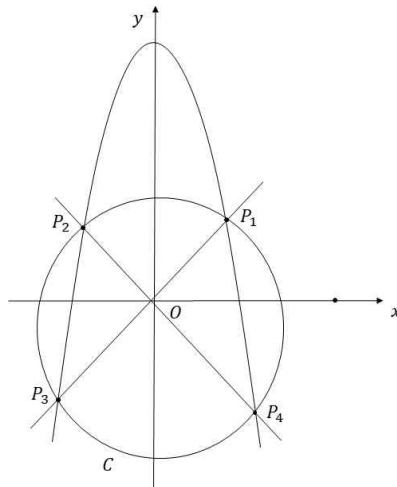
$t = n$ 일 때, 원의 반지름은 $\sqrt{1+2n}$ 이고 원의 넓이는 $S_n = (2n+1)\pi$ 이다.

사각형 $P_1P_2P_3P_4$ 은 사다리꼴이고, $t = n$ 일 때 넓이는

$R_n = \frac{1}{2}(2a+2(-b))(a-b) = (a-b)^2 = (a+b)^2 - 4ab$ 이고, 근과 계수의 관계에서 $a+b = -1$,

$ab = -n$ 이므로, $R_n = 1+4n$ 이다.

그러므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{R_n}{S_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+4n}{(2n+1)\pi} = \frac{2}{\pi}$ 이다.



[문제 1-2] 답: 12

[풀이]

원 C 의 반지름을 r 이라 하면 중심이 $D(0, -1)$ 이므로 원의 방정식은 $x^2 + (y+1)^2 = r^2$ 이다.

$x^2 + (y+1)^2 = r^2$ 의 도함수 $\frac{dy}{dx}$ 를 음함수 미분법에 의하여 구하면 $\frac{dy}{dx} = -\frac{x}{y+1}$ 이다.

$P_1(a, a)$ 로 놓으면, 원 C 의 점 P_1 에서 그은 접선의 기울기는 $-\frac{a}{a+1}$ 이다.

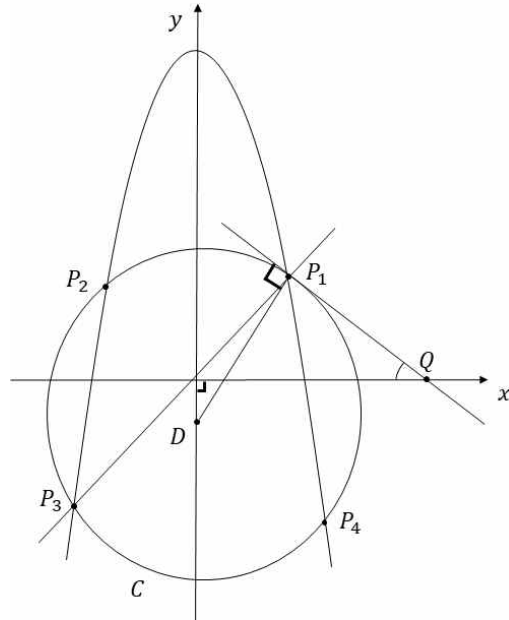
$\tan\theta = -\tan(\pi-\theta) = -\left(-\frac{a}{a+1}\right) = \frac{a}{a+1}$ 이다.

한편, $\sin\theta = \frac{3}{5}$ 이므로 $\cos\theta = \frac{4}{5}$ 이고 $\tan\theta = \frac{3}{4}$ 이다.

따라서 $\frac{3}{4} = \frac{a}{a+1}$ 이고, $a=3$ 이다. 점 P_1 의 좌표는 $(3, 3)$ 이다.

원의 반지름은 $r = \overline{DP_1} = \sqrt{(3-0)^2 + (3-(-1))^2} = 5$ 이다.

$r = \sqrt{1+2t}$ 이므로 $\sqrt{1+2t} = 5$ 이고, 따라서 $t = 12$ 이다.



1	5
---	---

[문제 2-1] 답: $2\sqrt{2}$

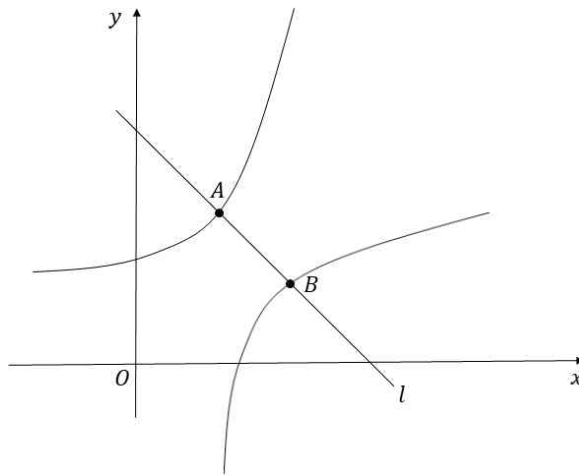
[풀이]

곡선 $y = e^{x-1} + 2$ 와 곡선 $y = 1 + \ln(x-2)$ 는 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭이고, 직선 l 은 기울기가 -1 이므로 직선 $y = x$ 에 수직이다. 따라서 점 A 의 좌표가 $(x, e^{x-1} + 2)$ 일 때, 점 B 의 좌표는 $(e^{x-1} + 2, x)$ 이다. 이 때

$$\overline{AB} = \sqrt{(x - e^{x-1} - 2)^2 + (e^{x-1} + 2 - x)^2} = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$$

이다.

$f(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - x + 2)$ 라 하자. $f'(x) = \sqrt{2}(e^{x-1} - 1) = 0$ 을 풀어 $x = 1$ 을 얻는다. $f''(x) = \sqrt{2}e^{x-1}$ 이고, $f''(1) = \sqrt{2} > 0$ 이므로 $f(x)$ 는 $x = 1$ 에서 최솟값을 갖는다. 따라서 \overline{AB} 의 최솟값은 $f(1) = 2\sqrt{2}$ 이다.



[문제 2-2] 답: $\frac{3}{2}$

[풀이]

점 D 의 좌표를 $(a, -a+t)$ (또는 $(a, (a-1)^{\frac{1}{3}})$)라 하면, $(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이다. 이 때 점 F 의 좌표는 $(a, 0)$ 이고, 따라서 정사각형 $OFGE$ 의 넓이는 a^2 이다.

x 축, 직선 DF , 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 으로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이는

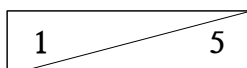
$\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 이다. 곡선 $y = x^3 + 1$ 과 곡선 $y = (x-1)^{\frac{1}{3}}$ 은 직선 $y = x$ 에 대하여 대칭이므로 이 넓이는

y 축, 직선 CE , 곡선 $y = x^3 + 1$ 로 둘러싸인 정사각형 $OFGE$ 내부의 영역의 넓이와 같다.

따라서 $S(t) = a^2 - 2 \int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx$ 이다. (이 때 $(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이다.)

$$\int_1^a (x-1)^{\frac{1}{3}} dx = \left[\frac{3}{4}(x-1)^{\frac{4}{3}} \right]_1^a = \frac{3}{4}(a-1)^{\frac{4}{3}} \text{ 이므로,}$$

$S(t) = a^2 - \frac{3}{2}(a-1)^{\frac{4}{3}}$ 이다. 합성함수의 미분법에 의하여



$$S'(t) = 2a \frac{da}{dt} - \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{3} (a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt} = 2a \frac{da}{dt} - 2(a-1)^{\frac{1}{3}} \frac{da}{dt} \text{ 이다.}$$

$(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이므로 $t=3$ 일 때 $a-1 = (3-a)^3$ 이고, 따라서

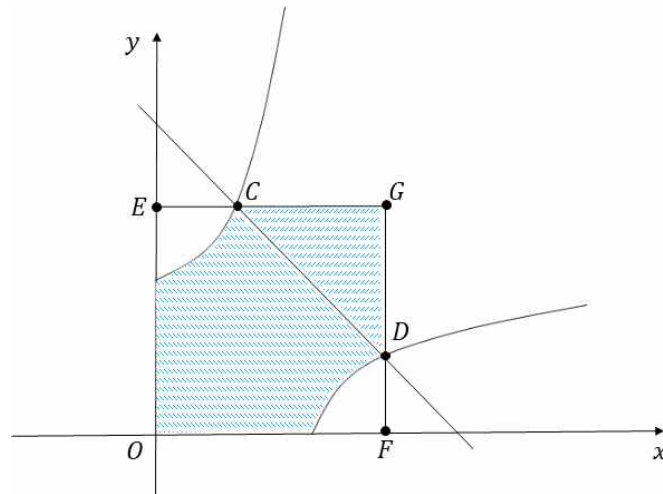
$a^3 - 9a^2 + 28a - 28 = (a-2)(a^2 - 7a + 14) = 0$ 이다. $a^2 - 7a + 14 > 0$ 이므로 $t=3$ 일 때 $a=2$ 를 얻는다.

$(a-1)^{\frac{1}{3}} = -a+t$ 이므로 $t = (a-1)^{\frac{1}{3}} + a$ 이고 $\frac{dt}{da} = \frac{1}{3}(a-1)^{-\frac{2}{3}} + 1$ 이다. $t=3$ 일 때 $a=2$ 이므로

$$\frac{dt}{da} = \frac{4}{3} \text{ 이다.}$$

역함수의 미분법에 의하여 $t=3$ 일 때 $\frac{da}{dt} = \frac{1}{\frac{dt}{da}} = \frac{3}{4}$ 이다.

따라서 $S'(3) = 2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{4} - 2 \cdot (2-1)^{\frac{1}{3}} \cdot \frac{3}{4} = 3 - \frac{3}{2} = \frac{3}{2}$ 이다.



▶ 문항카드 4

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
진형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	자연계 A (생명과학 I) /문제 1, 문제 2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	생명과학 I
	핵심개념 및 용어	뉴런, 막전위, 내분비샘, 호르몬, 수용체
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 30분	

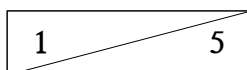
2. 문항 및 제시문

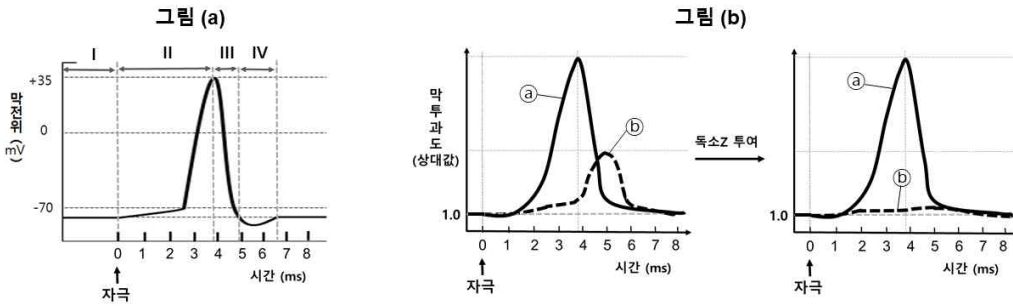
(가) 뉴런의 세포막을 구성하는 인지질 이중층은 이온에 대한 투과성이 없지만 세포막에 존재하는 일부 막 단백질들은 이온 통로와 펌프로 작용하여 세포 안과 밖의 이온들이 불균등하게 분포하게 만든다. 이러한 이온들의 불균등한 분포와 막 투과성의 차이로 뉴런이 자극을 받지 않을 때는 세포 안과 밖의 전위차가 $-80\text{ mV} \sim -60\text{ mV}$ 정도 생기며 이를 휴지 전위라고 한다. 휴지 전위를 가지는 뉴런의 내부는 바깥보다 Na^+ 의 농도가 낮고 K^+ 의 농도가 높아서 세포막 안쪽은 음(-)전하를, 막 바깥쪽은 양(+전하를 띠는 상태인 뉴런의 분극이 이루어진다. 뉴런에 역치 이상의 자극이 주어지면 막전위가 급격히 상승했다가 다시 되돌아오는 막전위의 변화인 활동 전위가 발생한다.

(나) 우리의 몸은 호르몬을 통해 수분량과 무기염류의 양을 조절하여 혈장의 삼투압을 조절한다. 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드 호르몬은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬에 의해 조절되며 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수를 촉진한다. 삼투압은 수용액의 이온농도에 비례하므로 체내 수분량이 감소하거나 무기염류의 농도가 높아지면 체액의 삼투압은 증가한다.

(다) 내분비샘에서 생성된 호르몬은 혈액으로 분비되어 이동하다가 특정 세포나 기관에 도달하여 작용하는데 이러한 세포와 기관을 표적 세포 또는 표적 기관이라고 한다. 표적 세포와 표적 기관은 특정 호르몬을 인식하고 결합하는 수용체를 가지고 있어 특정 호르몬에 반응한다. 만일 어느 한 내분비샘에 이상이 생겨 호르몬의 분비가 부족하거나 과다해지면 질병으로 나타날 수 있다.

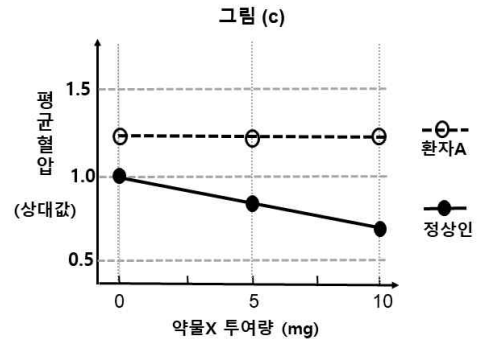
문제 1 뉴런은 자극을 받으면 막전위가 $+35\text{ mV}$ 까지 급격히 상승하는 탈분극을 통해 활동 전위가 발생한다. 활동 전위의 정점에 이르면 막전위가 감소하는 재분극을 통해 휴지 전위 상태로 돌아간다. 그림 (a)는 역치 이상의 자극을 받았을 때 뉴런의 한 지점에서의 막전위 변화를, 그림 (b)는 이 지점에서 이온들의 막 투과도 변화를 나타낸 그래프이다. (단, 이온 ㉠와 ㉡는 각각 Na^+ 과 K^+ 중 하나이다)





- (1) 그림 (a)의 구간 I에서 일정한 휴지 전위가 유지되는 원리를 제시문 (가)를 참고하여 설명하시오.
- (2) 뉴런이 자극을 받았을 때, 막전위에 영향을 주는 이온들의 막 투과도 변화는 그림 (b)의 왼쪽 그래프처럼 나타난다. 이온 ㉞는 무엇인지 답하시오. 뉴런에 신경독소 Z를 투여하면, 그림 (b)의 오른쪽 그래프와 같이 이온 ㉞의 투과도가 현저히 떨어진다. 이 경우, 시간에 따른 막전위 변화를 그림 (a)의 막전위 변화와 비교하여 그래프로 나타내고 그 이유를 설명하시오.

문제 2 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되는 질환의 원인은 다양하며 고혈압을 유발할 수 있다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환을 가지고 있으며 다른 조건은 정상인과 동일하다고 한다. 평균 혈압 측정값들은 단시간 약물 투여 후 얻은 결과로서 음성 피드백 현상은 고려하지 않는다.



- (1) 그림 (c)는 정상인과 환자 A에게 뇌하수체 전엽의 호르몬 분비 기능을 저해하는 약물 X를 각각 투여하고 평균 혈압을 측정한 결과이다. 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 어느 내분비샘의 이상으로 유발되었는지 제시문 (나), (다)에 근거하여 설명하시오.
- (2) 약물 Y는 표적 기관에서 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체에 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다. 약물 Y를 투여할 경우, 정상인과 환자 A의 평균 혈압 변화 그래프를 그림 (c)와 비교하여 나타내고 제시문 (다)에 근거하여 그 이유를 설명하시오.

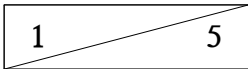
3. 출제 의도

다음 사항을 알아본다.

- (1) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 신경세포(뉴런)에 의한 흥분의 전도와 전달과정에서 뉴런의 세포막에 존재하는 막전위의 이온 펌프에 의한 생성을 이해하는지, 그리고 신경독소에 의하여 이온 통로의 막힘이 활동 전위에 어떻게 작용하는지를 질문하여 활동 전위와 뉴런의 흥분에 대한 기전을 이해하는지 평가한다.
- (2) 고등학교 생명과학I 과정에서 학습하는 내분비계의 조절작용에서 호르몬에 의하여 조절되는 생리적인 현상을 이해하는지 그리고 각 호르몬들의 표적 세포 또는 기관은 다르며 이에 따라 내분비계 이상 질환들은 약물들에 대한 반응이 다를 수 있음을 이해하는지 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거



적용교육과정	2015개정_과학과교육과정 [제2015-74호]
성취기준/ 영역별 내용	<p>문제 1. 교육과정 문서 (3) 항상성과 몸의 조절 (170쪽) [12생과 I 03-01] 활동 전위에 의한 흥분의 전도와 시냅스를 통한 흥분의 전달을 이해하고, 약물이 시냅스 전달에 영향을 미치는 사례를 조사하여 발표할 수 있다.</p> <p>문제 2. 교육과정 문서 (3) 항상성과 몸의 조절 (170쪽) [12생과 I 03-04] 내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있다. [12생과 I 03-05] 신경계와 내분비계의 조절 작용을 통해 우리 몸의 항상성이 유지되는 과정을 설명할 수 있다.</p>
제시문 및 모든 하위 문항에 해당되는 출제근거를 제시	

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 생명과학I	전상학 외	지학사	2018	61~63
	고등학교 생명과학I	이용철 외	와이비엠	2018	66~67
	고등학교 생명과학I	김윤택 외	동아출판	2017	81
	고등학교 생명과학I	권혁빈 외	(주) 교학사	2017	86
	고등학교 생명과학I	심재호 외	금성출판사	2017	100,105,107
	고등학교 생명과학I	오현선 외	미래엔	2017	94
	고등학교 생명과학I	김윤택 외	동아출판	2017	80,87
기타					

5. 문항 해설

● 문항 해설

제시문은 신경계의 항상성 유지에 필요한 신경 세포(뉴런)에 존재하는 막전위의 생성, 그리고 내분비계에 호르몬에 의한 항상성 조절과 수용체에 대한 내용을 기술한 것으로 고등학교 생명과학I 교과서에서 다루어지고 있는 내용이며 교육과정 범위에 포함되어 있다.

[문제 1]은 신경 세포(뉴런)의 세포막에 존재하는 휴지 전위가 어떻게 생성되는지를 Na^+ - K^+ 이온 펌프의 역할로 설명가능한지와, 활동 전위의 탈분극 과정에서 Na^+ 과 K^+ 통로들의 역할에 대하여 이해하고 있는지 평가하는 문항이다.

[문제 2]는 호르몬에 의한 내분비계 조절의 대표적인 예인 삼투압 조절과정에 대한 지식을 바탕으로 호르몬의 작용에 대한 그래프를 이해하고, 내분비샘 이상 질환에서 호르몬의 조절작용을 논리적으로 추론할 수 있는 능력을 평가하는 문항이다.

● 성취수준 관련 해설

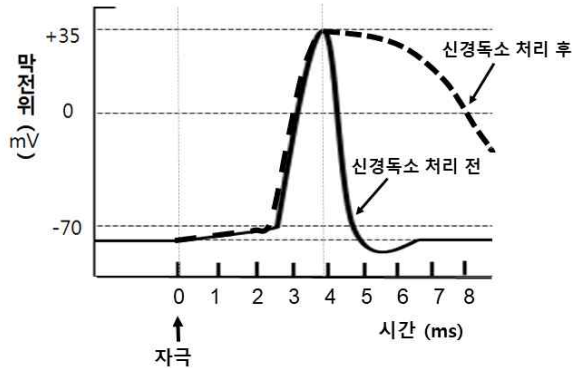
[문제 1]에서, '상' 수준의 학생은 신경 세포(뉴런)의 세포막에 존재하는 휴지 전위가 일정하게 유지되기 위하여, 세포막 안과 밖의 불균등한 Na^+ 와 K^+ 농도가 생기게 하는 ATP를 소모하는 Na^+ - K^+ 이온펌프의 역할을 이온 통로와 구분하여 설명할 수 있다. 또한 활동 전위의 탈분극과정에서 Na^+ 과 K^+ 통로의 역할을 설명

하고 K^+ 통로를 신경독소로 차단할 때 활동 전위 변화를 그래프로 제시할 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 뉴런 세포막에 존재하는 휴지 전위가 일정하게 유지되는 데 필요한 세포막 안과 밖의 불균등한 이온 농도 분포가 이온 펌프와 이온통로에 의한 작용이라고 일반적인 설명을 할 수 있다. 활동 전위의 탈분극과정을 (Na^+ 와 K^+ 의 구분 없이) 이온들의 세포막 내부 유입으로 그려서 설명할 수 있다. 또한 K^+ 이온 통로를 신경독소로 차단할 때 변화하는 세포막 전위차 변화를 그래프로 대략적으로 그려서 제시할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 뉴런 세포막의 휴지 전위 발생에 대하여 불균등한 Na^+ 와 K^+ 이온 농도가 Na^+-K^+ (이온 펌프와 이온 통로 구분 없이) 통로에 의한 작용이라고 설명할 수 있거나, K^+ 이온통로를 신경독소로 저해할 때 변화하는 세포막 전위차 변화를 간단히 언급할 수 있다. [12생과 I 03-01-00]

[문제 2]에서, ‘상’ 수준의 학생은, “내분비계와 호르몬의 특성을 이해하고, 제시문을 통하여 호르몬의 단계적 조절 작용을 추론할 수 있다. 또한 사람의 주요 호르몬의 과잉·결핍에 따른 질환에 대해 설명할 수 있으며 제시된 그래프로부터 호르몬 분비 이상에 관여하는 내분비샘 조절 과정을 추론할 수 있다. 표적세포에서 다양한 물질들의 호르몬 억제조절 작용을 이해하고 호르몬 과분비 질환모델에서 분비 단계 이후 작용하는 호르몬 저해제를 사용할 때 정상인과 비교하여 변화 그래프를 그릴 수 있다. ‘중’ 수준의 학생은 내분비샘에서 분비되는 호르몬의 일반적인 특징을 이해하고 제시문에서 호르몬의 조절 과정과 작용을 추론할 수 있다. 호르몬 저해제의 영향을 정상인에서 추론할 수 있다. ‘하’ 수준의 학생은 내분비샘과 분비되는 호르몬의 일반적인 관계를 나열하고 설명한다. [12생과 I 03-04] [12생과 I 03-05]

6. 채점 기준		
하위 문항	채점 기준	배점
문제 1	<p>[채점 요소] ※ 뉴런 세포막의 휴지 전위 발생 기전을 ATP소모 Na^+-K^+이온 펌프의 작용으로 이해하고 있는가?</p> <p>[예시 답안] (1-1) 뉴런 세포막에 존재하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프는 ATP를 소모하면서 Na^+을 세포 밖으로, K^+을 세포 안으로 이동시켜, 뉴런 내부는 바깥보다 Na^+ 농도가 낮고, K^+ 농도가 높은 상태를 일정하게 만든다. 이 과정에서 ATP를 소모하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프가 지속적으로 이러한 이온들의 불균등한 분포를 유지시킴으로써 막 안쪽은 음(-)전하를 띠고 막 바깥쪽은 양(+)전하를 띠는 휴지 전위가 발생한다.</p> <p>[채점 준거] (1-1) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소 설명 중 하나라도 포함하면 1점을 부여함. 채점요소에 대한 설명이 옳지 않으면 -1점 감점.</p>	3점
	<p>[채점 요소] ※ 활동 전위 과정에서 칼륨 이온 통로가 차단되면 재분극이 지연되는 과정의 자극시간-막전위 변화 그래프를 그릴 수 있는가?</p> <p>[예시 답안] (1-2) 이온 ㉞는 K^+이다. 독소 Z는 K^+ 통로를 차단하여 K^+이 세포 밖으로 나가지 못하게 함으로써 재분극이 지연된다. 재분극이 지연되는 과정의 막전</p>	

위 변화 그래프는 아래와 같다.



[채점 근거]

(1-2) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소의 설명과 그림이 옳으면 각 1점을 부여함 (다 맞으면 2점). 채점요소 설명이 옳지 않거나 막전위 변화 그래프 그림이 옳지 않으면 각각 -1점 감점. (독소 Z 투여 후 막전위가 완전히 감소하여야 함)

[채점 요소]

- * 제시문을 읽고 호르몬의 단계적 조절 작용을 추론할 수 있는가?
- * 그래프를 보고 환자A에서는 무기질 코르티코이드 호르몬이 부신 겉질에서 과다 분비됨을 추론할 수 있는가?

[예시 답안]

(2-1) 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환의 증상 중의 하나로 고혈압이 나타난다고 하였다. 제시문 (나)에서는 내분비샘에서 분비되는 호르몬들의 작용이 단계적으로 전달됨을 설명하고 있다: 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬은 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 분비를 촉진하고 무기질 코르티코이드의 분비가 증가하면 결국 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수가 촉진되어 체액의 삼투압은 증가한다. 제시문 (나)와 (다)에 근거하면 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬이나 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 과다 분비가 원인이 될 수 있다. 그런데 환자 A에서는 약물 X를 투여하여 뇌하수체 전엽으로부터 부신 겉질 자극 호르몬의 분비를 억제하여도 상승된 평균혈압이 유지되고 있으므로 뇌하수체 전엽의 이상이 아님을 알 수 있다. 즉 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 부신 겉질 자극 호르몬의 자극 없이도 부신 겉질에서 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되어 생긴 질병임을 알 수 있다.

따라서 환자 A의 무기질 코르티코이드 과다 분비는 부신 겉질의 이상에 기인함을 유추할 수 있다.

콩팥의 기능 이상으로 고혈압은 유도될 수도 있으나 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환에 대한 콩팥의 관련성은 제시문에 없을 뿐 아니라 논리적 관련성도 낮으므로 제외된다.

[채점 근거]

(2-1) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소 중 정답을 맞춘 경우 각각 1점씩 부여함.

[채점 요소]

문제 2

4점

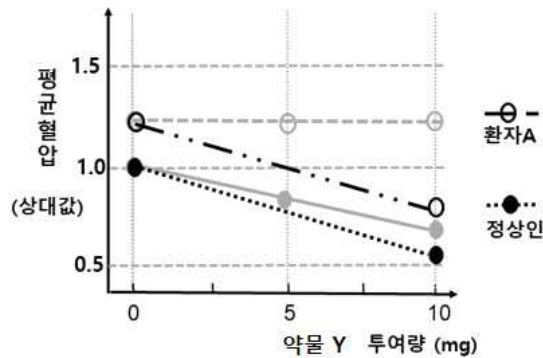
※ 표적세포에서의 호르몬 효과 억제조절 작용을 이해하고 있는가?
 ※ 호르몬 과분비 질환모델에서 표적세포에 작용하는 호르몬 저해제 사용시 정상인과 비교하여 억제되는 변화 그래프를 그릴 수 있는가?

[예시 답안]

(2-2) 제시문 (다)에서는 호르몬의 표적 세포에 호르몬과 특이하게 결합하는 수용체가 존재한다고 설명하였다. 문제2-2에서 약물 Y는 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체와 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다고 하였으므로 정상인의 경우 그 투여량에 따라 콩팥에서의 Na^+ 재흡수를 억제하고 평균혈압을 떨어뜨릴 것이다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되고 있지만, 약물 Y를 투여할 경우, 약물 Y의 수용체 결합으로 무기질 코르티코이드 호르몬의 작용이 억제되므로 정상인과 마찬가지로 평균혈압은 떨어지며 아래와 같은 그래프가 나타나게 된다.

그래프에서는 환자 A의 경우 투여전 혈압은 정상인보다 높게 나타나야 하며, 약물 Y의 경우, 약물 X와는 다른 기울기를 가질 수 있으나 환자 A와 정상인 모두에서 유사한(혹은 동일한) 기울기로 감소하는 패턴을 보여야 한다.

환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환만을 앓고 있다고 함에 따라, 무기질 코르티코이드의 분비 단계 이후 작용에서는 모두 정상이어야 하므로 약물 Y에 대한 수용체 반응도도 정상일 것으로 예상하여 답을 작성하여야 한다.



[채점 준거]

(2-2) 예시 답안의 밑줄 친 채점요소의 설명과 그림이 모두 옳으면 각각 1점을 부여함.

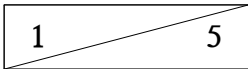
- ※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.
- ※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

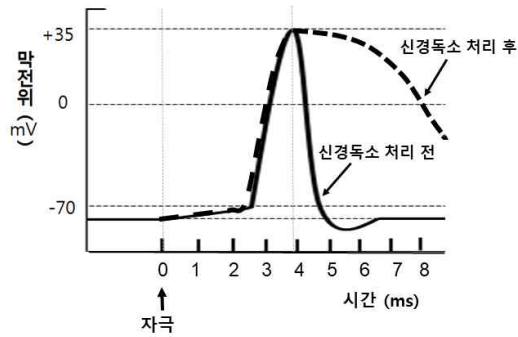
7. 예시 답안

[문제 1]

(1-1) 뉴런 세포막에 존재하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프는 ATP를 소모하면서 Na^+ 을 세포 밖으로, K^+ 을 세포 안으로 이동시켜, 뉴런 내부는 바깥보다 Na^+ 농도가 낮고, K^+ 농도가 높은 상태를 일정하게 만든다. 이 과정에서 ATP를 소모하는 Na^+-K^+ (이온) 펌프가 지속적으로 이러한 이온들의 불균등한 분포를 유지시킴으로써 막 안쪽은 음(-)전하를 띠고 막 바깥쪽은 양(+)전하를 띠는 휴지 전위가 발생한다.

(1-2) 이온 ㉔는 K^+ 이다. 독소 Z는 K^+ 통로를 차단하여 K^+ 이 세포 밖으로 나가지 못하게 함으로써 재분극이 지연된다. 재분극이 지연되는 과정의 막전위 변화 그래프는 아래와 같다.





[문제 2]

(2-1) 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환의 증상 중의 하나로 고혈압이 나타난다고 하였다. 제시문 (나)에서는 내분비샘에서 분비되는 호르몬들의 작용이 단계적으로 전달됨을 설명하고 있다: 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬은 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 분비를 촉진하고 무기질 코르티코이드의 분비가 증가하면 결국 콩팥에서 Na^+ 의 재흡수가 촉진되어 체액의 삼투압은 증가한다. 제시문 (나)와 (다)에 근거하면 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 뇌하수체 전엽에서 분비되는 부신 겉질 자극 호르몬이나 부신 겉질에서 분비되는 무기질 코르티코이드의 과다 분비가 원인이 될 수 있다. 그런데 환자 A에서는 약물 X를 투여하여 뇌하수체 전엽으로부터 부신 겉질 자극 호르몬의 분비를 억제하여도 상승된 평균혈압이 유지되고 있으므로 뇌하수체 전엽의 이상이 아님을 알 수 있다. 즉 환자 A의 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환은 부신 겉질 자극 호르몬의 자극 없이도 부신 겉질에서 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되어 생긴 질병임을 알 수 있다.

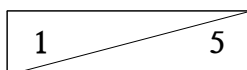
따라서 환자 A의 무기질 코르티코이드 과다 분비는 부신 겉질의 이상에 기인함을 유추할 수 있다.

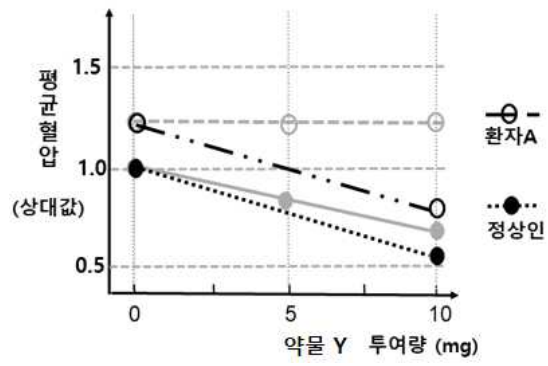
콩팥의 기능 이상으로 고혈압은 유도될 수도 있으나 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환에 대한 콩팥의 관련성은 제시문에 없을 뿐 아니라 논리적 관련성도 낮으므로 제외된다.

(2-2) 제시문 (다)에서는 호르몬의 표적 세포에 호르몬과 특이하게 결합하는 수용체가 존재한다고 설명하였다. 문제2-2에서 약물 Y는 무기질 코르티코이드 호르몬의 수용체와 결합하여 이 호르몬의 작용을 억제한다고 하였으므로 정상인의 경우 그 투여량에 따라 콩팥에서의 Na^+ 재흡수를 억제하고 평균혈압을 떨어뜨릴 것이다. 환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬이 과다 분비되고 있지만, 약물 Y를 투여할 경우, 약물 Y의 수용체 결합으로 무기질 코르티코이드 호르몬의 작용이 억제되므로 정상인과 마찬가지로 평균혈압은 떨어지며 아래와 같은 그래프가 나타나게 된다.

그래프에서는 환자 A의 경우 투여전 혈압은 정상인보다 높게 나타나야 하며, 약물 Y의 경우, 약물 X와는 다른 기울기를 가질 수 있으나 환자 A와 정상인 모두에서 유사한(혹은 동일한) 기울기로 감소하는 패턴을 보여야 한다.

환자 A는 무기질 코르티코이드 호르몬 과다 분비 질환만을 앓고 있다고 함에 따라, 무기질 코르티코이드의 분비 단계 이후 작용에서는 모두 정상이어야 하므로 약물 Y에 대한 수용체 반응도도 정상일 것으로 예상하여 답을 작성하여야 한다.





1 / 5

▶ 문항카드 5

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보		
유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형 고사	
전형명	논술우수자 전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계 A (화학) / 문제 1, 2	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	화학 I	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	화학 I
	핵심개념 및 용어	이온화 에너지, 이온 반지름, 전자쌍 반발 이론
예상 소요 시간	30 분	
2. 문항 및 제시문		

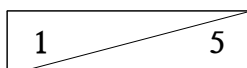
제시문

(가) 원자 반지름은 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하와 전자가 채워진 전자 껍질 수에 영향을 받는다. 같은 주기에서는 전자 껍질 수가 같지만 원자 번호가 커질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커져 전자들이 원자핵 쪽으로 강하게 끌리므로 원자 반지름이 작아진다. 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하도 커진다. 하지만 전자 껍질 수가 많아져 원자 반지름이 커지는 효과가 더 크기 때문에 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 커진다.

(나) 금속 원자가 양이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자를 모두 잃어 전자 껍질 수가 적어지므로 양이온의 반지름이 원자 반지름보다 작다. 그러나 비금속 원자가 음이온이 될 때는 가장 바깥 전자 껍질의 전자 수가 많아져 전자 사이의 반발력이 커지므로 음이온의 반지름이 원자 반지름 보다 크다.

(다) 기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지를 이온화 에너지라고 한다. 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가하게 된다. 반면, 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소하게 된다. 수소를 제외한 원자들은 전자를 2개 이상 가지고 있으므로 한 원자에서 2개 이상의 전자를 떼어 낼 수 있다. 첫 번째 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지를 제1 이온화 에너지(E_1), 그 다음은 차례로 제2 이온화 에너지(E_2), 제3 이온화 에너지(E_3)... 라고 하며, 이때 $E_1, E_2, E_3 \dots$ 를 순차 이온화 에너지라고 한다.

(라) 염화 나트륨(NaCl)이 형성되는 과정에서 나트륨 원자는 전자 1개를 잃어 나트륨 이온(Na^+)이 되고, 염소 원자는 이 전자를 받아 염화 이온(Cl^-)이 된다. 이때 두 이온은 서로 반대 전하를 띠고 있어 정전기적 인력이 작용하고, 이렇게 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 형성된 결합을 이온 결합이라고 한다. 이온 결합 물질은 전기적으로 중성이므로 이온 결합을 형성하는 이온의 종류에 따라 결합하는 이온



의 개수가 달라진다. 따라서 이온 결합 물질을 화학식으로 나타낼 때에는 양이온과 음이온의 원소 기호 뒤에 이온의 개수비를 가장 간단한 정수비로 나타낸다. 이온 결합 물질의 화학식은 양이온을 먼저 쓰고, 나중에 음이온을 쓴다. 예를 들어 칼슘 이온(Ca^{2+})과 염화 이온(Cl^-)이 결합하여 생성되는 염화 칼슘은 양이온과 음이온이 1:2의 개수비로 결합하므로 화학식이 CaCl_2 이다.

(마) 분자 구조는 분자를 이루는 원자들의 상대적인 위치를 나타내는 것으로, 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자 구조를 예측하고 설명할 수 있다. 전자쌍 반발 이론은 중심 원자의 전자쌍들이 정전기적 반발력을 최소화하기 위해 가능한 한 멀리 떨어져 있으려 한다는 이론이다. 중심 원자 주위에 2개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 서로 반대 방향, 즉 180° 의 각을 이루면서 선형으로 배치된다. 중심 원자 주위에 3개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 120° 의 각을 이룰 때 최대한 서로 멀리 위치하면서 반발이 최소가 되므로 평면 삼각형 배치를 한다. 중심 원자 주위에 4개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 각각 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 공유 결합 분자에서 비공유 전자쌍은 한 원자의 핵에 의한 인력을 받지만, 공유 전자쌍은 두 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 많이 차지한다. 전자쌍이 차지하는 공간이 크면 반발력이 세게 작용한다. 즉, 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크며, 이것은 분자의 구조와 결합각의 크기에 영향을 끼친다.

아래 표는 주기율표에서 n 부터 n+2 주기의 일부 원소(A~D, W~Z)를 나타낸 것이다. (단, $1 < n < 5$ 이다.)

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17	18
n						W	X	
n+1	A	B				Y	Z	
n+2	C	D						

문제 1 제시된 원소 중 2개를 사용하여 이온 결합 물질을 만들 때, 제1 이온화 에너지가 가장 큰 원소와 가장 작은 원소로 이루어진 물질을 (I), 이온 사이의 거리가 가장 긴 물질을 (II)라고 하자. (I)과 (II)의 화학식이 무엇인지 제시문에 근거하여 설명하시오.

문제 2 YX_2 , YX_3^+ , YX_4^{2+} 의 결합각($\angle \text{X-Y-X}$) 크기를 제시문에 근거하여 비교하시오. (단, 중심 원자는 Y이다.)

3. 출제 의도

주기율표에서 유효핵전하, 원자 반지름, 이온 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 이해하는지, 또한 이를 이

용한 이온 결합성 물질의 특성 및 이온화 에너지의 주기적 경향성, 이온 반지름의 주기적 경향성에 대해 이해 할 수 있는지를 평가한다. 또한, 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론을 이용하여 제시된 분자의 구조와 각도를 구할 수 있는지를 평가한다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

		영역별 내용
제시문	적용교육과정 성취기준	과학과 교육과정[제 2015 - 74호] [12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다. [12화학 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다. [12화학 I 03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.
하위문항1	적용교육과정 성취기준	과학과 교육과정[제 2015 - 74호] [12화학 I 02-05] 주기율표에서 유효 핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 설명할 수 있다. [12화학 I 03-02] 이온 결합의 특성과 이온 화합물의 성질을 설명하고 예를 찾을 수 있다.
하위문항2	적용교육과정 성취기준	과학과 교육과정[제 2015 - 74호] [12화학 I 03-05] 원자, 분자, 이온, 화합물을 루이스 전자점식으로 표현할 수 있다. [12화학 I 03-06] 전자쌍 반발 이론에 근거하여 분자의 구조를 모형으로 나타낼 수 있다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.
 ※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	고등학교 화학 I	하윤경 외	금성출판사	2018	83- 85 99-101 104-107
	고등학교 화학 I	황성용 외	동아출판	2018	89- 95 142-144 146-150
	고등학교 화학 I	장낙한 외	상상아카데미	2018	91- 96 113-116 138-142
	고등학교 화학 I	박종석 외	비상교육	2018	80- 82 101-104 123-125
	고등학교 화학 I	최미화 외	미래엔	2018	88- 93 130-131 134-137
기타					

5. 문항 해설

문제 1)

문제 1은 주기율표에서 유효핵전하, 원자 반지름, 이온화 에너지의 주기성을 이해하는지, 또한 이를 이용한 이온 결합성 물질의 특성 중 하나인 이온 사이의 거리(결합거리)에 대한 이해를 묻는 문제이다.

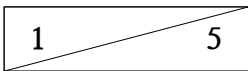
기체 상태의 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어 내는 데 필요한 에너지를 이온화 에너지라고 하며, 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소한다. 따라서 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소한다는 지식을 이용하여 주어진 원소들의 이온화 에너지 크기를 비교할 수 있는지 평가한다.

따라서 n주기, 17족 원소(X)가 가장 이온화 에너지가 크고 n+2주기, 1족 원소(C)가 가장 작은 이온화 에너지를 갖는다. 1족 원소인 C는 전자 1개를 잃어 안정한 C⁺ 이온이 되면서 옥텟 규칙을 만족하고, 비금속인 17족 원소, X는 전자 1개를 얻어 X⁻ 이온이 되면서 안정한 전자 배치를 이루게 된다. (예, n = 2인 경우, KF)

따라서 이온화 에너지 차이가 가장 큰 원소들로 이루어진 이온 결합 물질(I)의 화학식은 CX 이다.

이온 결합 물질은 양이온과 음이온이 주로 정전기적 인력으로 결합되어 있는데, 이때 이온 사이의 거리는 결합하고 있는 양이온과 음이온 각각의 이온 반지름을 합한 값으로 그 경향성을 나타낼 수 있다.

이온 반지름은 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 핵과 원자가 전자 사이의



거리가 멀어져 원자 반지름과 같이 증가한다. 다만 이온은 원자가 전자를 잃어 안정한 양이온이 되면 전자 껍질 수가 감소하므로 반지름이 작아지고, 원자가 전자를 얻어 안정한 음이온이 되면 전자 수가 많아지면서 전자 사이의 반발력이 증가하므로 반지름이 커져, 원자와 같이 일률적으로 같은 주기에서 같은 전자 껍질 수를 갖는 조건으로 비교가 어려워진다. 이러한 이유로, 원자의 동일 주기와 같은 비교를 위해서, 이온의 경우 같은 전자 껍질 수를 갖는 등전자 이온 간의 원자 번호 증가에 대한 경향성을 비교할 수 있다. 이 경우, 원자와 같이, 원자 번호가 작아질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 작아져 전자들이 원자핵 쪽으로 약하게 끌리므로 이온 반지름이 커진다고 할 수 있다.

따라서 주어진 양이온 중 $n+2$ 주기, 1족의 C^+ 가 전자 껍질 수가 가장 많은 등전자 이온 중 가장 이온 반지름이 크다고 할 수 있다. 이때 $n+1$ 주기, 16족의 음이온 Y^{2-} 가 음이온 중 가장 큰 이온 반지름을 가지므로 이들 간의 이온성 화합물이 이온 간 거리가 가장 길다고 예측할 수 있고, 양이온은 $+1$ 가, 음이온은 -2 가 로 화학식은 C_2Y 가 된다. (예, $n = 2$ 인 경우, K_2S)

따라서 이온 사이의 거리가 가장 긴 이온 결합 물질(II)은 주어진 조건에서 C_2Y 이다.

문제 2)

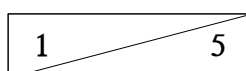
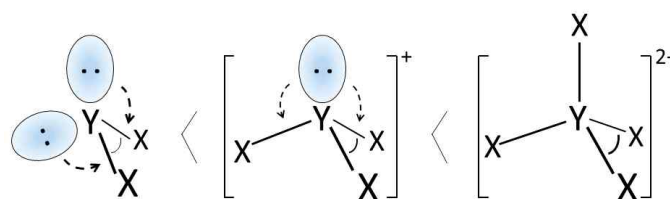
문제 2는 루이스 전자점식과 전자쌍 반발 이론을 이용하여 제시된 분자의 구조와 각도를 구할 수 있는지 평가하는 문제이다.

YX_2 분자의 루이스 전자점식을 그리면 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이게 된다.

YX_3^+ 의 루이스 전자점식을 그리면 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이게 된다.

YX_4^{2+} 의 루이스 전자점식을 그리면 4개의 공유 전자쌍으로만 이루어진 사면체 구조임을 파악할 수 있다.

중심 원자 주위에 4개의 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 각각 정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 공유 결합 분자에서 비공유 전자쌍은 한 원자의 핵에 의한 인력을 받지만, 공유 전자쌍은 두 원자의 핵에 의한 인력을 받는다. 따라서 비공유 전자쌍은 공유 전자쌍보다 주변의 공간을 더 많이 차지한다. 전자쌍이 차지하는 공간이 크면 반발력이 세게 작용한다. 즉, 비공유 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 더 크며, 이것은 분자의 구조와 결합각의 크기에 영향을 끼친다.



따라서 YX_4^{2+} 의 결합각은 109.5° 이다. 반면에, YX_3^+ 는 비공유 전자쌍이 1개 있음에 따라 109.5° 이하의 결합각을 가지며, YX_4^{2+} 는 2개의 비공유 전자쌍이 가장 큰 반발을 함에 따라 YX_3^+ 보다 결합각이 더 작아진다.

그러므로 결합각($\angle X-Y-X$)의 크기는 $YX_4^{2+} > YX_3^+ > YX_2$ 이다.

6. 채점 기준

하위 문항	채점 기준	배점
1	제시된 원소의 이온화 에너지 차이를 올바르게 설명하였는가?	1
	가장 큰, 그리고 작은 이온화 에너지를 갖는 원소를 선택하여 화학식을 제시하였는가?	1
	가장 이온반지름이 큰 음이온과 양이온을 올바르게 선택하였는가?	1
	가장 이온반지름이 큰 양이온을 선택한 이유를 논리적으로 설명하였는가?	1
	가장 이온 사이의 거리가 긴 이온성 화합물의 화학식을 정확히 제시하였는가?	1
2	공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 사이의 반발력, 전자쌍 반발 이론을 통한 올바른 기하구조를 통해 설명하였는가?	1
	결합각의 크기를 올바르게 제시하였는가?	1

※ 하위 문항이 있는 경우 칸을 나누어 채점 기준을 작성함.

※ 채점 기준은 문항의 출제의도에 대한 평가를 위한 것이어야 함.

7

7점 : A+

6점 : A

5점 : B+

4점 : B

3점 : C

2점 : D

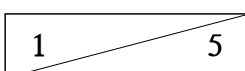
1점 : E

0점 : F

7. 예시 답안

문제 1)

이온화 에너지는 같은 주기에서는 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하가 증가하고 원자 반지름이 감소한다. 따라서 원자핵과 전자 사이의 인력이 강해지므로 이온화 에너지가 대체로 증가한다. 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 증가하여 원자핵과 전자 사이의 인력이 약해지므로 이온화 에너지가 감소한다.



따라서 n 주기, 17족 원소(X)가 가장 이온화 에너지가 크고 n+2 주기, 1족 원소(C)가 가장 작은 이온화 에너지를 갖는다.

따라서 이온화 에너지 차이가 가장 큰 원소들로 이루어진 이온 결합 물질의 화학식은 CX 이다.

이온 사이의 거리는 결합하고 있는 양이온과 음이온 각각의 이온 반지름을 합한 값으로 그 경향성을 나타낼 수 있다.

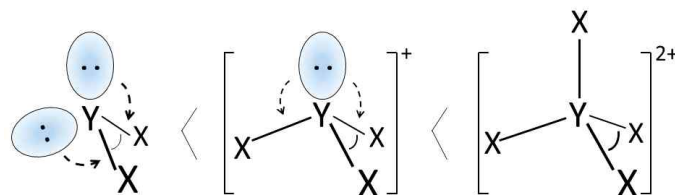
이온 반지름은 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 전자 껍질 수가 많아지고 핵과 원자가 전자 사이의 거리가 멀어져 원자 반지름과 같이 증가한다. 다만 원자가 전자를 잃어 안정한 양이온이 되면 전자 껍질 수가 감소하므로 반지름이 작아지고, 원자가 전자를 얻어 안정한 음이온이 되면 전자 수가 많아지면서 전자 사이의 반발력이 증가하므로 반지름이 커져, 원자와 같이 일률적으로 같은 주기에서 같은 전자 껍질 수를 갖는 조건으로 비교가 어려워진다. 이러한 이유로, 원자의 동일 주기와 같은 비교를 위해서, 이온의 경우 같은 전자 껍질 수를 갖는 등전자 이온 간의 원자 번호 증가에 대한 경향성을 비교할 수 있다. 이 경우, 원자와 같이, 원자 번호가 작아질수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 작아져 전자들이 원자핵 쪽으로 약하게 끌리므로 이온 반지름이 커진다고 할 수 있다.

따라서 주어진 양이온 중 n+2 주기, 1족의 C⁺가 전자 껍질 수가 가장 많은 등전자 이온 중 가장 이온 반지름이 크다고 할 수 있다. 이때 n+1 주기, 16족의 음이온 Y²⁻가 음이온 중 가장 큰 이온 반지름을 가지므로 이들 간의 이온성 화합물이 이온 간 거리가 가장 길다고 예측할 수 있고, 양이온은 +1개이고 음이온은 -2개로 화학식은 C₂Y가 된다.

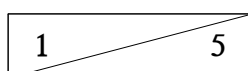
따라서 주어진 조건에서 이온 사이 거리가 가장 긴 이온 결합 물질(III)은 C₂Y 이다.

문제 2)

CX₂ 분자는 아래의 그림과 같이 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 이를 전자쌍 반발 이론에 적용하면 4개의 전자쌍이 반발을 하는 사면체 구조임을 파악할 수 있다. CX₃⁺는 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍으로 이루어져 있고, 4개의 전자쌍이 반발을 하는 사면체 구조이다. CX₄²⁺는 4개의 공유 전자쌍으로만 이루어진 사면체 구조이다.



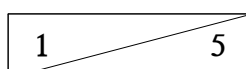
중심 원자 주위에 4개의 공유 전자쌍이 있으면 전자쌍들이 모두 동일한 반발력을 갖고 있기 때문에 각각



정사면체의 꼭짓점 위치에 놓이면서 109.5° 의 각을 이룬다. 그러나 비공유 전자쌍이 존재하면 공유 전자쌍에 비해 더 큰 반발력을 갖기 때문에 더 큰 공간을 갖게 되며, 비공유 전자쌍의 개수가 증가하면, 이들 사이의 반발력이 더 증가하여 공유 전자쌍 사이의 각도를 더욱 감소시킨다.

따라서 CX_4^{2+} 의 결합각은 109.5° 이다. 반면에, CX_3^+ 는 비공유 전자쌍이 1개 있음에 따라 109.5° 이하의 결합각을 가지며, CX_4^{2+} 는 2개의 비공유 전자쌍이 가장 큰 반발을 함에 따라 CX_3^+ 보다 더 결합각이 작아진다.

그러므로 결합각($\angle X-Y-X$)의 크기는 $CX_4^{2+} > CX_3^+ > CX_2$ 이다.



▶ 문항카드 6

[건국대학교 문항정보]

1. 일반 정보

유형	<input checked="" type="checkbox"/> 논술고사 <input type="checkbox"/> 면접 및 구술고사 <input type="checkbox"/> 선다형고사	
전형명	KU논술우수자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	과 학	
입학 모집요강에 제시한 자격 기준 과목명	자연계 A (물리학 I) / 문제 1, 문제 2	
출제 범위	과학과 교육과정 과목명	물리학 I
	핵심개념 및 용어	물질의 자성: 반자성, 상자성 전자기 유도: 렌츠의 법칙 물질의 전기전도도: 도체, 부도체
예상 소요 시간	100분	

2. 문항 및 제시문

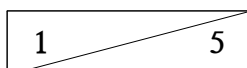
제시문

(가) 구리, 은, 알루미늄, 철과 같이 전기 전도성이 좋은 물질을 도체라 하고, 유리, 고무, 플라스틱, 종이와 같이 전기 전도성이 좋지 않은 물질을 절연체(부도체)라고 한다. 그리고 저마늄이나 실리콘과 같이 전기 전도성이 도체와 절연체 중간 정도인 물질을 반도체라고 한다.

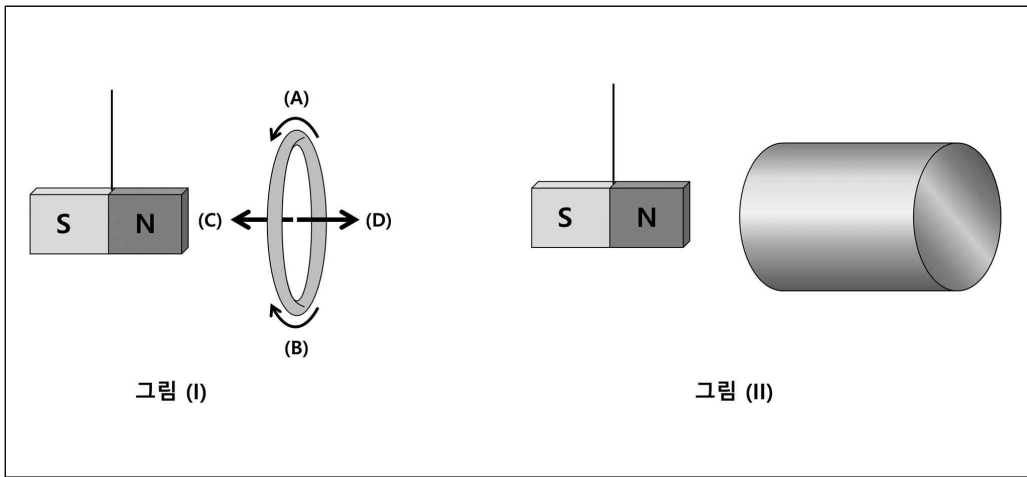
(나) 직선 전류 주위의 자기장은 도선을 중심으로 동심원이 되며, 전류의 방향을 반대로 하면 자기력선의 모양은 그대로이나 자기장의 방향은 반대가 된다. 직선 도선에 흐르는 전류를 오른손 엄지손가락이 전류 방향을 가리키도록 도선을 감아쥐면, 다른 네 손가락의 방향이 자기장의 방향을 나타낸다. 이를 앙페르의 법칙이라고 한다. 또한, 원형 도선의 자기장은 도선의 각 부분을 직선 도선의 일부분으로 보고, 앙페르의 법칙을 이용해 합해 보면 원의 중심에서 수직 방향의 자기장이 생긴다.

(다) 자석을 원형 코일에 가까이 하거나 멀리 하여 원형 코일을 통과하는 자기 선속을 변화시키면 원형 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도전류가 흐른다. 이를 렌츠의 법칙이라고 한다. 이 때, 유도전류의 세기는 원형 코일의 단면을 통과하는 자기 선속의 변화 속도에 비례한다. 이것을 패러데이 법칙이라고 한다.

(라) 원자 내 전자는 원자핵을 중심으로 원운동을 하고 있고, 이것을 전자의 궤도 운동이라고 한다. 전자의 궤도 운동은 원형 도선에 전류가 흐르는 것과 같은 효과를 나타낸다. 또한 전자는 자신의 축을 기준으로 자전하는 스핀을 가진다. 따라서 원자는 전자의 궤도 운동과 스핀에 의해 자기장을 형성하기 때문에 매우 작은 자석이라고 생각할 수 있다.



(마) 외부 자기장을 가했을 때 자성을 띠는 원자들인 원자 자석들이 외부 자기장의 방향으로 배열되어 약하게 자기화 되는 성질을 상자성이라고 한다. 종이, 백금, 알루미늄, 산소, 아연, 주석 등이 이러한 상자성을 띤다. 한편, 물질을 구성하는 각 원자들의 자기장이 너무 약하거나 0이 되어 원자 자석이 없는 상태에서 외부 자기장을 가했을 때 원자 자석이 외부 자기장의 방향과 반대 방향으로 배열되어 자기화 되는 성질을 반자성이라고 한다. 산소를 제외한 대부분의 기체, 금이나 구리 등의 몇몇 금속, 플라스틱 등이 이러한 반자성을 띤다.



문제 1

그림 (I)과 같이 실에 매달려 있는 자석에 원형 코일을 빠른 속도로 가까이 가져갔을 때 발생하는 유도전류의 방향을 (A), (B) 중에 고르고 이로 인한 자기장의 방향을 (C), (D) 중에 고르시오. 원형 코일을 원자 내 전자의 궤도라고 가정하여 물질의 자성을 이해한다고 할 때, 이상의 실험결과에 대응되는 자성을 상자성 또는 반자성 중에 선택하시오.

문제 2

그림 (II)와 같이 어떤 하나의 물질로 만든 원기둥 모양의 막대가 빠른 속도로 자석에 대해서 이동할 때와 자석 가까이에서 멈춰있을 때 자석의 움직임을 관찰하였다. 자석은 왼쪽이나 오른쪽으로 이동하거나 제자리에 멈춰있게 되는데, 세 운동 상태를 임의로 알파벳 (E), (F), 또는 (G)로 표시하였다. 원기둥을 이루는 물질 (1), (2)에 대한 실험결과가 아래의 표와 같을 때, 운동 상태 (E), (F), (G)를 결정하시오. 또한, (1)과 (2)에 해당하는 물질을 구리, 알루미늄, 종이, 플라스틱 중에서 하나씩 찾아 쓰고 제시문을 이용하여 이유를 설명하시오. 단, 공기의 흐름에 의한 효과는 무시한다.

물질	빠른 속도로 자석에 가까이 갈 때	자석 가까이에 멈춰 있을 때	빠른 속도로 자석에서 멀어질 때
(1)	(E)	(F)	(E)
(2)	(G)	(G)	(F)

3. 출제 의도

물질의 자성 중 반자성과 상자성, 전자기 유도 현상에서 렌츠의 법칙은 모든 물리학 I 교과서에 소개 되어 있다. 렌츠의 법칙을 이용하여 원형 코일에 흐르는 전류와 자기장의 방향을 묻는 문제를 출제하였다. 또한 이러한 전자기 유도와 물질의 자성(상자성, 반자성)이 결합된 상황에서 자석과의 상호작용을 물어보는 문제를 출제하였다. 이 과정에서 물질의 자성을 이해하고 전자기 유도에 의해서 발생하는 자기장과의 차이를 이해하는 평가를 하고자 하였다.

4. 문항 및 제시문의 출제 근거

가) 교육과정 근거

영역별 내용	
제시문	(가) [12물리 I 02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체 의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다.
	(나) [12물리 I 02-05] 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.
	(다) [12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.
	(라), (마) [12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.
하위문항	문제 1 [12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다. [12물리 I 02-05] 전류에 의한 자기 작용이 일상생활에서 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다. [12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다.
	문제 2 [12물리 I 02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다. [12물리 I 02-06] 자성체의 종류를 알고 자성체가 활용되는 예를 찾을 수 있다. [12물리 I 02-07] 일상생활에서 전자기 유도 현상이 적용되는 다양한 예를 찾아 그 원리를 설명할 수 있다.

※ 일반 정보 중 출제 범위 항목의 '과학과 교육과정 과목명'과 일치하여야 함.

※ 제시문 및 하위 문항별로 해당하는 교육과정 문서상의 모든 출제 근거 항목 기재

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	물리학 I	이상연 외 4인	금성출판사	2019	112, 114, 126,
	물리학 I	강남화 외 5인	천재교육	2020	131
	물리학 I	김성원 외 5인	지학사	2020	131, 133, 134
	물리학 I	송진웅 외 4인	동아출판	2020	121, 122
	물리학 I	곽영직 외 3인	(주)와이비엠	2020	119
기타					

5. 문항 해설

[문제 1]

교과서에 수록된 전자기 유도 현상을 이해하고, 렌츠의 법칙을 적용하여 유도 전류의 방향과 자기장의 방향을 평가하는 문제이다. 이를 바탕으로 물질의 자성을 이해하고 원자 자석과의 비교를 통해서 이러한 이해의 한계를 알고 있는 지 평가하였다.

[문제 2]

교과서에 실려 있는 다양한 물질의 자성에 대한 내용과 문제 1의 전자기 유도 현상을 비교하여, 원기동형 막대와 자석과의 상호작용을 통해서 원기동을 구성하는 물질의 전기적 자기적 성질을 분류할 수 있는지 평가하는 문제이다. 구체적으로 자석의 주변에서 빠르게 움직이는 경우와 멈춰있는 경우에서 각각 자기장의 발생에 미치는 영향을 종합적으로 사고하는 지 하였다. 이를 바탕으로 전기적 자기적 물성차이가 자석과의 상호작용의 차이로 이어지는 상황을 이해하고, 그 물성에 해당하는 물질을 찾아 낼 수 있는지 확인하였다.

6. 채점 기준

