

2024학년도 논술고사

자연계열(의학과)

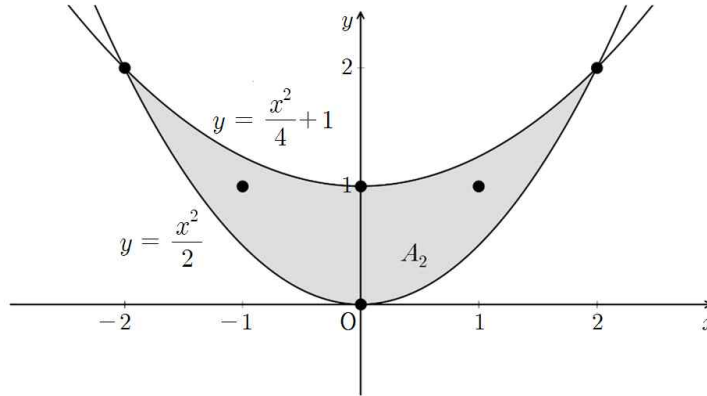


성명	
전형	
수험번호	

표지를 제외한 페이지 수 : 5

[문항 1] (50점) 다음 제시문을 읽고 문제에 답하시오.

(가) 좌표평면 위의 점 P 의 x 좌표와 y 좌표가 모두 정수일 때 점 P 를 ‘정수점’이라 하자. 자연수 n 에 대하여 두 곡선 $y = \frac{x^2}{n}$ 과 $y = \frac{x^2}{2n} + 1$ 로 둘러싸인 도형을 A_n 이라 하자. [그림 1]은 도형 A_2 를 나타낸 것이며 A_2 의 내부 또는 경계 위에 있는 정수점의 개수는 6이다.



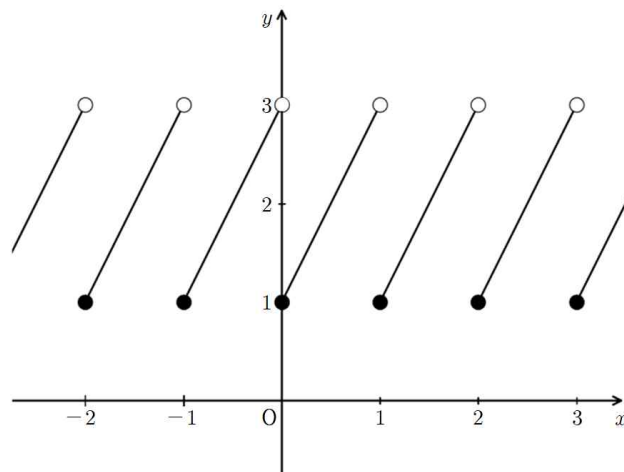
[그림 1]

(나) 함수 f 에 대하여 다음 <조건>을 만족시키는 함수 g 를 f 의 ‘반복함수’라 하자.

<조건>

- ① $0 \leq x < 1$ 이면 $g(x) = f(x)$ 이다.
- ② 모든 실수 x 에 대하여 $g(x) = g(x+1)$ 이다.

예를 들어 $f(x) = 2x + 1$ 일 때 $f(x)$ 의 반복함수 $y = g(x)$ 의 그래프는 [그림 2]와 같다.



[그림 2]



[문제 1-1] (20점) 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하시오.

(1) (8점) A_n 의 넓이가 100 이하이도록 하는 자연수 n 의 최댓값을 구하시오.

(2) (12점) A_n 의 내부 또는 경계 위에 있는 정수점의 개수가 12 이도록 하는 자연수 n 의 값을 모두 구하시오.

[문제 1-2] (30점) 제시문 (가)와 (나)를 읽고 물음에 답하시오.

(1) (8점) 함수 $f(x) = \log_2(x+p)$ 의 반복함수의 그래프 위의 정수점 중 y 좌표의 절댓값이 20 이하인 것이 무수히 많이 존재하도록 하는 모든 양수 p 의 값의 합을 구하시오.

(2) (10점) 최고차항의 계수가 1인 삼차함수 $f(x)$ 의 반복함수를 $g(x)$ 라 하자. 함수 $g(x)$ 가 모든 실수 x 에서 미분가능하고 $g(3) = \sqrt{3}$ 일 때, $g(x)$ 의 최댓값을 구하시오.

(3) (12점) 함수 $f(x) = \cos \pi x$ 의 반복함수를 $g(x)$ 라 하자. $-\frac{1}{2023} < a \leq -\frac{1}{2024}$ 일 때, 직선 $y = ax$ 와 함수 $y = g(x)$ 의 그래프의 교점의 개수로 가능한 수를 모두 구하시오.



[문제 2-1] (4점) 40대 남성이 급격한 체중 증가로 병원을 방문하였다. 의사는 환자의 체중 증가의 원인을 찾고자, 환자가 안정 상태에서 시간당 소비하는 산소의 양을 측정하였다. 그 결과, 환자가 시간당 소비하는 산소의 양이 정상인보다 적음을 확인하였다. 의사는 환자의 체중 감소를 위하여 리라글루티드 투여와 함께 냉수욕을 자주 하도록 조언하였다. 의사가 판단한 체중 증가의 원인이 무엇이었는지 논리적으로 추론하고, 냉수욕을 자주 하도록 조언한 이유를 설명하시오. (단, 골격근의 수축에 의한 몸 떨림이 없는 정도의 냉수욕을 수행한다고 가정한다.)

[문제 2-2] (15점) 제약사에서는 리라글루티드보다 강력한 비만 치료제를 개발하기 위하여, GLP-1의 라이신에 다양한 지방산을 결합해 새로운 GLP-1 변형체를 제작하여 약효를 테스트하였다. 최근에 개발된 변형체A와 GLP-1, 리라글루티드를 실험동물의 혈관에 주사해 얻은 결과는 아래와 같다. GLP-1, 리라글루티드, 변형체A는 모두 동일한 GLP-1 수용체 활성화 능력이 있다고 가정할 때, 다음의 질문들에 답하시오.

	GLP-1 및 변형체 분해 속도 (mg/시간)	위-소장 음식물 이동속도 (g/시간)	음식물 섭취량 (g/일)
대조군 (생리식염수)	0	30	400
GLP-1 (1mg/일)	1	20	300
리라글루티드 (1mg/일)	0.05	10	100
변형체A (1mg/일)	0.0125	5	300

(1) (3점) 변형체A가 리라글루티드에 비하여 더 강력한 비만 치료제가 될 수 있을지 예상하고, 그 이유를 제시하시오.

(2) (6점) 모세혈관의 물질 투과성은 모세혈관이 위치하는 신체 조직에 따라 차이가 있다. 변형체A는 GLP-1에 비하여 위-소장 음식물 이동속도를 늦추는 효과가 크지만, 음식물 섭취를 감소시키는 효과는 GLP-1과 동일한 이유를 지문을 참조하여 추론하시오.

(3) (6점) 위에서 소장으로 음식물이 이동하는 속도를 조절하는 GLP-1의 작용기작은 아직 명확히 밝혀지지 않았다. 다음의 제시문을 읽고, 아래와 같은 결론을 내린 이유를 추론하시오.

위에서 소장으로 음식물이 이동하는 속도는 위 근육의 수축과 이완 속도에 비례한다. 우리 몸은 음식물 섭취로 인한 위의 부피 증가 자극에 대하여, 위 부피를 줄이기 위한 반응으로써 위 근육의 수축과 이완 속도를 증가시킨다. 실험동물에 음식물을 섭취시키고, 동일 양의 변형체A, 리라글루티드, 또는 GLP-1을 주사한 후 위 감각 신경 세포의 ATP 농도를 측정하였다. 실험 결과, 위 감각 신경 세포의 ATP 농도는 변형체A, 리라글루티드, GLP-1 주사군의 순으로 높았다. 이 결과를 바탕으로 GLP-1이 위 감각 세포의 흥분 전달 속도를 늦추는 것으로 결론을 내렸다.



[문제 2-3] (7점) 리라글루티드 혈관주사 요법으로 비만을 치료해 오던 환자가 최근 교통사고를 당하여 척수가 손상되었다. 이 환자는 척수 손상으로 인하여 방광의 수축 기능은 상실되었지만, 확장 기능은 정상이었다. 이 환자에게 리라글루티드를 계속 투여한다면 사고 전과 동일한 비만 치료 효과를 기대할 수 있을지 추론하시오. (단, 환자의 운동량은 사고 전후에 같다고 가정한다.)

[문제 2-4] (4점) 공포 영화 시청이 체중 감소에 효과가 있는지를 확인하기 위하여, 리라글루티드를 투여받는 비만 환자를 두 그룹으로 나누었다. 한 그룹은 일주일 동안 매일 식후 즉시 1시간 동안 공포 영화를 시청하도록 하고, 다른 그룹은 식후 즉시 1시간 동안 안정을 취하도록 하였다. 일주일 후 두 그룹 간의 체중 감소에 차이가 있을지를 예상하고 그 원인을 추론하시오. (비만 환자들은 일주일 동안 동일한 양의 음식물을 섭취하고, 동일한 양의 활동을 한다고 가정한다.)

[문제 2-5] (6점) 현재 제약사에서 리라글루티드를 생산하기 위하여, 화학합성으로 GLP-1을 생산한 후 화학반응으로 지방산을 GLP-1의 라이신에 결합하는 방법을 사용한다. 하지만 이 방법은 GLP-1의 합성 비용이 너무 높다는 단점이 있다. 연구자들이 리라글루티드 생산비용을 줄이기 위하여 GLP-1을 유전자 재조합 기술로 대장균에서 생산하는 방법을 고려하였으나, 화학합성과 동일한 GLP-1을 생산하는 것이 불가능함을 깨달았다. 유전자의 발현 또는 펩타이드의 분리에 관한 문제점이 아니라면, 무엇 때문에 불가능하다고 판단하였는지 추론하시오.

[문제 2-6] (4점) Dinitrophenol(DNP)은 ATP의 합성 없이 미토콘드리아 내막의 수소이온(H^+) 기울기를 감소시키는 화합물이다. 세포에 과량의 DNP를 투여하면 ATP 생산이 감소하여 결국 세포가 사멸한다. 유럽의 한 바이오벤처 회사가 DNP와 유사한 기능의 화합물을 비만 치료제로 개발하였다. 이 회사가 개발한 화합물의 비만 치료의 원리를 추론하시오.

[문제 2-7] (10점) 비만이 단일 인자 유전이라 가정할 때, 실험용 쥐의 교배를 통하여 태어난 새끼의 비율이 항상 아래 표와 같았다. A그룹은 정상 수컷 쥐와 비만 암컷 쥐를 교배하였고, B그룹은 비만 수컷 쥐와 비만 암컷 쥐를 교배하였다. A그룹에서 태어난 새끼 중 비만 암컷 쥐와 B그룹에서 태어난 새끼 중 정상 수컷 쥐를 선택하여 교배한다면, 태어나는 새끼 중 정상 쥐와 비만 쥐의 비율을 제시된 표와 같이 성별에 따라 예상하시오. (가계도를 그리고, 추론 과정을 서술하시오)

A그룹	정상	비만	B그룹	정상	비만
수컷	25%	25%	수컷	25%	25%
암컷	25%	25%	암컷	0%	50%

2024학년도 논술고사

자연계열(의학과) 모범답안



표지를 제외한 페이지 수 : 2

[문항 1]

[문제 1-1]

(1) A_n 의 넓이를 S_n 이라 하자. $\frac{x^2}{n} = \frac{x^2}{2n} + 1$ 에서 $x = \pm \sqrt{2n}$ 이므로

$$S_n = \int_{-\sqrt{2n}}^{\sqrt{2n}} \left(\frac{x^2}{2n} + 1 - \frac{x^2}{n} \right) dx = \left[-\frac{x^3}{6n} + x \right]_{-\sqrt{2n}}^{\sqrt{2n}} = \frac{4\sqrt{2n}}{3}$$

이다. 따라서 $S_n = \frac{4\sqrt{2n}}{3} \leq 100$ 에서 $n \leq \frac{90000}{32} = 2812.5$ 이므로 구하는 자연수 n 의 최댓값은 2812이다.

(2) 두 점 $(0,0)$ 과 $(0,1)$ 은 항상 A_n 의 내부 또는 경계 위에 있는 y 축 위의 정수점이다. 두 곡선 $y = \frac{x^2}{n}$

과 $y = \frac{x^2}{2n} + 1$ 이 y 축에 대하여 대칭이고, A_n 의 내부 또는 경계 위에 있는 정수점의 개수가 12이므로,

제1사분면 위의 정수점의 개수는 5이다. 두 곡선 $y = \frac{x^2}{n}$ 과 $y = \frac{x^2}{2n} + 1$ 의 교점의 좌표는 $(\pm \sqrt{2n}, 2)$ 이다. 따라서 점 (p,q) 가 A_n 의 내부 또는 경계 위에 있는 제1사분면 위의 정수점일 때 p 는 자연수이고, $q = 1$ 또는 $q = 2$ 이다.

(i) $\sqrt{2n}$ 이 정수인 경우

두 곡선의 교점 $(\sqrt{2n}, 2)$ 는 A_n 의 경계 위에 있는 제1사분면의 정수점이므로 $(p,1)$ 꼴의 정수점의 개수가 4이다. $y = 1$ 일 때 제1사분면의 A_n 의 경계 위에 있는 점의 x 좌표는 $x^2 = n$ 을 만족한다. 따라서 $(p,1)$ 꼴의 정수점의 개수가 4가 되려면 $16 \leq n < 25$ 를 만족해야 한다. 또한 $\sqrt{2n}$ 이 정수이므로 $n = 18$ 이다.

(ii) $\sqrt{2n}$ 이 정수가 아닌 경우

$(p,2)$ 꼴의 정수점은 존재하지 않으므로 $(p,1)$ 꼴의 정수점의 개수가 5이다. (i)과 마찬가지로 이 경우에는 $25 \leq n < 36$ 을 만족해야 한다. 또한 $\sqrt{2n}$ 이 정수가 아니므로 $25 \leq n < 36$ 이고 $n \neq 32$ 이다.

(i), (ii)에 의하여 구하는 모든 자연수 n 의 값은 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35이다.

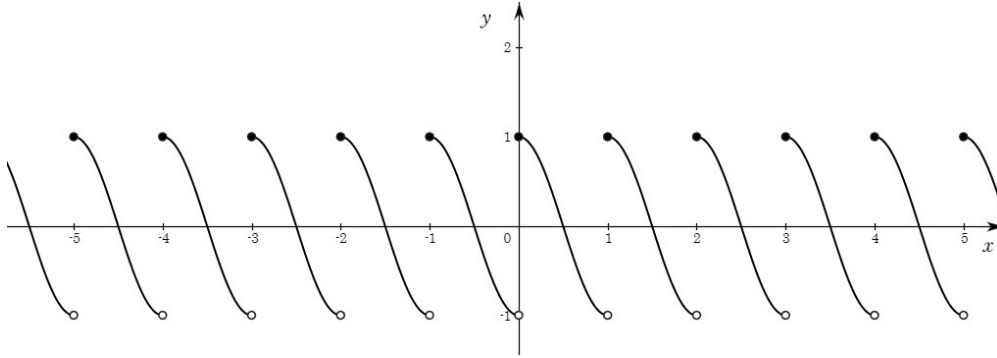
[문제 1-2]

(1) 함수 $f(x) = \log_2(x+p)$ 의 반복함수의 그래프 위에 정수점이 존재하려면 $f(0)$ 의 값이 정수이어야 하고 이때 정수점은 무수히 많다. 따라서 $|f(0)| = |\log_2 p|$ 의 값은 20 이하의 정수이므로 $p = 2^{-20}, 2^{-19}, 2^{-18}, \dots, 2^{19}, 2^{20}$ 이다. 따라서 구하는 모든 양수 p 의 값의 합은 등비수열의 합에 의하여 $\frac{2^{-20}(2^{41}-1)}{2-1} = 2^{21} - 2^{-20}$ 이다.

(2) $g(x)$ 가 모든 실수 x 에서 미분가능하므로 $f'(0) = f'(1)$, $f(0) = f(1)$ 이다. 또한 $\sqrt{3} = g(3) = g(0) = f(0) = f(1)$ 이므로 상수 a 에 대하여 $f(x) = x(x-1)(x-a) + \sqrt{3}$ 이다. $f'(0) = a$, $f'(1) = 1-a$ 이므로 $a = \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 $f(x) = x\left(x - \frac{1}{2}\right)(x-1) + \sqrt{3} = x^3 - \frac{3}{2}x^2 + \frac{1}{2}x + \sqrt{3}$ 이므로 $0 \leq x < 1$ 에서 함수 $y = f(x)$ 의 그래프의 개형을 살펴보면 함수 $g(x)$ 의 최댓값은 함수 $f(x)$ 의 극댓값임을

알 수 있다. $f'(x) = 3x^2 - 3x + \frac{1}{2} = 0$ 에서 $x = \frac{3 \pm \sqrt{3}}{6}$ 이므로 $f(x)$ 는 $x = \frac{3 - \sqrt{3}}{6}$ 에서 극대이다. 따라서 구하는 $g(x)$ 의 최댓값은 $f\left(\frac{3 - \sqrt{3}}{6}\right) = \frac{37\sqrt{3}}{36}$ 이다.

(3) 함수 $y = g(x)$ 의 그래프는 그림과 같다.



함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 의 교점의 개수를 p 라 하자.

(i) $a = -\frac{1}{2024}$ 인 경우

제2사분면에 2025개의 교점이 있고, 제4사분면에 2024개의 교점이 있다. 즉, $p = 4049$ 이다.

(ii) $-\frac{1}{2023} < a < -\frac{1}{2024}$ 인 경우

- $-2024 < x < -2023$ 에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 만나지 않는 경우 제2사분면에 2023개의 교점이 있고 제4사분면에 2023개의 교점이 있다. 즉, $p = 4046$ 이다.
- $-2024 < x < -2023$ 인 한 점에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 접하는 경우 제2사분면에 2024개의 교점이 있고 제4사분면에 2024개의 교점이 있다. 즉, $p = 4048$ 이다.
- $-2024 < x < -2023$ 에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 두 점에서 만나는 경우 제2사분면에 2025개의 교점이 있고 제4사분면에 2025개의 교점이 있다. 즉, $p = 4050$ 이다.

(i)~(ii)에 의하여 구하는 교점의 개수로 가능한 수는 4046, 4048, 4049, 4050이다.

2024학년도 논술고사

자연계열(의학과) 채점기준



표지를 제외한 페이지 수 : 4



2024학년도 자연계열(의학과) 채점기준

자연계열
(의학과)

하위 문항	채점 기준	배점
[1-1] (1)	교점의 x 좌표를 구함	2점
	구하고자 하는 적분의 식을 적음	2점
	정적분을 올바르게 계산함	2점
	문제에서 제시한 성질을 만족하는 자연수 n 의 최댓값을 구함	2점
[1-1] (2)	y 좌표가 1인 경우와 2인 경우 정수점이 만족하는 성질을 이해함	4점
	$n = 18$ 을 구함	2점
	$n \neq 32$ 을 관찰함	2점
	문제에서 제시한 성질을 만족하는 자연수 n 을 모두 구함	4점

하위 문항	채점 기준	배점
[1-2] (1)	정수점이 존재하려면 $f(0)$ 이 정수여야 한다는 사실을 관찰	3점
	$f(0) = \log_2 p$ 는 절댓값이 20 이하인 정수임을 관찰	2점
	등비수열임을 이해하고 합을 올바르게 구함	3점
[1-2] (2)	$f(x)$ 를 올바르게 구함	4점
	$y = g(x)$ 의 최댓값은 $y = f(x)$ 의 극댓값임을 관찰함	3점
	$y = f(x)$ 의 극댓값을 올바르게 구함	3점
[1-2] (3)	$a = -\frac{1}{2024}$ 일 때, 직선 $y = ax$ 와 함수 $y = g(x)$ 의 그래프의 관계를 이해하여 교점의 수를 구함	3점
	$-\frac{1}{2023} < a < -\frac{1}{2024}$ 일 때, $-2024 < x < -2023$ 에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 만나지 않는 경우를 이해하여 교점의 수를 구함	3점
	$-\frac{1}{2023} < a < -\frac{1}{2024}$ 일 때, $-2024 < x < -2023$ 에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 접하는 경우를 이해하여 교점의 수를 구함	3점
	$-\frac{1}{2023} < a < -\frac{1}{2024}$ 일 때, $-2024 < x < -2023$ 에서 함수 $y = g(x)$ 의 그래프와 직선 $y = ax$ 가 두 점에서 만나는 경우를 이해하여 교점의 수를 구함	3점



2024학년도 자연계열(의학과) 채점기준

자연계열
(의학과)

[문제 2-1] (4점) [채점 기준]

	점수
에너지는 ATP 형태와 열에너지 형태로 소모됨	1
산소 소비량은 에너지 소모량에 비례함	1
안정 상태에서의 에너지 소모량 감소(기초 대사량의 감소)로 체중 증가	1
냉수욕으로 체온감소, 이로 인한 열 방출(또는 열 생산) 증가로 에너지 소모량 증가 (또는 에너지 소모 증가)	1

[문제 2-2] (15점)

(1) (3점) [채점 기준]

	점수
에너지 (음식물) 섭취가 많아 비만 효과가 적을 것임	3

(2) (6점) [채점 기준]

	점수
호르몬은 모세혈관(또는 혈관)을 빠져나와 표적 세포에 도달함	2
변형체A가 위의 모세혈관에서는 빠져나와 감각 신경 세포에 작용함	2
변형체A가 간뇌의 모세혈관에서는 빠져나오지 못하여 간뇌의 뇌세포에 작용하지 못함	2

(3) (6점) [채점 기준]

	점수
감각 신경 세포(뉴런)의 흥분 전달(또는 흥분의 전도) 과정에 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ (나트륨-칼륨) 펌프의 역할	3
감각 신경 세포(뉴런)의 흥분 전달(또는 흥분의 전도) 과정에 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ (나트륨-칼륨) 펌프의 ATP 사용	3



2024학년도 자연계열(의학과) 채점기준

자연계열
(의학과)

[문제 2-3] (7점) [채점 기준]

	점수
척수의 위치에 따라 신경으로 연결된 장기가 다르므로 손상된 척수 부위 이후로 연결된 장기는 정보 교환을 할 수 없음	2
척수 절단 부위는 방광의 확장을 일으키는 교감 신경과 수축을 일으키는 부교감 신경 사이. 위의 감각 신경들과 위의 운동을 조절하는 신경들은 방광의 확장을 일으키는 신경보다 척수의 위쪽에 연결되어 있음	4
리라글루티드 주사는 위의 감각 신경들과 간뇌 뇌세포에 모두 작동할 수 있음 (또는 체중 증가 억제 효과가 있음)	1

[문제 2-4] (4점) [채점 기준]

	점수
공포 영화 시청은 교감신경을 활성화시킴	1
교감 신경의 활성화는 심장 박동 촉진 등으로 기초 대사량을 늘림 (또는 에너지 소모가 늘어감)	1
교감 신경의 활성화는 소화관 운동 억제를 통하여 포만감을 길게 유지하도록 유도하여 음식물 섭취를 줄임 (또는 에너지 섭취를 줄임)	2

[문제 2-5] (6점) [채점 기준]

	점수
개시단계에서 리보솜 소단위체에 mRNA와 메싸이오닌을 가진 개시 tRNA가 결합하여 시작하므로, 생체에서 생산되는 모든 단백질(또는 펩타이드)들은 모두 메싸이오닌을 N-말단(또는 맨 앞)에 가짐	4
GLP-1은 N-말단(또는 맨 앞)이 히스티딘이므로 대장균에서 생산된 GLP-1은 이후 메싸이오닌을 제거해야 함	2

[문제 2-6] (4점) [채점 기준]

	점수
수소이온(H^+) 기울기에 의하여 ATP가 생산되므로 DNP(또는 화합물)는 수소이온 기울기를 감소시키므로 ATP 생산효율을 떨어지게 함	3
감소된 ATP 생산량을 만회하기 위해서는 더 많은 에너지를 사용하게 되므로 체중 감소의 효과를 예상할 수 있음.	1



2024학년도 자연계열(의학과) 채점기준

자연계열
[의학과]

[문제 2-7] (10점) [채점 기준]

	점수
비만 유전자는 우성이어야 하며, 성염색체 유전(또는 성염색체에 존재, X 염색체에 존재)이어야 함	2
가계도에 유전자형을 표시하여 작성한 경우 (알파벳은 임의 사용 가능)	6
가계도에 유전자형이 표시안 된 경우 감점 3점	
가계도가 틀린 경우 감점 6점	
가계도 미완성인 경우 감점 3점	
태어나는 새끼는 정상 수컷 25%, 비만 수컷 25%, 정상 암컷 25%, 비만 암컷 25%	2