



2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-수학)

[11월 15일(토) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

<유의사항>

1. 수학은 필수이며, 과학은 물리, 화학, 생명과학 중 1과목을 선택하여 답안지에 체크하고 답안을 작성하시오.
2. 제목은 쓰지 마시고 특별한 표시를 하지 마시오.
3. 제시문 속의 문장을 그대로 쓰지 마시오.
4. 답안 작성과 정정은 반드시 본교에서 지급한 필기구를 사용하시오.
5. 본교에서 지급한 필기구를 사용하지 않았거나, 답안지에 특별한 표시를 한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다. (예: 감사합니다 등)
6. 답안 정정 시에는 두줄을 긋고 작성하며, 수정액 등을 사용한 경우에는 감점 또는 0점 처리합니다.
7. 답안 작성은 답안지 인쇄된 부분을 이용하여 과목당 1면 이내로 작성하시오.
8. 자연계열 문제지는 총 4장 8쪽입니다.

I. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (60점)

[가]

두 삼각형에서 대응하는 세 변의 길이와 대응하는 세 각의 크기가 모두 같으면 두 삼각형은 서로 합동이다. 일반적으로 아래 세 가지 조건 중 한 가지가 성립하면 두 삼각형은 서로 합동이다.

- 1) 대응하는 세 변의 길이가 각각 같을 때
- 2) 대응하는 두 변의 길이가 각각 같고, 그 끼인각의 크기가 같을 때
- 3) 대응하는 한 변의 길이가 같고, 그 양 끝각의 크기가 각각 같을 때

[나]

어떤 시행의 표본공간 S 에서 실수 전체의 집합 R 로 가는 함수 $X: S \rightarrow R$ 가 주어지면 함수 X 에 대하여 동일한 함숫값 x 를 가지는 표본공간의 원소들로 이루어진 사건 A 가 결정되고, 이 사건이 일어날 확률 $P(A)$ 를 계산할 수 있다. 이와 같이 표본공간에서 정의된 함수 X 를 확률변수라 하고, X 의 함숫값이 x 가 되는 사건 A 에 대한 확률 $P(A)$ 를 $P(X=x)$ 와 같이 나타낸다.

확률변수가 취하는 값들의 평균은 확률변수가 취하는 값과 그에 대응하는 확률을 곱하여 모두 더한 것으로 이해할 수 있다.

[다]

미분가능한 함수 $f(x)$ 에 대하여 $f'(a)=0$ 이라고 하자. x 의 값이 증가하면서 $x=a$ 의 좌우에서 $f'(x)$ 의 부호가 양에서 음으로 변하면 함수 $f(x)$ 는 증가상태에서 감소상태로 변하므로 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대이다. 또한 $f'(x)$ 의 부호가 음에서 양으로 변하면 함수 $f(x)$ 는 감소상태에서 증가상태로 변하므로 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소이다.

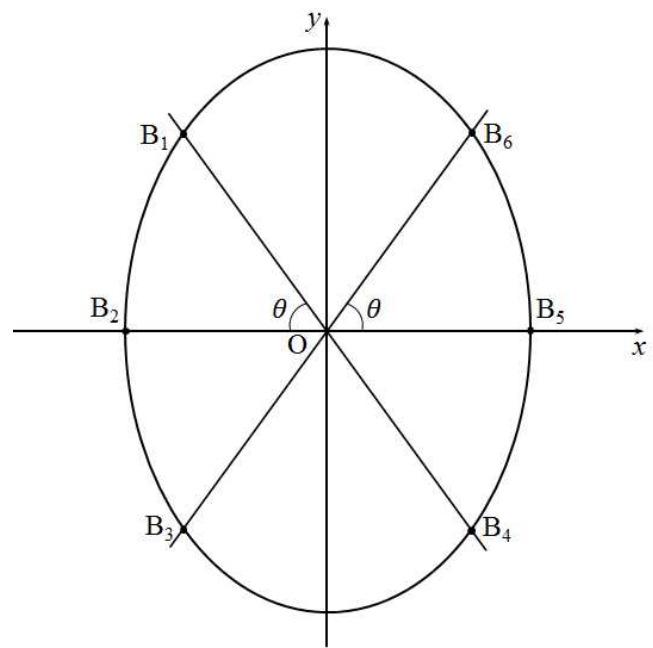
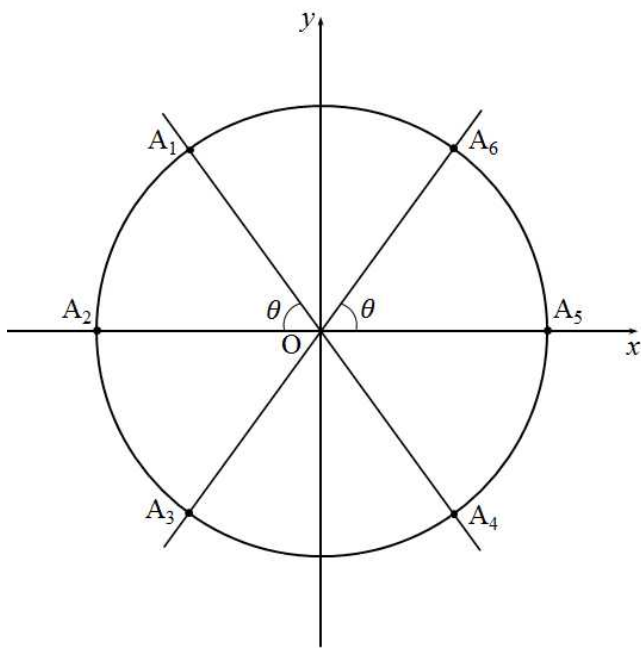
이계도함수를 이용하여 함수의 극대와 극소를 판정하는 방법도 있다. $f(x)$ 의 이계도함수 $f''(x)$ 가 존재하고 $f'(a)=0$ 이라고 하자. $f''(a)<0$ 이면 $x=a$ 에서 $f'(x)$ 는 감소상태에 있고 $f'(a)=0$ 이므로 $f'(x)$ 의 부호는 $x=a$ 의 좌우에서 양에서 음으로 바뀐다. 따라서 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극대이다. 또한 $f''(a)>0$ 이면 $x=a$ 에서 $f'(x)$ 는 증가상태에 있고 $f'(a)=0$ 이므로 $f'(x)$ 의 부호는 $x=a$ 의 좌우에서 음에서 양으로 바뀐다. 따라서 함수 $f(x)$ 는 $x=a$ 에서 극소이다.

<뒷면에 계속>

[문제 I]

아래 그림과 같이 원 $x^2 + y^2 = 1$ 과 타원 $\frac{x^2}{a^2} + a^2y^2 = 1$ ($0 < a < 1$)이 세 직선 $y=0$, $y=(\tan\theta)x$, $y=-(\tan\theta)x$ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)와 만나는 교점들을 각각 점 $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ 와 점 $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ 라 하자.

- 원 위의 6개의 점 $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$ 중에서 임의로 3개의 점을 선택하여 이 세 점이 꼭짓점이 되는 삼각형을 만들 수 있다. 여기서 세 점이 모두 이웃하는, 즉 세 점이 나란히 선택되는 경우(예를 들어 삼각형 $A_1A_2A_3$, 삼각형 $A_1A_2A_6$)는 제외한다. 이때 만들어지는 삼각형의 넓이를 확률변수 X 라 하자.
- 타원 위의 6개의 점 $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$ 중에서 임의로 선택한 3개의 점을 꼭짓점으로 하는 삼각형의 넓이를 확률변수 Y 라 하자. 여기서는 임의로 세 점을 선택할 때 제외되는 경우가 없다.



[문제 I-1] $\theta = \frac{\pi}{3}$ 일 때, 확률변수 X 의 확률분포를 나타내는 표와 X 의 평균을 구하고 그 방법을 서술하시오. (9점)

[문제 I-2] 임의의 각 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)에 대하여, 확률변수 X 의 평균을 θ 의 식으로 나타내고 그 과정을 서술하시오. (15점)

[문제 I-3] [문제 I-2]에서 구한 X 의 평균이 최대가 되는 각 θ 를 구하고 그 근거를 논술하시오. (15점)

[문제 I-4] 점 B_6 의 좌표를 (p, q) 라 할 때, 확률변수 Y 의 평균을 a, p, q 의 식으로 나타내고, 이 평균이 최대가 되는 점 B_6 의 좌표를 a 의 식으로 표현하시오. 그리고 그 근거를 논술하시오. (21점)



2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-물리)

[11월 15일(토) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

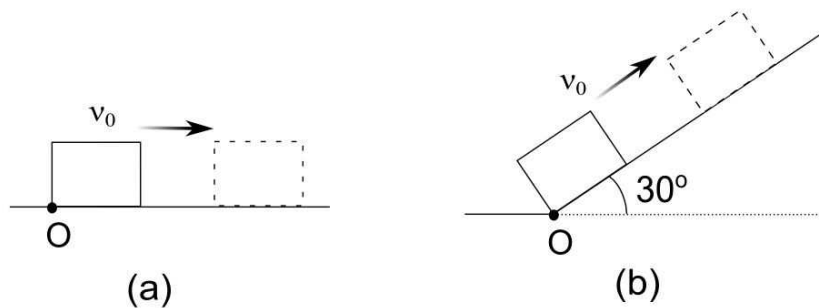
[가]

수직 항력은 두 물체가 접촉하고 있을 때 접촉면에 수직으로 작용하는 힘이다. 예를 들어 평평한 탁자 위에 있는 물체의 경우, 수직 항력은 중력과 크기가 같고 방향이 반대인 힘에 해당한다. 책상 위에 있는 책을 순간적인 힘으로 밀면 책은 움직이다 멈추는데, 이는 책상과 책 바닥의 분자들의 상호 작용에 의해 발생하는 것이다. 이러한 상호 작용을 마찰력이라고 한다. 마찰력 F 는 마찰 계수 μ 와 수직 항력 N 의 곱으로 $F = \mu N$ 으로 표현한다.

[나]

전하 사이에 작용하는 전기력은 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 여러 현상의 원인이 되는 힘들 중 하나이다. 어떤 공간에 전하를 놓으면 그 전하는 다른 전하에 전기력을 미칠 수 있는 전기장을 형성한다. 한 전하에 다른 전하를 가까이 위치시키면 두 전하 사이의 거리 제곱에 반비례하고 두 전하의 전하량 곱에 비례하는 전기력이 작용한다. 전기장 속에서 운동하는 물체는 역학적 에너지 보존 법칙을 따른다. 따라서 물체의 운동에너지 증가는 물체의 퍼텐셜(위치) 에너지 감소에 따른 현상으로 이해할 수 있다. 전위는 단위 전하에 대한 전기적 위치에너지를 나타낸다.

[논제 II-1] 제시문 [가]를 읽고 다음 질문에 답하시오.



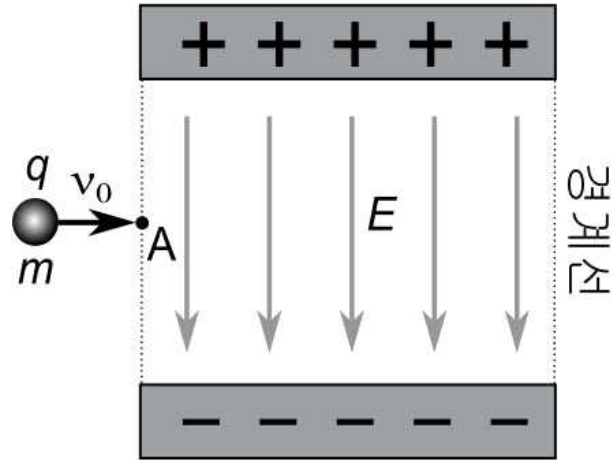
(1) 그림 (a)와 같이 질량이 1 kg인 상자가 초기속도 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 로 원점(O)을 출발하여 오른쪽으로 이동하고 있다. 상자와 표면 사이의 운동 마찰계수가 0.2일 때, 상자는 등가속도 운동을 한다. 상자가 원점에서 출발하여 순간속도가 0이 되는 지점까지의 걸리는 시간(초)과 평균속도(m/s)를 계산하고 그 과정을 논술하시오. (단, 중력가속도 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 이다.) (8점)

(2) 그림 (b)와 같이 질량이 1 kg인 상자가 초기속도 $v_0 = 10 \text{ m/s}$ 로 원점(O)을 출발하여 경사면을 올라가고 있다. 상자가 원점에서 출발하여 순간속도가 0이 되는 지점까지 이동할 때, i) 상자와 경사면 사이에 마찰력이 없는 경우와 ii) 상자와 경사면 사이의 운동 마찰계수가 0.2인 경우에 대하여 각각 걸리는 시간(초)과 평균속도(m/s)를 계산하고 그 과정을 논술하시오. (단, 중력가속도 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 이다.) (16점)

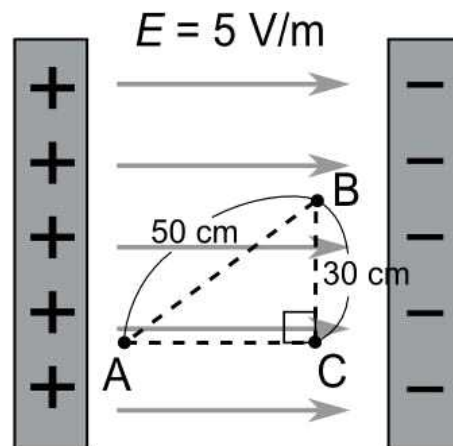
<뒷면에 계속>

[문제 II-2] 제시문 [나]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 아래 그림과 같이 양전하와 음전하로 각각 대전된 평행한 두 전극판이 균일한 전기장 E 를 만든다. 전하량 q 와 질량 m 을 갖는 입자를 A지점에서 초기속도 v_0 로 전기장에 수직인 방향으로 들어가게 한다. 입자는 A지점에서 출발하여 시간 t 가 경과한 후 그림에 표시된 전극판의 경계선을 통과한다. 이때 초기속도 v_0 , 입자의 전하량 q 와 질량 m , 입자가 전극판을 통과하는데 걸린 시간 t 그리고 전기장 E 를 이용하여 입자가 전극판의 경계선을 통과하는 순간의 속도의 크기를 구하고 그 과정을 논술하시오. (단, 중력의 영향은 없다고 가정한다.) (10점)



(2) 아래 그림과 같이 반대전하로 대전된 두 평행 금속판 사이에는 5 V/m 의 균일한 전기장이 생긴다. A점과 B점의 전위차는 몇 V(볼트)인지 구하고 그 과정을 논술하시오. 또한 전하량이 $+1\mu\text{C}$ 인 점전하를 B점에서 C점을 거쳐서 A점까지 옮기는데 (즉, 점전하를 B점→C점→A점으로 이동시킬 때) 필요한 일은 몇 J(줄)인지 구하고 그 과정을 논술하시오. (단, $\overline{AB}=50\text{ cm}$, $\overline{BC}=30\text{ cm}$ 이며 \overline{BC} 는 금속판과 평행하다.) (6점)





2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-화학)

[11월 15일(토) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

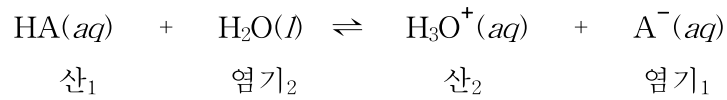
성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가]

브뢴스테드와 로우리는 다른 물질에게 H^+ (수소 이온, 양성자)를 내놓는 물질을 산, 다른 물질로부터 H^+ 를 받아들일 수 있는 물질을 염기라고 정의하였다.

산 HA가 물에 녹으면 수용액에서 아래와 같은 이온화 평형을 이룬다.



HA/A^- (산₁/염기₁) 혹은 H_3O^+/H_2O (산₂/염기₂) 같이 H^+ 를 주고받아 산과 염기가 되는 한 쌍의 산과 염기를 짝산-짝염기라고 한다. 이때 산 HA의 이온화 상수(K_a)는 아래와 같이 정의된다.

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

K_a 가 매우 작은 것은 역반응이 정반응보다 우세하다는 것을 뜻한다. 따라서 산 HA가 약산인 경우, H_3O^+ 은 HA보다 H^+ 를 잘 내놓으므로 H_3O^+ 의 산의 세기가 HA보다 더 강하고, A^- 는 H_2O 보다 H^+ 를 잘 받으므로 A^- 의 염기의 세기가 H_2O 보다 더 강하다.

아래 표는 짝산-짝염기 관계에 있는 물질과 그 짝산의 이온화 상수를 나타낸 것이다.

K_a	짝산		짝염기	
1.8×10^{-5}	아세트산	CH_3COOH	아세트산 이온	CH_3COO^-
5.6×10^{-10}	암모늄 이온	NH_4^+	암모니아	NH_3

[나]

단백질은 생명 활동에 필수적 역할을 담당하고 있으며, 단백질을 구성하는 기본 단위는 아미노산이다. 아미노산은 중심 원자인 탄소 원자에 염기로 작용할 수 있는 아미노기($-NH_2$)와 산으로 작용할 수 있는 카복시기($-COOH$) 및 곁사슬($-R$)이 결합되어 있다.

[다]

공유 결합을 이루는 두 원자 사이의 전기 음성도 차이에 의해 공유 전자쌍이 한쪽으로 치우쳐서 부분적인 음전하(δ^-)와 양전하(δ^+)를 띠게 되는 결합을 극성 공유 결합이라 한다.

[라]

용질 입자가 용매 분자에 둘러싸여 안정화되는 현상을 용매화라 하고, 특히 물이 용매인 경우는 수화라고 한다. 물은 극성이 매우 큰 용매로, 염화 나트륨과 같은 이온 결합 물질도 수화하여 잘 녹인다.

<뒷면에 계속>

[마]

채소를 이루는 세포의 세포막을 물과 같은 용매 분자는 자유롭게 통과할 수 있지만, 소금과 같은 용질은 잘 통과하지 못한다. 이처럼 물질의 입자를 선택적으로 통과시키는 얇은 막을 반투막이라고 한다. 용매는 같지만 농도가 서로 다른 두 용액이 반투막을 사이에 두고 있을 때, 농도가 낮은 용액에서 농도가 높은 용액 쪽으로 용매 분자가 이동하는 현상을 삼투라고 한다. 김치를 담글 때 싱싱한 배추를 소금물에 절이면 쭈글쭈글해져 부피가 줄어드는 것도 삼투의 한 예이다.

[바]

이온의 크기는 이온 반지름을 통해 알 수 있으며, 나트륨 이온(Na^+)의 이온 반지름은 95 pm(피코미터, 10^{-12} m)이고 염화 이온(Cl^-)의 이온 반지름은 181 pm이다. 분자의 크기는 분자를 구성하고 있는 원자들의 결합 길이와 결합각을 통해 알 수 있다. 물 분자의 경우 한쪽 O-H 결합 길이는 96 pm이며 결합각은 104.5° 이다.

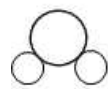
[논제 II-1] 제시문 [가], [나]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

(1) 아세트산과 수산화 나트륨의 중화 반응의 화학 반응식을 쓰시오. 이 중화 반응에서 생성되는 염을 물에 녹였을 때, 그 수용액이 산성인지 염기성인지 논술하시오. (모든 화학 반응식에 물질의 상태를 표시하고, 한방향(\rightarrow)과 쌍방향(\rightleftharpoons) 화살표로 화학 평형의 이동을 표시하시오.) (10점)

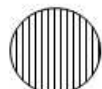
(2) 수용액에선 pH 변화에 따라 아미노산의 이온화가 변한다. 산성, 중성, 염기성으로 pH가 증가할 때, 아미노산의 이온화 변화를 아미노산의 구조식을 이용하여 표시하시오. 그리고 이 변화를 산 세기의 관계를 이용해 논술하시오. 이때, 아미노기($-\text{NH}_2$)의 짝산과 카복시기($-\text{COOH}$)의 산의 세기는 각각 암모늄 이온과 아세트산의 산의 세기를 따른다고 가정한다. (10점)

[논제 II-2] 제시문 [다] ~ [바]를 참조하여 다음 질문에 답하시오.

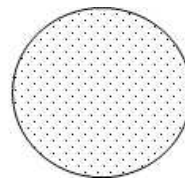
(1) 소금의 수화를 물 분자의 부분적인 전하 방향을 고려하여 논술하시오. 그리고 아래에 주어진 모형을 이용하여 소금의 수화를 그림으로 표현하시오. (단, 4개 이상의 물 분자를 이용하여 그리시오.) (10점)



물(H_2O)

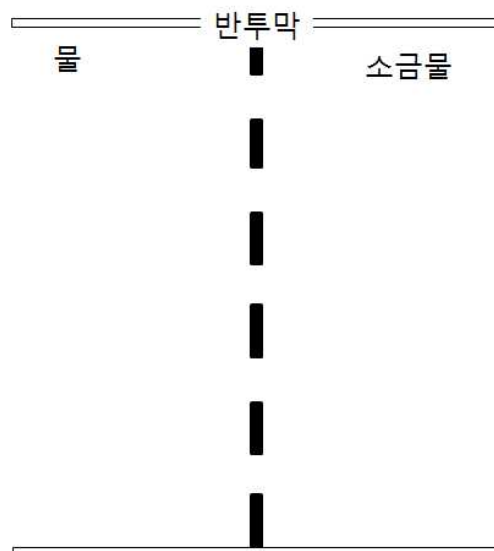
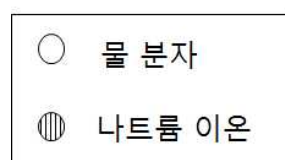


나트륨 이온(Na^+)



염화 이온(Cl^-)

(2) 나트륨 이온(이온 반지름, 95 pm)과 물 분자(O-H 결합길이, 96 pm)의 단순한 크기 차이로 반투막의 선택적 투과를 설명할 수 없다. [논제 II-2]의 (1)의 결과를 이용하여 반투막에서 물 분자와 나트륨 이온 사이의 선택적 투과성을 논술하시오. 그리고 아래 모형을 이용하여 반투막에서 물 분자와 나트륨 이온의 선택적 투과를 그림으로 표현하시오. (10점)



<화학 끝>



2015학년도 신입생 수시모집

논술고사 문제지(자연계열-과학-생명과학)

[11월 15일(토) 오전]

지원학부(과) ()

수험번호

--	--	--	--	--	--	--	--

성명 ()

II. 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오. (40점)

[가]

유전자 돌연변이는 유전 물질인 DNA에 이상이 생겨 염기 서열에 변화가 발생하고 이로 인해 집단 내에 존재하지 않던 새로운 대립 유전자가 나타나는 현상이다. 환경 변화에 의해 집단 내에서 특정 대립 유전자를 가진 개체가 자연선택에 의해 자손을 많이 남기면 집단의 유전자풀(gene pool)이 변하게 된다. 자연선택은 집단 내에서 어떤 표현형이 생존에 유리한가에 따라서 나타난다. 서식 환경의 변화에 대응하여 생물의 형태, 기능 및 생활 습성 등이 변해가는 현상을 적응이라 하고, 생물이 여러 세대를 거치면서 집단 내의 유전자풀이 변하고 새로운 종이 나타나기도 하는데 이러한 현상을 진화라 한다.

[나]

우성 형질을 나타내는 개체의 유전자형을 알아보기 위해 열성 개체와 교배시키는 것을 검정 교배라 한다. 검정 교배 시 자손에서 나타나는 형질은 우성 형질을 가진 부모로부터 전달된 대립 유전자에 의해 결정된다.

[다]

초파리는 암·수의 수정을 통해 생식을 하는 이배체(2n) 생물로서 체세포가 가지는 염색체의 수는 8이다. 초파리는 사람과 같이 암컷은 XX, 수컷은 XY의 성염색체를 가지고 있다.

[라]

유전병의 진단에 사용되는 기술로 보인자(carrier) 검사가 있다. 보인자 검사는 정상 표현형을 가지는 부모로부터 열성 유전병을 갖는 자녀가 태어날 수 있는지를 확인하기 위해 부모에게서 DNA를 추출하여 중합 효소 연쇄 반응(PCR)으로 DNA 조각을 증폭시켜 염기 서열을 확인하는 유전자 분석 방법이다.

[마]

생물체에서 추출한 DNA를 조작하여 인위적으로 재조합된 DNA를 만드는 기술을 DNA 재조합 기술이라 한다. 이 기술을 이용하여 유용한 유전자를 골라내어 조작하거나 새로운 대립 유전자를 만들 수 있다. 이렇게 해서 얻은 외래 유전자를 플라스미드나 바이러스 DNA에 재조합시켜 원하는 세포 내로 도입할 수 있다.

[바]

유전자 치료는 결함이 있는 유전자를 가진 유전병 환자에게 그 유전자에 상응하는 정상 유전자를 도입하여 정상 표현형을 갖도록 하는 방법이다.

<뒷면에 계속>

[문제 II-1] 제시문 [가] ~ [다]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 우리나라에서만 살던 고유종인 검은색 초파리가 농산물 수출과 더불어 유럽지역으로 이동하게 되었다. 대부분의 개체는 새로운 환경에 적응하지 못하고 사라졌지만, 일부는 환경에 적응하기 시작하였다. 환경에 적응한 개체들의 몸색의 표현형 비는 '검은색 : 회색 = 4 : 1'이고, 이들의 유전자형의 비는 'AA : Aa : aa = 3 : 1 : 1'이었다. 또 이로부터 10년 후에 다시 조사해 본 결과 유전자형의 비가 'AA : Aa : aa = 1 : 5 : 10'으로 나타났다.

위에서 관찰된 유전자형 비율의 변화를 참고하여, 10년 후에 조사했을 당시 표현형의 비를 계산하고, 그 비가 이와 같이 변화된 이유를 설명하시오. 만약 환경의 변화가 없다면 그 이후의 표현형의 비가 어떻게 변화될지 예측하고 그 근거를 논술하시오. (8점)

(2) 이 초파리의 눈 색을 암호화 하는 대립 유전자는 B(붉은색)와 b(흰색)가 있는데, B는 b에 대하여 우성이며 성염색체 X에 있다. 대립 유전자 B에 돌연변이가 일어나서 b'로 바뀐 수컷과 유전자형이 Bb인 암컷을 교배하여 F₁을 얻었다. 이 F₁의 암컷과 수컷에서 각각 대립 유전자 b'를 가질 확률과 흰색 눈이 나타날 확률을 구하고 그 근거를 논술하시오. (단, 흰색 눈은 대립 유전자 B에 돌연변이가 일어나서 그 유전자가 기능을 하지 못할 때 나타난다고 가정한다.) (11점)

(3) 이 초파리에서 다른 형질과의 연관 유전 여부를 알아보기 위해, 우성 형질의 암컷 초파리를 검정 교배시켜 얻은 자손 중 암컷 초파리만을 가지고 아래 표를 작성하였다. 이때 A, B, C는 각각 몸의 색, 눈의 색, 날개의 형태를 결정하는 우성 대립 유전자를 나타낸다.

유전자형	개체수	유전자형	개체수
AaBbCc	105	AabbCc	93
AaBbcc	0	Aabbcc	0
aaBbCc	0	aabbCc	0
aaBbcc	107	aabbcc	95

위의 표를 참고하여 몸의 색, 눈의 색, 날개의 형태에 대하여 연관 유전 여부를 논술하시오. 또한 이 초파리 집단에서 체세포가 가질 수 있는 유전자형의 가지 수를 암컷과 수컷으로 구분하여 논술하시오. (단, 돌연변이와 교차는 없다고 가정한다.) (11점)

[문제 II-2] 제시문 [라] ~ [바]를 읽고 다음 질문에 답하시오.

(1) 어떤 곤충의 날개 색을 암호화 하는 대립 유전자는 D(회색)와 d(투명한 색)가 있는데, D는 d에 대하여 우성이다. 이 곤충은 회색 날개가 유리한 환경에 놓여 있다. 회색 날개를 가진 부모에게 대립 유전자 d가 존재하는지 여부를 확인할 수 있는 생화학적 방법을 설명하시오. 또한 투명한 색 날개를 가진 개체가 회색 날개를 갖도록 하는 유전자 치료 기법의 과정을 논술하시오. (10점)