

2019학년도 논술고사

자연계열 (오후, 의학과)



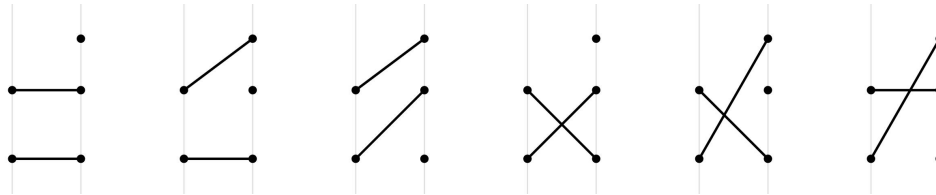
성 명	
전 형	
수험번호	

표지를 제외한 페이지 수 : 4

[문항 1] (50점) 다음 제시문을 읽고 논제에 답하라.

(가) 두 개의 자연수 m, n ($2 \leq m \leq n$)과 수열 $\{c_k\}$ 가 주어져 있다. 좌표평면에서 y 축 위의 m 개의 점 $A_i(0, c_i)$ ($i = 1, 2, \dots, m$)으로 이루어진 집합 $\mathbb{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ 과 직선 $x=1$ 위의 n 개의 점 $B_j(1, c_j)$ ($j = 1, 2, \dots, n$)으로 이루어진 집합 $\mathbb{B} = \{B_1, B_2, \dots, B_n\}$ 을 생각하자. 집합 \mathbb{A} 의 각 원소를 \mathbb{B} 의 서로 다른 원소와 짝지어 선분으로 연결한 것을 '짜짓기'라 부르자. 두 자연수 $m \leq n$ 에 대하여 가능한 짜짓기의 총 개수는 이다.

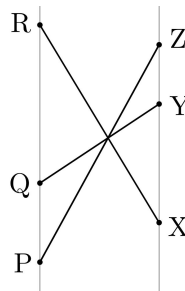
예를 들어 $m = 2, n = 3$ 일 때 가능한 짜짓기의 경우는 다음 6가지가 있다.



[그림 1-1]

각각의 짜짓기에는 정확히 m 개의 선분이 있고, 두 개 이상의 선분이 만나 교점이 생길 수 있다. 짜짓기가 가질 수 있는 교점 개수의 최솟값은 0이다. 모든 짜짓기 중에서 교점이 없는 짜짓기의 개수는 이다.

(나) 짜짓기에서 [그림 1-2]와 같이 세 개 이상의 선분이 한 개의 교점에서 만날 수도 있다. y 축 위의 세 점 P, Q, R 와 직선 $x=1$ 위의 세 점 X, Y, Z 가 있을 때, 세 선분 $\overline{PZ}, \overline{QY}, \overline{RX}$ 가 한 점에서 만나기 위한 필요충분조건은 $\overline{PQ} : \overline{YZ} = \overline{QR} : \overline{XY}$ 가 성립하는 것이다.



[그림 1-2]



[문제 1-1] (16점) 제시문 (가), (나)를 참조하여 다음 문제에 답하라.

- (1) 제시문 (가)의 (a), (b)에 들어갈 식을 각각 m 과 n 으로 나타내라.
- (2) 공비가 r (단, $r \geq 2$)이고 첫째항이 1인 등비수열 $\{c_k\}$ 에 대해서

$$\mathbb{A} = \{A_i(0, c_i) \mid i = 1, 2, \dots, m\}, \quad \mathbb{B} = \{B_j(1, c_j) \mid j = 1, 2, \dots, n\} \quad (m \leq n)$$

이라 하자. 어떤 짝짓기에서도 세 선분이 한 점에서 만나지 않음을 보여라.

[문제 1-2] (18점) 제시문 (가)에서 $m = 5$, $n = 8$ 이고, 공차가 양수인 등차수열 $\{c_k\}$ 에 대해서

$$\mathbb{A} = \{A_1(0, c_1), A_2(0, c_2), \dots, A_5(0, c_5)\}, \quad \mathbb{B} = \{B_1(1, c_1), B_2(1, c_2), \dots, B_8(1, c_8)\}$$

이라 하자. 제시문 (나)를 참조하여 다음 문제에 답하라.

- (1) 교점의 개수가 정확히 한 개이고 어느 세 선분도 한 점에서 만나지 않는 짝짓기의 개수를 구하라.
- (2) 교점의 개수가 정확히 한 개이고, 그 점에서 세 개 이상의 선분이 만나는 짝짓기의 개수를 구하라.

[문제 1-3] (16점) 제시문 (가)에서 $m = n = 10$ 이고, 공차가 양수 d 인 등차수열 $\{c_k\}$ 에 대해서

$$\mathbb{A} = \{A_1(0, c_1), A_2(0, c_2), \dots, A_{10}(0, c_{10})\}, \quad \mathbb{B} = \{B_1(1, c_1), B_2(1, c_2), \dots, B_{10}(1, c_{10})\}$$

이라 하자. 이 때 가능한 모든 짝짓기에서 나오는 선분의 총 개수는 $10! \times 10$ 이다.

- (1) $10! \times 10$ 개의 모든 선분 중에서 길이가 1인 선분의 개수를 구하라.
- (2) $10! \times 10$ 개의 모든 선분의 길이의 합을 L 이라 할 때 $\frac{1}{9!} \times \lim_{d \rightarrow \infty} \frac{L}{d}$ 의 값을 구하라.

[문항 2] (50점) 다음 제시문을 읽고 논제에 답하라.

(가) 인류는 현재 식량 부족, 에너지 고갈, 기후 변화와 환경오염 등 인류의 생존을 위협하는 여러 가지 문제들에 직면하고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 여러 가지 아이디어들을 이용한 다양한 시도들이 이루어지고 있다. 그 중 생명 공학적 기술을 이용하여 광합성이 가능한 동물을 만들어 생산하는 것도 한 가지 방법으로 여겨지고 있다. 현재까지 생명 공학적 기술을 이용하여 광합성을 할 수 있는 동물의 개발에 성공한 사례는 없으나, 지구상에는 매우 드물지만 광합성을 하는 동물이 존재한다. 엘리시아 (Elysia)라고 불리는 푸른 민달팽이는 얇은 바다 속에 사는 달팽이 일종으로 해조류에 붙어 있는 모습을 보면 작은 잎이 기어 다니는 것 같이 보여서 ‘기어 다니는 잎’이라는 별명을 가지고 있다. 푸른 민달팽이는 태어났을 때는 몸 색깔이 투명하지만 바우체리아 (Vaucheria litorea)라고 하는 녹조류에 속하는 식물을 섭취하고 성장하면서 몸이 초록색을 띠게 된다. 푸른 민달팽이가 초록색을 띠는 이유는 섭취한 바우체리아 엽록체 (Chloroplast)를 소화시키지 않고, 몸의 대부분을 차지하는 소화관의 세포내로 흡수하며, 푸른 민달팽이의 소화관 세포에 들어온 바우체리아 엽록체는 수개월 동안 죽지 않고 공생하기 때문인 것으로 알려져 있다. 푸른 민달팽이는 햇빛, CO₂, H₂O만 있어도 상당기간 생존할 수 있는데, 이는 푸른 민달팽이가 세포내로 들어온 엽록체를 이용하여 광합성을 하기 때문이라고 여겨진다. 연구자들은 달팽이의 소화관 세포에서 공생하는 엽록체가 실제로 광합성을 할 수 있는지 알아보기 위하여 ¹⁴CO₂와 빛을 이용하여 실험을 진행하였다. 연구자들은 수 일간 굶긴 달팽이들을 영양분이 없이 ¹⁴CO₂가 공급되는 인공해수에서 빛의 양을 다르게 하여 생육하였다. 달팽이들을 빛의 조건이 다른 곳에서 각각 일정기간 생육한 후 달팽이 몸에 고정된 ¹⁴C의 양을 측정된 결과, 빛이 없이 어두운 곳에서 생육된 달팽이 몸에서는 ¹⁴C의 양이 미미하게 측정되었으나 빛이 충분히 공급된 곳에서 생육된 달팽이의 몸에서 ¹⁴C의 양이 현저히 높게 측정되었다. 또한, 달팽이에서 측정되는 ¹⁴C의 양은 빛의 노출 시간이 길수록 증가하였으며 광합성을 억제하는 약물을 투여하였을 때 ¹⁴C 축적이 감소하는 것을 관찰하였다. 연구자들은 이러한 결과를 바탕으로 달팽이 몸속에 공생하는 엽록체가 광합성을 한다고 추론하였다.

(나) 엽록체 (Chloroplast)와 미토콘드리아 (Mitochondria)는 그 자체가 세포 내에서 증식할 수 있으며, 광합성 또는 산소호흡을 하여 숙주와 공생관계를 형성한다. 그러나 이에 필요한 모든 유전자를 엽록체나 미토콘드리아 내에 가지고 있지는 않다. 숙주와 공생관계를 시작하기 전에 단독생활을 하던 원시 광합성 세균에는 광합성에 필요한 유전자가 모두 엽록체 안에 포함되어 있었을 것이라고 추측된다. 하지만 진화 과정에서 엽록체의 많은 유전자는 공생관계에 있는 세포의 핵 (Nucleus)에 *유전자를 전달 (Transfer) 하였고, 그 결과 숙주 염색체 내에는 광합성에 필요한 유전자를 가지고 있다는 이론이 받아들여지고 있다. 예를 들어 세포에서 광합성을 수행하기 위해서는 약 1,500~3,000 종류의 단백질이 필요하다고 알려져 있으나, 대부분의 엽록체는 60~200 종류의 단백질만을 만들 수 있는 유전자만 가지고 있다. 이 이론이 맞다고 가정하면 푸른 민달팽이에 공생하여 광합성을 하는 엽록체는 달팽이 세포 핵 (Nucleus)에서 전사 (Transcription)된 광합성 관련 단백질들을 이용하여 광합성을 한 것으로 추론이 된다. 즉 녹조류의 광합성 관련 유전자 일부가 이미 푸른 민달팽이 염색체에 전달되어 존재한다고 추론할 수 있다.

* 유전자 전달 : 서로 다른 종류의 세포에서 한 세포의 특정 유전자가 다른 세포로 전달되어 그 세포의 유전자에 삽입되는 현상.



제시문 (가), (나)를 참조하여 다음 문제에 답하라.

[문제 2-1] 푸른 민달팽이의 세포가 출생 시 엽록체를 가지고 있지 않고, 성장하면서 섭취한 녹조류의 엽록체가 세포내로 들어와 공생한다는 증거를 성체 푸른 민달팽이를 가지고 관찰할 수 있는 방법을 추론해보시오 (6점).

[문제 2-2] 인간 유래 세포에 식물에서 분리한 엽록체를 세포질 내로 인위적으로 주입하였다고 가정할 때, 이 엽록체는 광합성을 할 수 있을 것인지 기술하고, 그렇게 추론한 이유를 서술하시오 (엽록체에 대한 세포내 거부반응은 없다고 가정함) (6점).

[문제 2-3] 만약 엽록체가 푸른 민달팽이 세포와 공생하며 광합성을 하여 충분한 포도당을 생산할 수 있다고 가정하였을 경우, 이 푸른 민달팽이에 충분한 양의 H_2O , CO_2 , O_2 , 햇빛만을 제공한다면 푸른 민달팽이는 세포 증식이 일어나 성장할 수 있을지를 기술하고, 그렇게 추론한 이유를 서술하시오 (10점).

[문제 2-4] 푸른 민달팽이에 동위원소로 합성한 충분한 양의 $^{14}CO_2$ 와 햇빛을 공급하였을 경우, 동위원소로 표시된 탄소원자는 세포 내 거대분자 (Macromolecule) 어디에서 관찰될 것인지 분자 구조를 배경으로 서술하시오 (6점).

[문제 2-5] 엽록체를 가지고 있지 않은 푸른 민달팽이와, 엽록체를 가지고 있는 푸른 민달팽이를 몇 주간 H_2O 와 O_2 만 공급되는 빛이 없는 어두운 환경에서 생육 시켰을 경우, 엽록체가 없는 푸른 민달팽이는 모두 죽었으나 엽록체를 가지고 있었던 푸른 민달팽이는 생존하였다. 만약 생존한 푸른 민달팽이의 세포에 엽록체가 남아 있지 않았다면, 엽록체를 가지고 있었던 푸른 민달팽이가 생존한 이유와 이 엽록체가 없어진 이유를 추론하여 서술하시오 (10점).

[문제 2-6] 엽록체를 사용할 수 있는 세포를 바이오 에너지 생산에 적용 하고자 한다. 엽록체와 공생하며 광합성 할 수 있는 효모(Yeast)를 인위적으로 개발하였다고 가정하였을 경우, 이 효모를 이용하여 에너지로 이용할 수 있는 알코올 생산 시스템을 만들려고 한다. 엽록체를 가지고 있는 효모를 이용하여 알코올을 생산할 수 있는 방법을 추론하여 기술하시오 (12점).