

2017학년도 경북대학교 대학입학 수시모집  
**논술(AAT) 자연계열Ⅱ 문제지**  
 (의예과, 치의예과, 수의예과)

시 험 시 간	15:30 ~ 17:10 (100분)		
지원학과(부)	학과(부, 전공)		감독위원 확인
수 험 번 호			Ⓜ
성 명			

감독관의 지시가 있기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

< 수험생 유의 사항 >

- ※ 자연계열Ⅱ 문제지와 자연계열Ⅱ 답안지가 맞는지 반드시 확인(의예과, 치의예과, 수의예과)
1. 문제지 및 답안지에 지원학과(부, 전공), 수험번호, 성명을 정확하게 기입할 것[반드시 검정색 필기구(볼펜, 연필 등) 중 1가지를 계속 사용할 것]
  2. 문제지는 표지를 제외하고 6쪽(수학 2쪽, 물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학 각 1쪽)으로 구성되어 있으며, 답안지는 수학 1매, 선택과목 1매(각 2쪽)으로 구성되어 있음
  3. 과학영역(물리, 화학, 생명 과학, 지구 과학)에서 반드시 2개의 과목을 선택하여, 답안지의 해당란에 ● 표기하고 선택한 과목명을 기재하여야 함
  4. 답안지에 주어진 물음 번호에 맞추어 답안을 작성하되, 반드시 주어진 테두리 안에 답안을 작성할 것(테두리를 벗어난 부분은 채점 대상에서 제외함)
  5. 답안의 작성은 반드시 검정색 필기구(볼펜, 연필 등) 중 1가지를 계속 사용할 것
  6. 답안을 수정할 경우 지우개를 사용하거나 두 줄을 긋고 다시 작성하여야 함
  7. 답안지에 자신의 신원을 드러내거나 문제와 관계없는 내용을 기록할 경우에는 “0”점 처리함
  8. 연습지가 필요한 경우 문제지의 빈 공간을 사용할 수 있음

# 수학(문제 1)

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

이산확률변수  $X$ 가  $x_i$ 의 값을 가질 확률을  $P(X=x_i)=p_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )라고 할 때,  $x_1, x_2, \dots, x_n$ 과 확률  $p_1, p_2, \dots, p_n$  사이의 대응 관계를 확률변수  $X$ 의 확률분포라고 한다.

(1) 이산확률변수  $X$ 의 확률질량함수  $P(X=x_i)=p_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )는 다음의 성질을 만족한다.

①  $0 \leq p_i \leq 1$

②  $\sum_{i=1}^n p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n = 1$

③  $P(x_i \leq X \leq x_j) = \sum_{k=i}^j P(X=x_k) = \sum_{k=i}^j p_k$

(단,  $i, j=1, 2, \dots, n, i \leq j$ )

(2) 이산확률변수  $X$ 의 기댓값(평균)  $E(X)$ 와 분산  $V(X)$ 는

$$E(X) = m = \sum_{i=1}^n x_i p_i$$

$$V(X) = E((X-m)^2) = \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2 p_i$$

$$= E(X^2) - m^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 p_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i p_i \right)^2$$

이다.

(나)

(1) 두 함수  $y=f(u)$ ,  $u=g(x)$ 가 미분가능할 때, 합성함수  $y=f(g(x))$ 의 도함수는

$$y' = f'(g(x))g'(x)$$

이다.

(2) 미분가능한 함수  $f(x)$ 의 역함수  $f^{-1}(x)$ 가 존재하고 미분가능할 때, 함수  $f^{-1}(x)$ 의 도함수는

$$(f^{-1})'(x) = \frac{1}{f'(f^{-1}(x))} \quad (\text{단, } f'(f^{-1}(x)) \neq 0)$$

이다.

(다)

함수  $f(x)$ 가 구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때,

$$\frac{d}{dx} \int_a^x f(t) dt = f(x)$$

이다. (단,  $a < x < b$ )

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

**[1-1]**

이산확률변수  $X$ 의 확률분포를 표로 나타내면 다음과 같다.

$X$	-1	0	1	2	3	합계
$P(X=x)$	$r$	$\frac{5}{24}$	$s$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{12}$	1

(가)를 이용하여 다음의 물음에 답하시오.

(1)  $E(X^2)$ 의 값을 구하시오. (15점)

(2)  $E(X) = \frac{13}{12}$ 일 때,  $r$ 와  $s$ 의 값을 구하시오. (15점)

(3) 분산  $V(X)$ 의 최댓값을 구하고 그 때의  $r$ 와  $s$ 의 값을 구하시오. (30점)

**[1-2]**

미분가능한 두 함수  $f(x)$ ,  $g(x)$ 가 다음 조건을 만족시킨다.

[조건 1] 함수  $f(x)$ 의 역함수  $f^{-1}(x)$ 가 존재하고 미분가능하다.

[조건 2]  $g(0) = f(1)$ 이고  $f'(1) = \frac{1}{3}$ 이다.

[조건 3]  $x > -1$ 인 모든 실수  $x$ 에 대하여

$$f^{-1}(g(x)) + 2g(x) = 2 \sin x + e^{1-x} \int_{-1}^x |e^t - 1| dt + \frac{1}{2}$$

이다.

(1)  $g(0)$ 의 값을 구하시오. (10점)

(2) (나)와 (다)를 이용하여 미분계수  $g'(0)$ 의 값을 구하시오.

(30점)

## 수학(문제 2)

[2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

미분가능한 함수  $y=f(x)$ 의 그래프 위의 점  $(a, f(a))$ 에서의 접선의 방정식은

$$y = f'(a)(x - a) + f(a)$$

이다.

(나)

함수  $f(x)$ 가 구간  $[a, b]$ 에서 연속일 때, 곡선  $y=f(x)$ 와  $x$ 축 및 두 직선  $x=a, x=b$ 로 둘러싸인 도형의 넓이  $S$ 는

$$S = \int_a^b |f(x)| dx$$

이다.

(다)

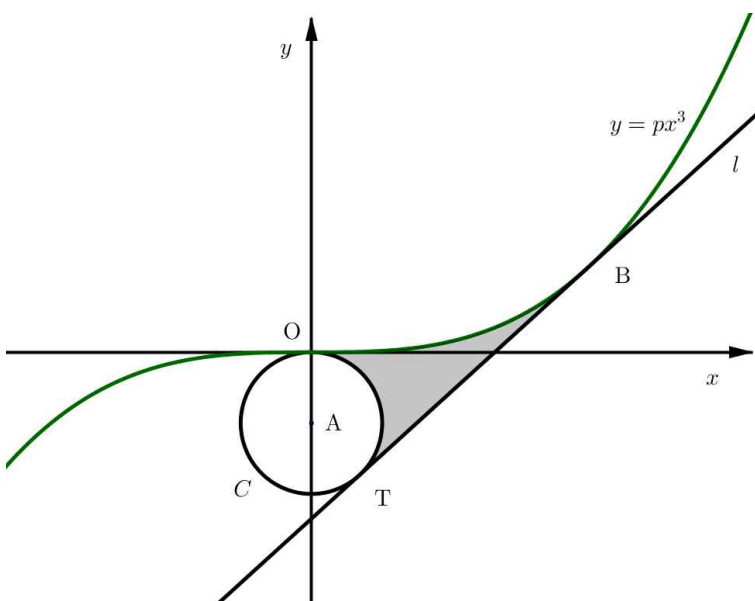
각  $\theta_1, \theta_2$ 에 대하여

$$\tan(\theta_1 - \theta_2) = \frac{\tan \theta_1 - \tan \theta_2}{1 + \tan \theta_1 \tan \theta_2}$$

가 성립한다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

곡선  $y = px^3$  ( $0 < p \leq \frac{4\sqrt{3}}{9}$ )과 중심이  $A(0, -1)$ 이고 반지름의 길이가 1인 원  $C$ 가 있다. 곡선  $y = px^3$  위의 점  $B(a, pa^3)$ 에서의 접선  $l$ 이 원  $C$ 와 접하는 점을  $T$ 라 하자. (단,  $a \neq 0$ 이고  $O$ 는 원점이다.)



**【2-1】**

곡선  $y = px^3$  위의 점  $B$ 에서의 접선  $l$ 이  $x$ 축과 만나는 점을  $D$ 라 하고, 직선  $l$ 이  $x$ 축의 양의 방향과 이루는 각의 크기를  $\alpha$ 라 하자.

$\tan \alpha = \sqrt{15}$ 일 때, (가)를 이용하여  $\frac{BD}{DT}$ 의 값을 구하시오.

(20점)

**【2-2】**

다음은  $a = \frac{3+3\sqrt{2}}{2}$ 일 때, 곡선  $y = px^3$  ( $0 \leq x \leq a$ )과 직선  $l$  및 부채꼴  $OAT$ 의 호  $OT$  (단,  $0 < \angle OAT < \pi$ )로 둘러싸인 도형의 넓이  $S$ 를 구하는 과정이다.

(1) (가)를 이용하여  $a$ 와  $p$  사이의 관계식을 구하면 아래와 같다.

$$a^3 - \textcircled{1}a - \frac{1}{p} = 0$$

①에 들어갈 유리수를  $\frac{s}{r}$  꼴로 쓸 때,  $r+s$ 의 값을 구하시오.

(단,  $r, s$ 는 서로소인 자연수이다.) (25점)

(2) **【2-2】** (1)의 관계식과 (나)를 이용하여 넓이  $S$ 를 구하면

$$S = \textcircled{2} + \textcircled{3}\sqrt{2} - \frac{3}{8}\pi$$

이다. ②와 ③에 들어갈 유리수를 구하시오. (25점)

**【2-3】**

$p = \frac{4\sqrt{3}}{9}$ 일 때, 곡선  $y = px^3$ 과 원  $C$ 에 동시에 접하는 직선이 두 개 있다. 이 두 직선을  $l_1, l_2$ 라 할 때,  $l_1, l_2$ 가 이루는 예각의 크기를  $\theta$ 라 하자. (다)를 이용하여  $\tan \theta$ 의 값을 구하시오. (단, 직선  $l_1$ 과  $l_2$ 의 기울기는 모두 0이 아니다.) (30점)

# 물리

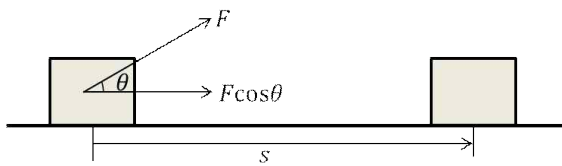
[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

물체에 힘을 가해 물체가 이동했을 때 힘이 물체에 일을 했다고 한다. 힘  $F$ 의 방향과 물체의 이동 방향이 일치하지 않으면 물체에 한 일의 양  $W$ 는 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$W = F \cos \theta \times s = Fs \cos \theta$$

여기에서  $s$ 는 이동 거리,  $\theta$ 는 힘의 방향과 이동 방향 사이의 각이며  $F \cos \theta$ 는 물체가 이동한 방향으로의 힘의 크기이다. 일의 단위는 J(줄)이며,  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$ 이다.



(나)

퍼텐셜 에너지는 물체가 어떤 특정한 위치에서 힘을 가해 기준이 되는 위치로 돌아갈 때까지 힘이 한 일로서 일을 할 수 있는 에너지이다. 통상적으로 기준이 되는 위치를 퍼텐셜 에너지가 0인 지점으로 정한다.

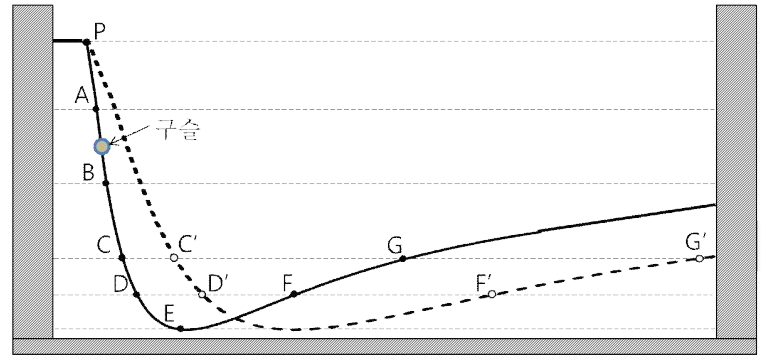
예를 들어 지표면에서 높이  $h$ 인 곳에 있는 질량  $m$ 인 물체에 중력이 일을 하여 지표면으로 수직 이동하면 마찰과 공기 저항이 없을 때 그 일의 양은  $W = mgh$  ( $g$ 는 중력 가속도)이다. 한편, 퍼텐셜 에너지는 지표면에서 높이  $h$ 인 곳에서 지표면으로 오는 동안  $mgh$  만큼 줄어들어 퍼텐셜 에너지의 변화량은  $-mgh$ 가 된다. 따라서 한 물체에 주어진 일의 양은 퍼텐셜 에너지의 음의 변화량과 같다. 이처럼 높이  $h$ 인 곳에서 물체를 가만히 놓아주면 물체는 정지 상태로부터 퍼텐셜 에너지가 작아지는 방향인 지표면으로 떨어지게 된다.

(다)

물체에 일을 하면 물체는 운동을 하거나 위치가 바뀐다. 물체가 운동함으로써 운동 에너지를 가지며, 물체의 위치가 달라짐으로써 퍼텐셜 에너지가 달라진다. 역학적 에너지는 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지의 합으로 정의된다. 운동 에너지와 퍼텐셜 에너지는 운동하는 동안 서로 전환된다. 즉, 역학적 에너지는 마찰이나 공기 저항이 없을 때 늘 일정하다. 이것을 역학적 에너지 보존 법칙이라고 한다.

※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

[그림 1]과 같이 구부린 철사에 질량이  $2 \text{ kg}$ 인 구슬의 중심을 꿰어 움직이게 하였다. 철사는 지면에 수직인 평면에 위치해 있고 양 끝은 벽에 고정되어 있다. [표 1]은 각 구간의 철사의 길이를 나타낸 것이다. [표 2]는 각 지점의 퍼텐셜 에너지를 나타낸 것이다. 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.



[그림 1]

[표 1]

구간	PA	AB	BC	CD	DE	EF	FG
구간길이(m)	8	10	10	5	8	14	14

[표 2]

지점	A	B	C	D	E	F	G
퍼텐셜 에너지(J)	300	200	100	50	0	50	100

**[1-1]**

구슬을 G에 가만히 놓았다.

(1) 구슬이 P에 가장 가까이 접근할 수 있는 위치를 [그림 1]에서 구하고 그 이유를 (나)와 (다)에 근거하여 설명하시오. (15점)

(2) 구슬이 P에 가장 가까이 접근한 후, 시간이 지남에 따라 어떤 운동을 하는지 기술하시오. (15점)

**[1-2]**

B에서  $25 \text{ J}$ 의 운동 에너지를 갖는 구슬이 C로 이동한다. 구간 BC에서 일정한 가속도로 움직인다면, 구슬의 가속도의 크기와 걸린 시간을 구하시오. (30점)

**[1-3]**

(1) C에서  $10 \text{ J}$ 의 운동 에너지를 갖는 구슬이 D 방향으로 이동한다. C에서 D까지 이동할 때 걸리는 시간  $t_1$ 과 E에서 G까지 이동할 때 걸리는 시간  $t_2$ 의 비율  $\frac{t_2}{t_1}$ 를 구하시오. (단, 구간 CD와 FG는 모두 직선이라고 가정한다.) (20점)

(2) [그림 1]의 점선과 같이 철사의 모양을 바꾸었다. 바꾼 결과 각 지점의 퍼텐셜 에너지 값은 유지되고 각 구간의 길이가  $\alpha$ 배로 증가하였다. C에서  $10 \text{ J}$ 의 운동 에너지를 갖는 구슬이 D' 방향으로 이동한다. C에서 D'까지 이동할 때 걸리는 시간  $t_1'$ 과 F'에서 G'까지 이동할 때 걸리는 시간  $t_2'$ 의 비율  $\frac{t_2'}{t_1'}$ 을 구하시오. (단, 구간 C'D'과 F'G'은 모두 직선이라고 가정한다.) (20점)

# 화학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

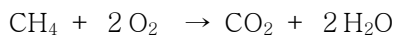
원자량은 탄소의 질량을 12로 정하고 이를 기준으로 환산한 원자들의 상대적 질량값이다. 탄소의 원자량이 12일 때 수소의 원자량은 약 1, 산소의 원자량은 약 16이 된다. 이는 수소 원자의 질량이 탄소 원자 질량의 약  $\frac{1}{12}$ 이고, 산소 원자의 질량은 수소 원자 질량의 약 16배라는 것을 의미한다. 원자량은 상대적인 값이므로 g이나 kg과 같은 단위를 붙이지 않는다. 몇 개의 원자가 결합하여 이루어진 분자는 질량이 매우 작으므로, 분자의 질량도 원자량과 같은 기준을 사용하여 상대적 질량으로 나타낸다. 분자의 상대적 질량을 분자량이라고 한다.

화학식은 화합물의 조성을 원소 기호를 이용하여 나타낸 것으로, 실험식과 분자식이 있다. 실험식은 화합물을 이루는 구성 원소의 원자 개수 비율을 가장 간단한 정수비로 나타내고, 분자식은 한 분자를 이루는 각 원자의 총 개수로 나타낸다. 실험식을 구하기 위한 방법으로 원소 분석 실험을 이용할 수 있다. 원소 분석 실험 장치를 이용하여 각 성분 원소의 질량을 구한 다음, 각각의 원자량으로 나누어 가장 간단한 정수비로 나타내면 실험식을 구할 수 있다.

(나)

원자와 같이 매우 작은 입자의 수량을 나타내기 위한 단위로 몰을 이용한다. 1몰은  $6.02 \times 10^{23}$ 개 입자의 집단이며, 이 수를 아보가드로수라고 한다. 분자의 몰수를 알면 그 분자를 구성하고 있는 원자의 몰수도 알 수 있다. 물 분자 1몰에는 수소 원자 2몰과 산소 원자 1몰이 들어있다. 원자 1몰의 질량은 원자량에 그램(g)을 붙인 질량과 같으며, 이와 마찬가지로 분자 1몰의 질량은 분자량에 그램(g)을 붙인 질량과 같다.

화학 반응식에서 각 물질의 계수비는 반응에 참여한 물질의 분자 수비와 몰수비를 나타낸다. 즉, 다음 반응식에서는 1몰의 메테인 기체와 2몰의 산소 기체가 반응하여 1몰의 이산화 탄소와 2몰의 물이 생성됨을 알 수 있다.



(다)

산의  $\text{H}^+$  과 염기의  $\text{OH}^-$  이 만나 물이 생성되는 반응을 중화 반응이라고 한다. 산-염기가 중화될 때  $\text{H}^+$  과  $\text{OH}^-$  이 반응하여 물이 생성되고, 산의 음이온과 염기의 양이온이 만나 염이 생성된다.

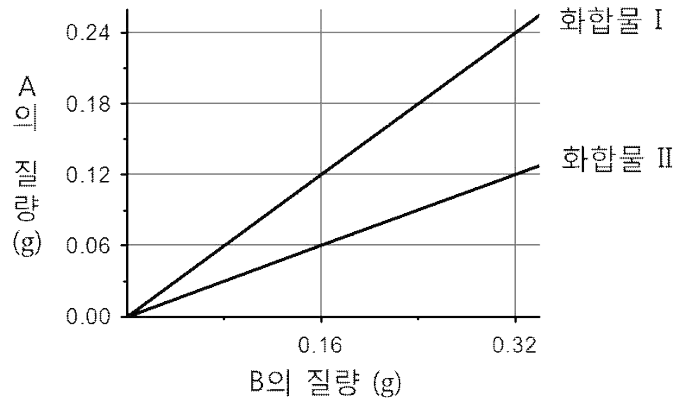
※ 모든 문항에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

**【1-1】**

4.2 g의 프로펜( $\text{C}_3\text{H}_6$ )을 완전 연소시킬 때 생성되는 이산화 탄소와 물의 질량을 (가)와 (나)에 근거하여 구하시오. (단, 원자량은  $\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16$ 으로 가정한다.) (20점)

**【1-2】**

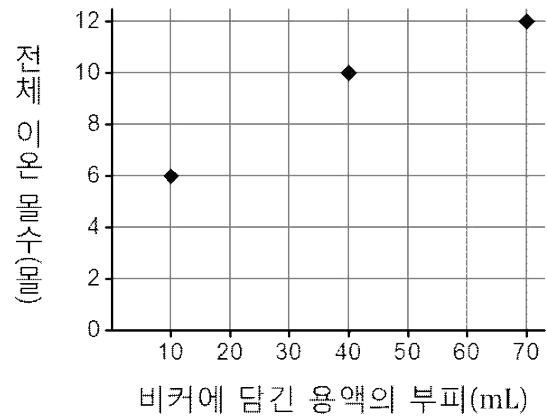
다음은 임의의 원소 A와 B가 반응하여 생성된 화합물 I과 화합물 II에서 A와 B의 질량 관계를 각각 나타낸 것이다.



(가)와 (나)에 근거하여, 5몰의 화합물 II를 생성하기 위해 필요한 화합물 I과  $\text{B}_2$ 의 최소 몰수를 구하시오. (단, A와 B의 원자량 비는  $\text{A} : \text{B} = 3 : 4$ 이고, 화합물 I과 화합물 II 각각의 실험식과 분자식은 동일하다.) (30점)

**【1-3】**

다음은 질산 수용액 10 mL가 담긴 비커에 수산화 나트륨 수용액 30 mL와 염산 수용액 30 mL를 순서대로 서서히 첨가할 때, 세 지점에서 비커에 담긴 용액의 부피에 따른 전체 이온 몰수를 나타낸 것이다. (단, 용액의 부피는 혼합 전 각 용액 부피의 합과 같으며, 모든 염은 수용액에서 이온 상태로 존재한다고 가정한다.)



(1)  $\text{H}^+$  과  $\text{OH}^-$  의 몰수가 같아졌을 때, 비커에 담긴 용액의 부피는 얼마인지 (나)와 (다)에 근거하여 구하시오. (30점)

(2) 비커에 담긴 용액의 부피(10 mL에서 70 mL까지)에 따른 전체 이온 몰수를 나타내는 실선 그래프를 그리시오. (20점)

# 생명 과학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

생물은 체내·외 환경의 변화에 적절하게 반응하여 체내 환경을 일정하게 유지한다. 이러한 항상성은 신경계와 호르몬의 상호 작용에 의해 조절된다. 신경계에 의한 조절은 시냅스 구조를 통한 신경 세포(뉴런)의 직접적인 전기·화학적 신호 전달 과정으로 빠르고 반응도 즉각적이다. 호르몬에 의한 조절은 혈관을 통해 특정 생체 부위로 이동하는 호르몬의 농도에 맞춰 기능하기에 신경 세포의 신호보다 느리고 효과 지속 시간이 길다.

(나)

호르몬은 체내에서 미량으로 생리작용을 조절하는 화학 물질로, 주로 내분비샘에서 생성되며 별도의 분비관 없이 혈관으로 분비되어 이동하다가 특정 조직이나 기관에 작용한다. 이때 특정 호르몬에 반응하는 기관(세포)을 표적 기관(세포)이라고 한다. 특정 호르몬의 지속적인 결핍 혹은 과다 분비로 인해 여러 가지 이상 증상이 나타난다. 그러므로 생명 현상을 정상적으로 유지하기 위해서는 적절한 호르몬 분비와 작용이 이루어져야 한다.

항상성 유지는 대부분 음성 피드백과 길항 작용에 의해 이루어진다. 음성 피드백 작용은 신체의 생리 기능이나 체액의 성분이 좁은 범위 내에서 유지되도록 하며 갑작스러운 변화를 막는 데 목적이 있다. 음성 피드백의 대표적인 예로 갑상샘에서 분비되는 티록신이 있다. 증가된 티록신은 물질대사 촉진과 함께 시상 하부와 뇌하수체 전엽에 작용하여 티록신 생성을 담당하는 호르몬들의 분비를 조절함으로써 티록신 농도가 계속 증가하는 것을 막는다. 길항 작용도 항상성을 유지하는 데 중요한 역할을 한다. 교감 신경이 작용하면 호흡이 증가하고 맥박이 빨라지지만, 부교감 신경이 작용하면 호흡과 맥박이 안정된 상태로 된다. 이와 같이 길항 작용은 서로 반대되는 두 가지 요인이 한 기관에 분포하면서 서로의 효과를 상황에 따라 억제하여 그 기관의 기능을 일정하게 유지하는 원리를 말한다. 혈당량 조절을 위해 이자에서 분비되는 호르몬들의 생성 변화도 중요한 길항 작용의 예이다.

(다)

인체는 외부 기온에 관계없이 체온을 약 36.5℃(35.8~38.2℃)로 유지한다. 체온은 간뇌 시상 하부에 의해 조절을 받는 자율 신경계와 특정 호르몬들의 작용을 통해 유지되며, 몸의 열 발생량과 방출량에 의해 조절된다. 추운 겨울철에 체온이 정상 이하로 내려가면 시상 하부가 이를 감지하여 교감 신경이 활성화 되고, 이를 통해 심장 박동이 촉진되고 피부 근처의 혈관 수축을 유도하여 몸의 열 발생량은 늘리고 방출량은 줄인다. 이와 함께 부신 속질의 에피네프린(아드레날린)과 갑상샘의 티록신 분비가 증가되어 심장 박동과 물질대사량을 높이고 열 발생을 촉진함으로써 체온이 올라간다. 반대로 더운 여름철에 체온이 올라가면 시상 하부의 체온 조절 중추에 자극이 전달되어 교감 신경 작용 완화, 부교감 신경 활성화, 티록신 분비 억제 등이 일어난다. 이로 인해 피부 모세혈관의 확장, 땀 분비 촉진, 심장 박동 및 물질대사의 억제가 일어나 체온이 낮아진다.

【1-1】

(가)에 근거하여 신경 세포의 신호 전달 방법과 호르몬의 신호 전달 방법의 차이점을 서술하고, 어떤 신호 전달 방법이 더 넓은 작용 범위를 나타내는지 설명하시오. (25점)

【1-2】

(나)를 참고하여 다음 문항에 답하시오.

(1) 체내의 티록신 농도가 높을 때 시상 하부와 뇌하수체 전엽에서 음성 피드백 현상으로 나타날 수 있는 호르몬들의 변화를 설명하시오. (20점)

(2) 장시간 식사를 하지 않았거나 심한 운동을 하여 체내 혈당량이 감소하였을 때 이자에서 생성이 증가하는 호르몬의 이름을 쓰고, 이 호르몬이 간에서 작용하는 기능을 설명하시오. 또 이와 함께 혈당량 감소로 활성화 되는 자율 신경계의 변화를 서술하고 이자로 분비가 증가되는 신경 전달 물질의 이름을 쓰시오. (30점)

【1-3】

운동 후 체온이 39.0℃로 변화했다. 이때 체내에서 일어나는 자율 신경계 및 호르몬의 변화를 (다)에 근거하여 설명하시오. (25점)

# 지구 과학

[1] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

(가)

지구는 태양으로부터 받은 복사 에너지만큼 지구 복사 에너지를 우주 공간으로 방출하여 복사 평형을 이룬다. 대기 중에 존재하는 온실 기체는 입사하는 태양 복사 에너지를 투과시키는 반면, 지표가 방출하는 적외선 복사 에너지를 흡수하여 지표와 우주 공간으로 재복사한다. 그 결과 대기 중 온실 기체는 온실 기체가 없을 때보다 지표에 도달하는 복사 에너지를 증가시킴으로써 지표의 온도를 높인데, 이를 온실 효과라고 한다. 대표적인 온실 기체로는 수증기, 이산화 탄소, 메테인 등이 있다. 인간의 인위적인 활동은 산업 혁명 이후 대기 중 이산화 탄소 양을 빠르게 증가시켰고, 이는 대기의 온실 효과를 증대시켜 지표 부근의 기온을 상승시켰다. 화석 연료의 사용과 산업 활동은 다양한 대기 오염 물질을 대기로 배출하고 있다. 대기 오염 물질에는 질소 산화물, 황 산화물, 오존 등의 기체상 물질과 미세 먼지 같은 입자상 물질이 있다. 미세 먼지는 태양 복사 에너지를 반사시킴으로써 지표 부근의 기온에 영향을 미친다.

(나)

미세 먼지는 대기로 직접 배출되거나 대기 중에서 화학 반응을 통해 형성된다. 강수가 없는 경우에 크기가 작은 미세 먼지는 낙하 속도가 작기 때문에 장시간 대기에 머무를 수 있다. 그러나 강수가 있는 경우에 미세 먼지는 강수에 포함되어 지면으로 내려와 대기 중에서 쉽게 제거된다. 그러므로 강수가 발생하는 대류권에서 미세 먼지가 대기 중에서 머무는 시간은 평균 수 일 이내로 짧다. 한편, 대기로 배출된 이산화 탄소는 바람을 타고 이동하다가 바닷물에 용해되거나 광합성 과정에서 제거된다. 이산화 탄소가 대기 중에 머무는 시간은 약 3~4년이다.

(다)

기후변화에 관한 정부 간 패널(IPCC) 4차 보고서는 대기의 온도와 이산화 탄소의 양이 증가함에 따라 바닷물의 온도와 바닷물에 용해된 이산화 탄소의 양 역시 증가한다고 보고하였다. 이와 같은 대기과 바닷물의 이산화 탄소 분포 양상이 나타나는 이유는 대기과 바닷물간의 상호작용 때문이다. 대기 중 이산화 탄소가 바닷물에 용해되면 바닷물에 이산화 탄소의 양이 많아지게 된다. 바닷물에 용해된 이산화 탄소는 순차적으로 탄산( $H_2CO_3$ ), 탄산수소 이온( $HCO_3^-$ ), 탄산 이온( $CO_3^{2-}$ )으로 변화될 수 있다. 해양 광합성 생물은 바닷물에 용해된 이산화 탄소를 흡수해 유기 화합물로 전환하고, 생물체가 죽으면 탄소는 해저 바닥에 가라앉아 탄산염을 형성한다. 결국 해양은 이산화 탄소의 저장고 역할을 하면서 대기 중 이산화 탄소의 양을 조절한다. 하지만 인간의 활동으로 인해 대기 중 이산화 탄소 양이 상당히 높아져 대기과 해양에 존재하는 이산화 탄소의 균형 상태가 무너지고 있으며, 이로 인하여 지구 환경의 급격한 변화가 일어나고 있다.

【1-1】

대기 중 이산화 탄소 농도 증가에 따른 온난화는 전 지구적으로 나타나지만 대류권의 미세 먼지가 지표 부근의 기온에 미치는 영향은 국지적으로 나타난다. 이와 같이 이산화 탄소와 미세 먼지의 영향이 나타나는 공간적인 범위가 다른 이유를 (나)에 근거하여 설명하시오. (30점)

【1-2】

인간의 인위적인 활동을 통해 대기 중 이산화 탄소의 양이 현재의 2배로 증가된다고 가정하였을 때 바닷물의 pH 변화를 (다)에 근거하여 설명하시오. (40점)

【1-3】

바닷물에 용해된 이산화 탄소의 양이 바다가 품을 수 있는 최대량에 가까워질 때 지구 온난화가 가속화되는 이유를 (가)와 (다)를 참고하여 설명하시오. (30점)