

2015학년도 경북대학교 대학입학전형 수시모집
AAT 자연계열 II 문제지

시 험 시 간	15:30 ~ 17:10 (100분)									
지원학과(부)	학과(부, 전공)	감독위원 확인								
수험번호	<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> <td style="width: 12.5%;"></td> </tr> </table>									
성명										

감독관의 지시가 있기 전까지 표지를 넘기지 마시오.

< 수험생 유의 사항 >

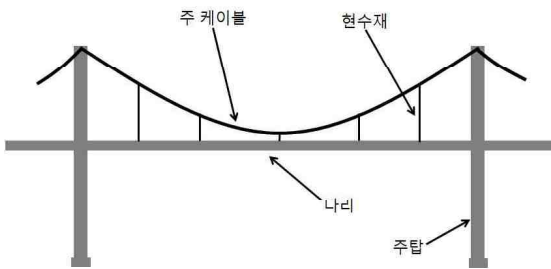
※ 자연계열 II 문제지와 자연계열 II 답안지가 맞는지 확인할 것

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

수 학 (문제 1)

【제시문 1】

우리나라에는 광안대교, 남해대교, 인천대교 등 다양한 현수교가 있다. 이러한 현수교의 구조는 [그림 1]과 같이 주탑, 주탑을 잇는 주 케이블, 주 케이블에 연결되어 있는 현수재 그리고 현수재와 주탑에 지지되어 있는 다리로 이루어져 있다. 주 케이블의 모양은 다리의 하중, 주 케이블의 길이, 주탑 사이의 간격, 현수재 사이의 간격 등에 의하여 결정되며, 현수재의 유무에 따라 이차곡선 모양 혹은 $\frac{1}{2}(e^t + e^{-t})$ 와 같은 현수선함수의 곡선 모양을 가진다.



[그림 1]

【제시문 2】

구간 $[-a, a]$ 에서 정의된 세 이차함수 $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ 의 그래프가 [그림 2]와 같을 때

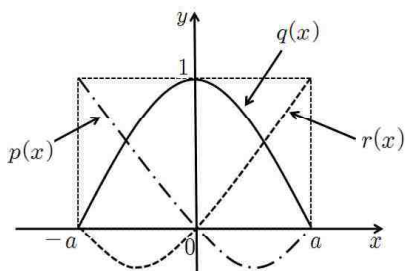
$$p(x) = \frac{1}{2a^2}x(x-a), \quad q(x) = -\frac{1}{a^2}(x^2 - a^2), \quad r(x) = \frac{1}{2a^2}x(x+a)$$

이다. 단, $a > 0$ 이다.

구간 $[-a, a]$ 에서 정의된 모든 이차함수 $f(x)$ 는 세 이차함수 $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ 를 사용하여 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f(x) = Lp(x) + Mq(x) + Nr(x)$$

여기서 L, M, N 은 상수이다.



[그림 2]

【제시문 3】

구간 $[a, b]$ 에서 정의된 함수 $f(x)$ 가 연속인 도함수를 가질 때, 이 구간에서 그래프 $y=f(x)$ 의 길이는 정적분

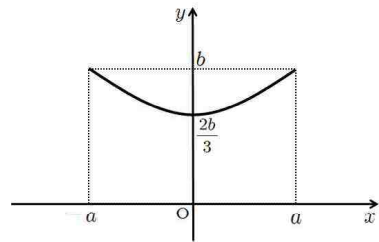
$$\int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$$

로 계산할 수 있다.

※ 모든 물음에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【물음 1】

【제시문 1】의 현수교에서 두 주탑 사이의 주 케이블의 곡선이 아래 그림과 같이 두 점 $(-a, b)$, (a, b) 를 지나고 꼭짓점이 $(0, \frac{2b}{3})$ 인 이차함수 $f(x)$ 라고 가정하자. 【제시문 2】에 근거하여, 함수 $f(x)$ 를 $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ 를 사용하여 표현하시오. 단, 그림에서 0는 원점이고 $a, b > 0$ 이다. (30점)

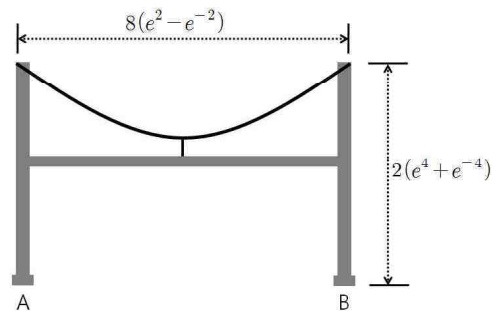


【물음 2】

적분변수 x 를 【제시문 1】에서 주어진 현수선함수의 도함수 꼴로 치환하여, 정적분 $\int_0^{\frac{1}{2}(e^a - e^{-a})} \sqrt{x^2 + 1} dx$ 를 구하시오. 단, $a \neq 0$ 이다. (30점)

【물음 3】

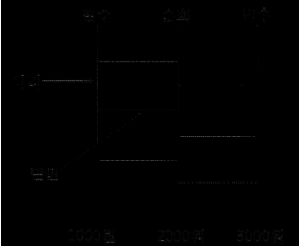
아래 그림과 같이 높이가 $2(e^4 + e^{-4})$ 인 주탑 A, B의 중간에 다리가 있고, 다리의 중간에 높이가 2인 하나의 현수재가 사용된 현수교가 있다고 가정하자. 주 케이블이 이차곡선 모양이고 다리의 길이가 $8(e^2 - e^{-2})$ 라고 할 때, 주 케이블의 길이를 【제시문 1】 【제시문 2】 【제시문 3】을 사용하여 구하시오. 단, 다리, 주탑, 주 케이블, 현수재의 두께는 무시한다. (40점)



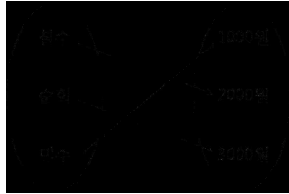
수 학 (문제 2)

【제시문 1】

철수, 순희, 민수는 간식을 사먹기 위하여 [그림 1]과 같이 다리가 3개인 사다리타기를 하여 간식 값으로 각각 2000원, 3000원, 1000원을 지불하였다. 이 지불 관계를 함수로 나타내면 [그림 2]의 일대일 대응이 된다.



[그림 1]



[그림 2]

일반적으로 다리가 n 개인 사다리타기 도형은 원소의 개수가 n 인 두 집합 사이의 일대일 대응을 만들어 준다. 역으로, 원소의 개수가 n 인 두 집합 사이의 일대일 대응이 주어지면 이에 상응하는 사다리타기 도형을 만들 수 있다.

위의 일대일 대응에 상응하는 사다리타기 도형을 만드는 과정을 간단히 소개한다. 먼저 [그림 1]과 같이 위쪽과 아래쪽에 차례대로 각각 철수, 순희, 민수와 1000원, 2000원, 3000원이 표시된 다리를 배열한다. 철수가 2000원에 대응되도록 발판을 놓아 사다리를 만든다. 만들어진 사다리에서 순희가 3000원에 대응되는지 먼저 확인하고, 대응되어 있지 않으면 같은 방법으로 순희가 3000원에 대응되도록 이미 놓여진 발판보다 위쪽에 발판을 놓아 사다리를 만든다. 이렇게 만들어진 사다리타기 도형은 민수를 1000원에 대응시키게 되어 원하는 사다리타기 도형을 얻을 수 있다.

【제시문 2】

정다각형 또는 정다면체의 대칭성을 이용하여 여러 가지 일대일 대응을 만들 수 있다. 정사각형의 중심을 기준으로 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 만큼 정사각형을 회전하여 만들어지는 4가지 정사각형 $R_0, R_{90}, R_{180}, R_{270}$ 과 정사각형을 수평선(H), 수직선(V), 두 대각선(D, A)에 대하여 대칭이동하여 만들어지는 4가지 정사각형 R_H, R_V, R_D, R_A 를 [그림 3]과 같이 얻을 수 있다.



[그림 3]

이러한 회전 혹은 대칭이동을 이용하여, 원래 정사각형의 각 꼭짓점에 새로운 정사각형의 꼭짓점을 대응시키는 일대일 대응을

얻을 수 있다. 대각선 A 에 대한 대칭이동에 의하여 만들어지는 일대일 대응 $R_A: \{1, 2, 3, 4\} \rightarrow \{1, 2, 3, 4\}$ 는

$$R_A(1) = 3, R_A(2) = 2, R_A(3) = 1, R_A(4) = 4$$

이다.

※ 모든 물음에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【물음 1】

함수 $f: \{1, 2, 3, 4\} \rightarrow \{1, 2, 3, 4\}$ 가 $f(1) = 4, f(2) = 2, f(3) = 3, f(4) = 1$ 인 일대일 대응일 때, 【제시문 1】을 참고하여 함수 f 에 상응하는 사다리타기 도형을 만드시오. 단, 위쪽과 아래쪽에 각각 1, 2, 3, 4의 번호가 표시된 4개의 다리를 왼쪽부터 차례대로 배열하고 6개 이하의 발판을 사용하시오. (20점)

【물음 2】

아래 그림과 같이 정사면체 $ABCD$ 의 꼭짓점 B 와 삼각형 ACD 의 무게중심 M 을 지나는 직선을 l 이라고 하자. 정사면체 $ABCD$ 를 직선 l 을 축으로 아래 그림과 같이 화살표 방향으로 120° 만큼 회전한다.



(1) 【제시문 1】 【제시문 2】를 참고하여 원래 정사면체의 각 꼭짓점에 위의 회전에 의하여 얻어진 새로운 정사면체의 꼭짓점을 대응시키는 일대일 대응을 구하시오. (20점)

(2) 【물음 2】의 (1)에서 구한 일대일 대응에 상응하는 사다리타기 도형을 【제시문 1】을 참고하여 구하시오. 단, 위쪽과 아래쪽에 각각 A, B, C, D 가 표시된 4개의 다리를 왼쪽부터 차례대로 배열하고 5개 이하의 발판을 사용하시오. (20점)

【물음 3】

【제시문 1】을 참고하여 2 이상의 모든 자연수 n 에 대하여 함수 $f: \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \rightarrow \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ 이 일대일 대응일 때, 함수 f 에 상응하는 사다리타기 도형이 존재함을 수학적 귀납법으로 보이시오. 단, 사다리타기 도형에서 위쪽과 아래쪽에 각각 a_1, a_2, \dots, a_n 과 b_1, b_2, \dots, b_n 이 표시된 n 개의 다리를 왼쪽부터 차례대로 배열한다. (40점)

물 리

【제시문 1】

저항값이 R 인 저항에 걸린 전압을 V , 흐르는 전류의 세기를 I 라고 할 때, $V=IR$ 의 관계가 성립한다. 저항값이 각각 R_A, R_B 인 두 저항 A, B를 직렬로 연결할 경우 합성 저항값은 $R_A + R_B$ 이고, 병렬로 연결할 경우 합성 저항값은 $\frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$ 이다.

전압이 V_a, V_b 인 전지 a, b가 포함되어 있는 임의의 회로에서, 특정 전기소자에 흐르는 전류의 세기 I 는 다음과 같은 방법으로 구할 수 있다. 먼저 $V_b = 0$ 이라고 가정하고 V_a 에 의해서 전기소자에 흐르는 전류의 세기 I_a 를 구한다. 이때 전지 b는 저항이 0인 도선과 같다. 마찬가지로 $V_a = 0$ 이라고 가정하고 V_b 에 의해서 전기소자에 흐르는 전류의 세기 I_b 를 구한다. 이 전기소자에 흐르는 전류의 세기 I 는 $I_a + I_b$ 가 된다. 예를 들어 [그림 1]의 회로에서 저항에 흐르는 전류의 세기는 전압 V_a 에 의한 전류 0.5A와 전압 V_b 에 의해 반대방향으로 흐르는 전류 -0.5A를 더해 0이 된다.

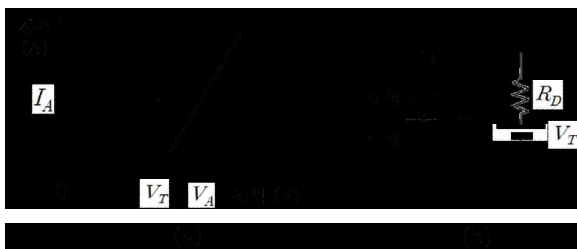


[그림 1]

코일이나 폐회로를 통과하는 자기력선속이 변하게 되면 코일에 유도 기전력이 발생한다. 유도 기전력은 자기력선속의 시간 변화율에 비례하고, 유도 전류는 코일을 통과하는 자기력선속의 변화를 방해하는 방향으로 생긴다.

【제시문 2】

p-n 접합 다이오드는 p형 반도체와 n형 반도체를 접합시켜 만든 소자이다. 다이오드에 전류를 흘리기 위해서는 전지의 양(+)극 단자를 p형에 연결하고 전지의 음(-)극 단자를 n형에 연결하여 순방향 전압이 걸리도록 해야 한다. 또한 저항과 달리 다이오드의 양단에 일정한 전압 이상을 걸어주어야 순방향 전류가 흐르게 된다.



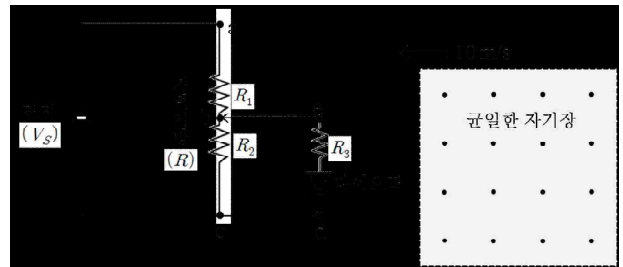
[그림 2]

[그림 2](a)는 다이오드에 걸린 순방향 전압과 다이오드에 흐르는 순방향 전류의 관계를 단순화하여 나타낸 전압-전류 특성 곡선이다. 즉, 다이오드에 걸어진 순방향 전압이 V_T 에 도달할 때까지는 전류가 흐르지 않다가 V_T 이상에서는 일정한 비율로 전류가 증가한다. 이때 직선의 기울기의 역수를 동적저항이라고 한다. 순방향 전압이 V_T 보다 클 경우, 다이오드는 [그림 2](b)와

같이 전압이 V_T 인 전지와 저항값이 R_D 인 동적저항이 직렬로 연결된 소자로 해석할 수 있다.

【제시문 3】

다이오드의 전압-전류 특성곡선을 구하기 위해서 [그림 3]과 같은 간단한 회로를 구성하였다. 이 회로에서는 전압이 일정한 전지를 사용하고, 다이오드에 걸리는 전압을 조절하기 위해서 가변저항을 사용하였다. 가변저항은 a, b, c 세 개의 단자로 되어 있고 b단자의 접촉 위치를 변화시키면 a와 b사이의 저항값 R_1 과 b와 c사이의 저항값 R_2 가 변한다. 가변저항의 전체 저항값이 R 이면, $R_1 = R - R_2$ 가 된다. 다이오드에 걸리는 전압은 전압계로 측정하고, 다이오드에 흐르는 전류는 저항값이 R_3 인 저항에 걸리는 전압을 측정하여 R_3 으로 나누면 구할 수 있다.



[그림 3]

단, [그림 3]의 회로에서 전지의 V_S 는 5.0V, 가변저항의 R 은 200Ω, R_3 은 10Ω이다. 다이오드의 V_T 는 1.0V, 동적저항 R_D 는 90Ω이다. 【물음 1】 【물음 2】에서는 자기장의 영향을 무시한다.

※ 모든 물음에서 풀이과정을 반드시 기술하시오.

【물음 1】

【제시문 3】의 실험에서 R_2 를 100Ω으로 조절하였다. 【제시문 1】 【제시문 2】에 근거하여 다이오드에 흐르는 전류의 세기를 구하시오. (30점)

【물음 2】

【제시문 3】의 실험에서 R_2 를 0에서부터 점점 증가시킨다. 【제시문 1】 【제시문 2】에 근거하여 다이오드에 전류가 흐르기 시작할 때의 R_2 를 구하시오. (30점)

【물음 3】

【제시문 3】의 실험에서 R_2 를 100Ω으로 조절하였다. 정사각형 모양의 균일한 자기장이 형성되어 있는 점선영역이 정사각형 bcde 회로의 방향으로 일정한 속력 10m/s로 이동하고 있다. 자기장의 세기는 2.0T이고, 그 방향은 종이 면에서 수직으로 나오는 방향이다. bcde 회로의 한 변의 길이는 0.10m이고, 자기장 영역의 한 변의 길이는 0.20m이다. 자기장 영역의 왼쪽 경계선이 bcde 회로의 중앙을 통과하는 순간, 다이오드에 흐르는 전류를 【제시문 1】 【제시문 2】에 근거하여 구하시오. (40점)

화 학

【제시문 1】

어떤 원자는 다른 원자와 전자를 공유함으로써 비활성 기체와 같이 안정한 전자 배치를 이루며 옥텟 규칙을 만족한다. 이처럼 2개 이상의 원자들이 전자쌍을 공유하면서 형성되는 화학 결합을 공유 결합이라고 한다. 2주기 원자인 N과 O의 원자가 전자 수는 각각 5개와 6개이다. 이들은 각각 암모니아(NH₃)와 물(H₂O) 분자와 같이 옥텟 규칙을 만족하는 공유 결합 분자를 이룰 수 있다. 3주기 원자인 P와 S의 경우도 원자가 전자 수는 각각 5개와 6개로 옥텟 규칙을 만족하는 분자(PH₃, H₂S)를 형성하지만 PCl₅, SF₆와 같은 분자도 형성할 수 있다. PCl₅에서 P 원자는 10개의 전자를 공유하며, SF₆에서 S 원자는 12개의 전자를 공유한다. 이런 식으로 8개 이상의 전자를 갖는 분자나 이온은 확장된 옥텟 규칙이 적용되었다고 한다.

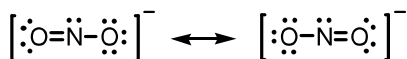
원자가 전자를 공유하면서 결합할 때 원자마다 전자를 끌어당기는 힘이 다르다면 전자쌍은 어느 한쪽으로 치우치게 된다. 이처럼 공유 결합을 형성하고 있는 두 원자 사이에 공유 전자쌍을 끌어당기는 능력을 상대적인 수치로 나타낸 것을 전기 음성도라고 한다. 폴링은 전자쌍을 끌어당기는 힘이 가장 큰 플루오린(F)의 전기 음성도를 4.0으로 정하고 다른 원자들의 전기 음성도를 상대적으로 정하였다. 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 커질수록 대체로 증가하며, 같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 대체로 감소한다. 플루오린화 수소(HF) 분자에서 플루오린의 전기 음성도는 수소의 전기 음성도인 2.1보다 매우 크다. 따라서 전자가 플루오린에 치우친 상태로 불균일하게 존재하여 플루오린은 부분적인 음전하(δ⁻)를 띠고, 반대로 수소는 부분적인 양전하(δ⁺)를 띠게 된다. 이러한 결합을 극성 공유 결합이라고 한다. 극성 공유 결합은 원자들이 전자를 완전히 옮길 정도는 아니고 동등한 공유를 이루는 것도 아닌 중간적인 결합이다.

【제시문 2】

공유 결합 분자에서 중심 원자를 둘러싸고 있는 전자쌍은 서로 같은 전하를 띠고 있으므로 반발력이 최소가 되기 위해서는 가능한 한 멀리 떨어져 있으려고 한다. 이것을 전자쌍 반발 이론이라고 하며, 이로부터 분자의 구조와 모양을 예측할 수 있다. 전자쌍 사이의 반발력은 공유 전자쌍 사이보다 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 사이가 더 크고, 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 가장 크다.

【제시문 3】

다음은 옥텟 규칙을 만족하는 아질산 이온(NO₂⁻)의 두 가지 루이스 구조식을 나타낸 것이다. 두 구조는 원자의 배열은 동일하지만 전자의 배치가 서로 다르다.



이러한 종류의 루이스 구조를 공명 구조라고 하며, 보통 그림과 같이 양 방향 화살표(↔)로 나타낸다. 공명 구조를 가지는 분자나 이온은 일반적으로 안정하다. 공명 구조를 가지는 대표적인 분자로는 벤젠(C₆H₆), 나프탈렌(C₁₀H₈)과 같은 방향족 탄화수소가 있으며, 이온으로는 탄산 이온(CO₃²⁻), 황산 이온(SO₄²⁻) 등이 있다.

【제시문 4】

수소 원자를 가진 분자의 H-X 결합이 극성을 갖게 될 때, 그 분자는 수소 이온(양성자, H⁺)을 내어놓는 산으로 행동한다. H-X로부터 수소 원자가 쉽게 이온화 될수록 산의 세기는 커진다. 일반적으로 두 분자의 산의 세기를 비교할 때, H-X 결합의 극성이 클수록 산의 세기가 커진다. 또한, H-X에서 수소 이온이 떨어져 나간 상태인 짝염기(X⁻)의 안정성이 클수록 산의 세기가 커진다.

【물음 1】

SF₄와 SF₆가 같은 농도로 용해되어 있는 벤젠 용액을 각각 준비하여 뷰렛에 부어둔다. 가느다란 용액 줄기가 떨어지도록 뷰렛 꼭지를 열어 둔 후에 (+)전하로 대전된 유리 막대를 두 용액 줄기에 같은 거리로 두었다. 【제시문 1】 【제시문 2】에 근거하여 용액 줄기의 움직임이 보다 크게 관찰되는 용액은 무엇인지 설명하시오. 단, 두 분자의 타당한 기하학적 구조를 나타내어야 한다. (30점)

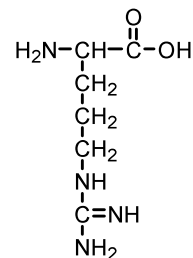
【물음 2】

실험실에서 소량의 수소(H₂) 기체를 얻고자 한다. 같은 농도와 부피의 메탄올(CH₃OH), 질산(HNO₃), 아질산(HNO₂) 수용액에 같은 크기의 아연 조각을 각각 넣었을 때, 반응 초기에 단위 시간 동안 가장 많은 수소 기체를 얻을 수 있는 용액은 무엇인지 【제시문 1】 【제시문 3】 【제시문 4】에 근거하여 설명하시오. (30점)

【물음 3】

아미노산은 아미노기(-NH₂)와 카복시기(-COOH)를 동시에 가지는 화합물이다. 아미노산이 물에는 잘 녹지만 유기 용매에 잘 녹지 않는 이유는 분자 내에서 이온화되어 극성을 띠기 때문이다. 즉, 아미노산은 물에 녹아 있을 때 분자 내에 양이온과 음이온을 가지는 양쪽성 이온의 상태로 존재한다. 다음은 생물체에 존재하는 아미노산의 일종인 아르지닌(arginine)의 구조식이다.

【제시문 1】 【제시문 3】 【제시문 4】에 근거하여 아르지닌이 물에 녹아 있을 때 양쪽성 이온 상태의 구조식을 그리고, 그 이유를 설명하시오. 단, pH 조건은 수소 이온을 내어놓는 산성 위치와 수소 이온을 받는 염기성 위치가 각각 1개만 존재한다고 가정한다. (40점)



생 명 과 학

【제시문 1】

1865년 멘델은 완두콩 실험으로 하나의 형질을 결정하는 유전 인자가 쌍으로 존재한다고 밝혔다. 그는 쌍을 이룬 유전 인자는 생식 세포가 형성될 때 분리되어 다른 생식 세포로 들어간다는 분리의 법칙과 두 쌍 이상의 대립 형질이 함께 유전될 때 서로의 유전에 영향을 미치지 않고 유전되는 독립의 법칙을 발견하였다. 1902년 서턴은 멘델이 가정한 유전 인자가 염색체에 있으며, 염색체를 통해 자손에게 전달된다는 염색체설을 주장하였다. 멘델이 생각한 유전 인자는 오늘날 유전자에 해당한다. 1926년 모건은 유전자가 염색체의 일정한 위치에 자리하고 있으며, 한 가지 형질을 결정하는 대립 유전자는 상동 염색체의 같은 위치에 존재한다는 유전자설을 발표하였다. 그리고 한 염색체에서 서로 다른 형질의 두 유전자가 가까이 존재하면 연관되어 같이 유전되는 경향이 있음을 규명하였다. 1990년 초에 시작된 인간 유전체 사업(Human Genome Project)은 사람의 DNA 염기서열을 분석하여 유전자의 수가 약 3만개 이하인 것을 밝혔다. 생물의 특징을 나타내는 유전 정보의 총합을 유전체라고 한다.

【제시문 2】

세포는 성장하고 분열하여 딸세포를 얻는 과정을 일정기간 동안 주기적으로 반복하는데 새로 생긴 딸세포가 다시 분열을 마칠 때까지의 과정을 세포 주기라고 한다. 세포 주기는 세포의 종류와 환경에 따라 다양하다. 감수 분열은 정소와 난소 같은 생식기관에서 딸세포의 염색체 수가 모세포의 절반이 되는 과정으로, 상동 염색체끼리 결합하여 2가 염색체가 된 후 무작위로 분리되어 생식 세포를 형성한다. 또한 이 과정에서 염색체 부위의 일부가 교환되는 교차에 의해 대립 유전자가 바뀔 수 있다. 상동 염색체가 결합하고 2가 염색체가 형성되는 데는 특정 단백질 기구가 관여한다. 사람의 정자 형성 과정을 살펴보면, 정자는 사춘기 때부터 감수 분열을 시작하여 매일 많은 수의 정자가 만들어지는데 각 정자가 완성되는 데는 약 64일이 걸린다. 반면에 난자 형성 과정은 출생 전에 감수 1분열이 시작되어 출생 시 감수 1분열의 전기가 끝나고, 그 상태에서 월경 전까지 유지되다가, 수정이 되어야 감수분열을 마친다.

【제시문 3】

유전자나 염색체에 이상이 생기면 정상 형질이 발현되지 못하고 여러 가지 이상 증세가 나타날 수 있다. 이처럼 유전자 또는 염색체에 이상이 생겨 부모에게 없던 형질이 나타나는 현상을 돌연변이라고 한다. 유전자에 돌연변이가 일어나면 형질을 결정하는 유전자가 정상 기능을 하지 못하므로 유전병이 나타날 수 있다. 염색체 돌연변이는 염색체 수에 이상이 생기거나 염색체 구조에 이상이 생기는 경우로 구분할 수 있다. 염색체 이상의 발생빈도는 남녀 생식 세포의 형성 과정 차이로 인해 다르게 나타날 수 있다. 염색체 수의 이상은 대부분 감수 분열 시 염색체가 비분리 되는 현상에 의해 일어난다. 예를 들어, 에드워드 증후군은 18번 염색체가 3개인 경우이다. 염색체 구조의 이상으로는 5번 염색체의 일부분이 결실되어 생기는 고양이 울음 증후군이 있다.

【물음 1】

【제시문 1】에 근거하여 다음을 답하시오.

- (1) 유전자와 대립 유전자에 대해 설명하시오. (10점)
- (2) 인간 유전체 연구의 DNA 염기서열 분석 대상이 무엇인지 적으시오. (20점)

【물음 2】

초파리의 몸 색깔은 A유전자, 날개 모양은 B유전자에 의해 결정된다. 회색 몸의 유전자 A는 검은색 몸의 유전자 a에 대해 우성이다. 정상날개의 유전자 B는 흔적날개의 유전자 b에 대해 우성이다.

순종의 회색·정상날개와 순종의 검은색·흔적날개를 지닌 개체들을 교배시켜 회색·정상날개를 지닌 F₁ 개체가 태어났다. 이 F₁ 개체를 다시 검은색·흔적날개를 지닌 개체와 교배시킨 결과, F₂ 개체에서 부모의 표현형과 동일한 자손의 수가 그렇지 않은 자손의 수보다 훨씬 많았다. 【제시문 1】 【제시문 2】에 근거하여 이 결과가 나온 이유를 설명하시오. 단, 돌연변이는 없다고 가정한다. (30점)

【물음 3】

【제시문 2】 【제시문 3】에 근거하여 다음을 답하시오.

- (1) 사람의 경우 같은 부모로부터 유전적으로 다양한 자손이 태어날 수 있는 이유를 설명하시오. (10점)
- (2) 일반적으로 다운 증후군은 산모의 나이가 많은 경우에 발생 빈도가 높다. 그 이유를 설명하시오. (25점)
- (3) 다운 증후군 중 드물게는 산모의 나이에 관계없이 나타난다. 그에 대한 원인을 어머니 쪽에서 찾아 설명하시오. (5점)

지구 과학

【제시문 1】

태풍은 우리나라의 연간 자연재해로 인한 피해의 60% 이상을 차지하는 매우 위협적인 기상현상이다. 태풍은 순간 최대 풍속이 17 m/s 이상이며 저기압성 회전(북반구에서는 반시계 방향으로 회전)을 하는 거대한 대기의 소용돌이로 그 지름이 수 백 km인 열대 저기압이다. 태풍의 주요 에너지원은 따뜻한 해수면으로부터 공급되는 수증기가 상승 과정에서 응결하면서 방출하는 숨은열이다. 그러므로 태풍이 세력을 계속 유지하거나 발달하기 위해서는 수증기의 공급이 지속적으로 필요하다. 물의 증발은 수온이 높을수록 더 잘 일어난다. 태풍에 동반되는 강풍과 집중호우는 가옥붕괴, 농경지 침수, 산사태 등의 피해를 일으킨다.

【제시문 2】

태풍은 일기도상에서 등압선이 동심원 형태로 나타나고 등압선 간격이 매우 조밀하다. 등압선 간격이 좁을수록 풍속이 강하다. 태풍의 강풍은 태풍의 중심과 주변부 사이에 큰 수평기압차에 의해 발생한다.

[그림 1]은 두 등압면의 연직 단면에서 대기층의 두께(ΔZ)를 나타낸 것이다. P_1 과 P_2 는 두 등압면의 기압이다.



[그림 1]

태풍과 같이 대기 운동의 수평 규모가 연직 규모보다 훨씬 큰 경우 대기층의 두께와 평균 온도(T)는 다음의 관계식을 만족한다.

$$\Delta Z = \frac{RT}{g} \ln(P_2/P_1)$$

여기서 R 은 기체 상수이고, g 는 중력 가속도이다.

【제시문 3】

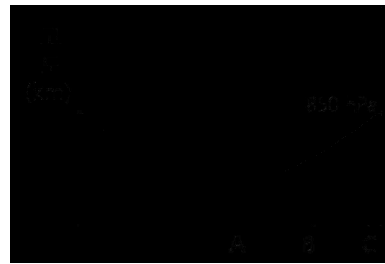
태풍에 수반되는 집중호우는 지표면의 토양이나 퇴적물 그리고 암석 등을 불안정하게 만든다. 이 불안정한 물질이 경사면을 따라 낮은 곳으로 이동하는 것을 사태라고 한다. 사태의 발생은 주로 사면 구성물의 특성, 구성물 내에 있는 물의 함유량, 사면의 경사도에 영향을 받는다. 사면에서 토양이나 퇴적물, 암석이 미끄러져 내리지 않는 최대각을 안식각이라고 한다. 안식각의 크기는 퇴적물의 입자 크기에 비례한다. 또한 입자들의 공극 내 물의 함유량과 암석의 면구조 존재 여부에 따라 안식각의 크기가 변화한다. 사태에 영향을 주는 암석의 면구조에는 층리, 습곡, 단층 등이 있다. 암석 내에 물의 함유량이 급격히 증가하게 되면 암석은 경사진 면구조의 경사방향으로 매우 빠르게 미끄러져 내려가는 사태가 일어난다.

【물음 1】

많은 피해를 주었던 태풍 매미가 우리나라를 통과할 때 한반도 주변 해역의 해수면 온도는 평년보다 2~3 °C 더 높았다. 이와 같이 한반도 주변 해역의 해수면 온도가 평년보다 높은 경우 한반도를 통과하는 태풍은 강한 세력을 유지할 수 있다. 그 이유를 【제시문 1】에 근거하여 설명하시오. (30점)

【물음 2】

태풍은 중심으로 갈수록 대기층의 평균 온도가 증가하는 저기압이다. [그림 2]는 태풍의 중심을 통과하는 연직 단면과 850 hPa 등압면이 만나서 이루는 곡선을 연직 단면에 나타낸 것이다.



[그림 2]

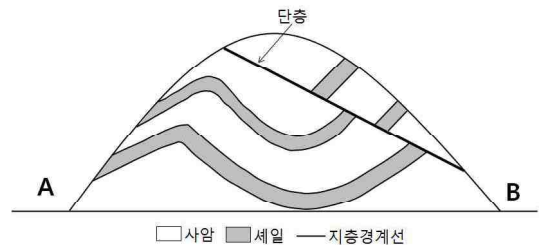
(1) 850 hPa 등압면과 500 hPa 등압면 사이의 대기층의 두께는 [그림 2]의 A지점과 C지점의 상공 중 어느 곳에서 더 두꺼운지를 【제시문 2】에 근거하여 설명하시오. (15점)

(2) [그림 2]의 B지점 상공에서 태풍의 풍속은 850 hPa 등압면과 500 hPa 등압면 중 어느 등압면에서 더 큰지를 【제시문 2】에 근거하여 설명하시오. 단, 바람은 두 등압면에서 모두 저기압성 회전을 하고 있다. (15점)

【물음 3】

(1) 가뭄이 계속되다가 태풍에 수반된 집중호우가 발생하였다. 이로 인해 사태가 일어나 엄청난 피해가 생겼다. 【제시문 3】에 근거하여 사태가 일어나기 전의 안식각(θ_1)과 집중호우로 인해 사태가 발생했을 때의 안식각(θ_2)의 변화를 설명하고, 안식각의 변화를 일으킨 원인을 설명하시오. 단, 사태가 일어난 사면은 동일한 토양으로 구성되었다고 가정한다. (20점)

(2) [그림 3]은 사암과 셰일로 이루어진 산이다. 집중호우로 인한 사태는 A와 B 지역에서 모두 일어날 수 있다. 【제시문 3】에 근거하여 두 지역에서 일어날 수 있는 사태의 발생 과정을 각각 설명하시오. (20점)



[그림 3]