

2015학년도 논술 고사

자연계열(의학과) 채점기준



성 명	
전 형	
수험번호	



2015학년도 자연계열 논술고사

채점기준

자연계열(오전)
[의학과]

[문제 1-1] <15점> 두 격자점 $(6,5)$ 와 $(7,a)$ 가 좋은 짝꿍이라고 하자. $(6,5)$ 를 m 번, $(7,a)$ 를 n 번 더해 $(2015,b)$ 가 될 때, 가능한 $a+b$ 의 값 중 가장 큰 값을 구하라. (단, m, n 은 0 이상의 정수)

● **풀이**

두 격자점 $(6,5)$ 과 $(7,a)$ 는 좋은 짝꿍이므로 $6a-35 = \pm 1$ 이 된다. a 는 정수이므로 $a = 6$ 이다. $m(6,5) + n(7,6) = (2015,b)$ 이므로, $6m + 7n = 2015$, $5m + 6n = b$ 이다. 따라서 $n = \frac{2015 - 6m}{7}$ 이 되고, $b = 5m + 6n = 5m + 6\left(\frac{2015 - 6m}{7}\right) = \frac{12090}{7} - \frac{m}{7}$ 이다. 따라서 m 이 작을수록 b 값이 증가하고, b 는 정수이므로 $m = 1$ 일 때 b 의 최댓값은 1727이다. 따라서 $a + b = 6 + 1727 = 1733$.

● **채점 기준**

- $a = 6$ 구하기 5점 (구하는 과정에서 $6a-35 = \pm 1$ 의 마이너스 부호가 빠진 경우 2점 감점)
- 식 $6m + 7n = 2015$, $5m + 6n = b$ 적기 +3점
- 완성하기 +7점



2015학년도 자연계열 논술고사

채점기준

자연계열(오전)
(의학과)

[문제 1-2] <15점> 황금 삼각형이란 이등변삼각형 중 밑변과 밑변이 아닌 변사이의 길이의 비가 $1:\varphi$ 인 것을 의미한다. 여기서 φ 는 $x^2 - x - 1 = 0$ 의 양의 실수해로서 황금비로 불린다. 황금 삼각형이 격자다각형이 될 수 있는지 여부에 대하여 논하라.

● 풀이

$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ 이다. 황금 삼각형의 밑변의 길이를 a , 밑변이 아닌 변의 길이를 b 라 하면, $b = \varphi a$ 가 성립하고, 이 삼각형의 높이는 $\sqrt{(\varphi a)^2 - (a/2)^2}$ 이다, 따라서 이 도형의 넓이는

$$\frac{a^2}{2} \sqrt{\varphi^2 - \frac{1}{4}} = \frac{a^2}{2} \sqrt{\varphi + \frac{3}{4}} = \frac{a^2}{4} \sqrt{5 + 2\sqrt{5}}.$$

이다. 만일 황금 삼각형이 격자다각형이라면 a^2 은 정수이다. 한편, $q = \sqrt{5 + 2\sqrt{5}}$ 가 유리수라면 $\sqrt{5} = \frac{q^2 - 5}{2}$ 도 유리수이므로 모순이다. 따라서 q 는 무리수이고, 이 도형의 넓이 또한 무리수이다. 한편 픽의 정리에 따르면 모든 격자 다각형의 넓이는 유리수이므로 모순이다. 따라서 격자다각형인 황금 삼각형은 존재하지 않는다.

● 채점 기준

- 논지가 옳고 황금 삼각형이 격자다각형이 될 수 없다는 결론을 얻은 경우 만점으로 처리하며, 다음과 같은 경우 각 3점 감점 요인이 있음
 - q 가 무리수인 이유가 빠진 경우
 - 격자다각형이므로 a^2 이 정수라는 내용이 빠진 경우
 - 황금비 계산이 잘못된 경우
 - 넓이 또는 높이 계산식이 잘못된 경우
- 황금 삼각형이 격자다각형이 될 수 있다는 결론을 얻은 경우 답안의 수준을 고려하여 3점 이내로 부여할 수 있음.

● 비고

- q 가 무리수인 이유가 황금비가 무리수라는 사실에 근거할 수 있음
- 반드시 넓이의 고려가 필요한 것은 아니며 변의 길이의 제곱 간의 관계로도 풀이 가능



2015학년도 자연계열 논술고사

채점기준

자연계열(오전)
(의학과)

[문제 1-3] <20점> 원점 O를 내부에 포함하고 넓이가 2인 격자 사각형 ABCD가 있다. 이때, 사각형 ABCD의 대각선 중 하나는 O를 지남을 보여라.

● 풀이

픽의 정리에 의하면 이 도형은 꼭짓점 A, B, C, D와 O를 제외하고는 어떤 격자점도 도형의 내부나 변에 포함하지 않는다. 따라서 A와 B, B와 C, C와 D, D와 A는 모두 좋은 짝공이다. A, B, C, D의 네 점을 차례대로 $(x_1, y_1), \dots, (x_4, y_4)$ 라 두자. 한편 원점 O를 내부에 포함하므로 $x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i$ 의 값이 i 와 상관없이 1 또는 -1 로 항상 일정함을 알 수 있다. 일반성을 잃지 않고 이 값을 1이라 하자. 행렬 $\begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{pmatrix}$ 의 역행렬은 $\frac{1}{x_1 y_2 - y_1 x_2} \begin{pmatrix} y_2 & -x_2 \\ -y_1 & x_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_2 & -x_2 \\ -y_1 & x_1 \end{pmatrix}$ 이고 이 행렬 역시 좋은 짝공과 연관된 행렬이다. 이 행렬로 나타나는 일차변환 F 로 네 꼭짓점 A, B, C, D를 보내자. 이때 네 점의 좌표는 각각 $(1, 0), (0, 1), (p, q), (r, s)$ 라 할 수 있고, 여전히 인접한 두 점의 계산 값이 1이므로 $p = -1, s = -1$ 이고, $ps - qr = 1$ 임을 알 수 있다. 따라서 $qr = 0$, 즉, q 와 r 중의 하나는 0이 되어야 한다. 이는 $F(A), O, F(C)$, 혹은 $F(B), O, F(D)$ 이 직선상에 있음을 의미한다. 일차변환 F 에 의해 직선으로 변환되는 도형은 직선이므로 사각형 ABCD의 대각선 중 하나는 O를 지난다.

● 채점 기준

- 꼭짓점 A, B, C, D와 O를 제외하고는 어떤 격자점도 도형의 내부나 변에 포함하지 않음을 적시함 **5점**
- A와 B, B와 C, C와 D, D와 A는 모두 좋은 짝공이 됨을 확인함 **+5점**
- 적절한 일차변환을 도입하여 네 점 중 두 점의 좌표를 $(1, 0), (0, 1)$ 로 가정할 수 있음을 설명함 **+5점**
 - $(1, 0), (0, 1)$ 대신 $(1, 0), (0, -1)$ 로 시작할 수도 있음
 - (일차변환 도입과 같은) 근거 없이 단순화하는 경우 **2점 감점**
- 나머지 두 점이 만족할 관계식을 얻고 이로부터 결론을 도출함 **+5점**
- 특별한 경우로 한정하여 답안을 서술한 경우 합계 **10점** 이내 부여
- 유한 개의 경우만 있다고 하는 경우 합계 **8점** 이내 부여하되 좋은 짝공을 보인 경우 **13점** 이내 부여



2015학년도 자연계열 논술고사

채점기준

자연계열(오전)
(의학과)

<문제2>

[문제 2-1] <15점> 중합효소연쇄반응을 반응단계별로 설명하시오.

<10점>

1 변성단계

DNA의 복제를 위해 시료를 95도 내외로 가열하여 이중나선 구조의 DNA를 단일가닥으로 나누는 과정

2. 프라이머 부착단계

시료의 온도를 50-65도로 낮추어 프라이머를 DNA 에 결합시키는 단계이다.

3. 중합단계

약 72도의 온도에서 DNA 중합효소에 의해 주형 DNA 에 상보적인 DNA가 합성되는 과정이다. 새로운 DNA가 합성되기 위해서는 디옥시리보뉴클레오타이드 (dNTP)가 공급되어야 한다.

<채점기준>

각 단계별 설명이 옳지 않으면 각각 -3점 감점

각 단계별 설명은 옳으나 옳지 않은 내용이 기술되어 있으면 -1점 감점

단계별 순서가 옳지 않으면 -5점 감점

<5점>

A 시료를 이용한 실험에서는 2^{30} 의 DNA분자가 얻어짐

B 시료를 이용한 실험에서는 3×2^{30} 의 DNA분자가 얻어짐

B 시료를 이용한 실험에서는 A 시료를 이용한 실험보다 $3 \times 2^{30} - 2^{30} = 2^{31}$ 의 DNA 분자가 더 많음

반응 전 시료의 DNA 분자의 차이는 B 시료 3분자 - A 시료 1분자 = 2 분자의 차이가 생김. 따라서, 반응 전후의 시료 B와 A의 DNA 분자 양 차이의 비율은 $2^{31} / 2 = 2^{30}$ 배의 차이가 생김.

<채점기준>

반응 전후의 시료 B와 A의 DNA 분자 양 차이의 비의 답이 틀리면 0점 처리

답이 틀려도 중합반응 후 시료 B와 A의 DNA 분자 양의 값이 옳으면 각각 부분점수 1점

단계순서가 틀린 경우는 0점 처리

[문제 2-2] <20점>

<15점>

1. 분석하고자 하는 DNA를 주형으로 하여 상보적인 DNA를 합성하기 위해 dATP, dGTP, dCTP, dTTP 와 같은 dNTP를 공급해주고, DNA 중합효소를 넣어주어 DNA 사슬을 합성하는 중합반응을 일으킨다.



2015학년도 자연계열 논술고사

자연계열(오전) (의학과)

채점기준

2. 이 때 dNTP 와 달리 다이디옥시뉴클레오타이드 (ddNTP)를 넣어 주면 중합반응이 일어나지 않는다.
3. 따라서 dNTP 와 ddNTP를 같이 넣어주면 DNA 합성 중에 상보적인 염기를 가지는 ddNTP 가 결합하고 이때 DNA 사슬의 연장합성이 중지된다. 이때 다양한 길이의 DNA 가 합성된다.
4. 합성된 DNA 사슬의 마지막 염기는 염기종류에 따라 각기 다른 형광물질을 부착시켜 염기 정보를 알 수 있다.
5. 다양한 길이로 합성된 DNA 사슬은 전기영동법을 이용하여 크기에 따라 분리하고 형광표지를 인식하여 DNA 의 염기서열의 순서를 측정할 수 있다.

<채점기준>

- 각 항목당 내용 서술이 옳지 않으면 -3점 감점
- 각 단계별 설명은 옳으나 옳지 않은 내용이 기술되어 있으면 -1점 감점
- 단계순서가 틀린 경우는 0점 처리

<5점> 분석된 염기서열은 중합반응을 통해 얻어지므로 사용된 DNA 시료의 주형서열과 상보적인 서열을 가진다.

5'-AATTTTGGCCT-3' 의 상보 서열인 5'-AGGCGCAAATT-3' 이 DNA 주형 가닥의 염기서열이다.

<채점기준>

- 5'-AATTTTGGCCT-3'로 답한 경우 -3점 감점
- 5'- 3' 표기를 하지 않은 경우 -2점 감점

[문제 2-3] <15점>

<10점>

- (가) mRNA를 역전사효소를 이용하여 cDNA로 합성한다. 이때, 각 시료에 서로 다른 파장을 가지는 형광물질을 표지자로 붙인다.
- (나) 서로 다른 형광표지가 된 동량의 cDNA 시료를 함께 마이크로어레이 칩에 넣어 부착시킨다. 마이크로어레이 칩에는 각각의 유전자를 부착시킬 수 있는 상보적 염기서열로 구성된 프라이머를 가지고 있다.
- (다) 서로 다른 파장의 형광물질로 표지된 시료는 칩의 프라이머와 경쟁적으로 부착이 되고, cDNA 시료의 유전 발현량의 차이에 비례하여 형광물질의 발색 정도를 확인할 수 있다.

<채점기준>

- 각 단계별로 설명이 틀리거나, 핵심단어인 역전사효소, cDNA, 프라이머가 기술되지 않은 경우 -3점씩 감점
- 각 단계별 설명은 옳으나 옳지 않은 내용이 기술되어 있으면 -1점 감점
- 단계순서가 틀린 경우는 0점 처리



2015학년도 자연계열 논술고사

채점기준

자연계열(오전)
[의학과]

<5점>

줄기세포와 정상세포에서 각각의 유전자에 대한 상대적인 발현량을 비교할 수 있다.

황색 형광의 A 유전자는 적색형광으로 표지된 줄기세포 유전자와 녹색형광으로 표지된 정상세포에서 동일한 양으로 발현을 하여 두 색깔의 혼합색인 황색 형광이 나타나고 있음을 의미한다.

B 유전자는 녹색형광이 표지된 정상세포에서 C 유전자는 적색형광이 표지된 줄기세포에서 상대적으로 많이 발현하고 있음을 의미한다.

<채점기준>

A, B, C 모두 옳게 기술한 경우 5점

2개 유전자만 옳은 경우 2점

1개 유전자만 옳은 경우 1점