



2017학년도 논술고사

자연계열 (의학과)



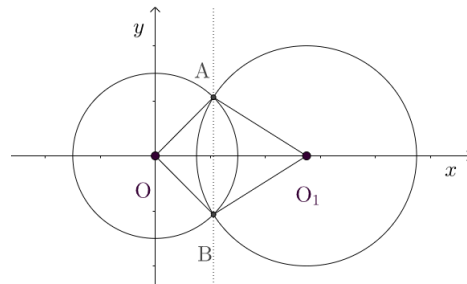
성 명	
전 형	
수험번호	

표지를 제외한 페이지 수 : 4

[문항1] <50점> 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

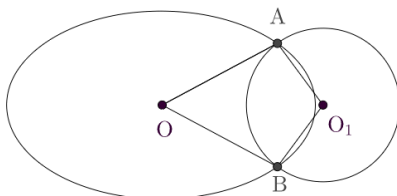
(가) 이차곡선을 원뿔곡선이라고 부르는 것은 그리스 시대 수학자들의 연구와 관련이 있다. 'Ellipse', 'Parabola', 'Hyperbola' 는 각각 그리스어 '모자라다', '적당하다', '초과하다'는 뜻을 가지고 있으며 원뿔의 단면과 밑면이 이루는 각과 모서리와 밑면이 이루는 각 사이의 관계와 관련이 있다. 이런 이차곡선은 산업현장에서 다양하게 사용되고 있으며 이차곡선들의 교점과 관련된 문제는 수학 이외의 분야에 자주 나타나고 있다.

(나) 원 $x^2 + y^2 = r_1^2$ 과 원 $(x-d)^2 + y^2 = r_2^2$ 이 그림과 같이 만나고 있다. (단, $r_1^2 + r_2^2 \leq d^2$)

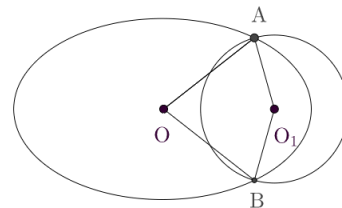


[그림 1]

(다) 타원과 원의 교점이 2개인 경우, [그림 2]처럼 교점 두 개와 원의 중심 O_1 을 잇는 두 선분(선분 AO_1 와 BO_1)이 각각 타원과 두 점에서 만나거나 [그림 3]처럼 교점 두 개와 점 O 를 잇는 두 선분(선분 AO 와 BO)이 각각 원과 두 점에서 만날 수도 있다.



[그림 2]



[그림 3]

[문제 1-1] (7점) 제시문 (나)에서 두 원의 교점을 A, B라 하고, $\theta_1 = \angle AOB$, $\theta_2 = \angle AO_1B$ 라 할 때 두 원에 의하여 동시에 둘러싸인 영역의 넓이를 θ_1 과 θ_2 로 나타내시오.

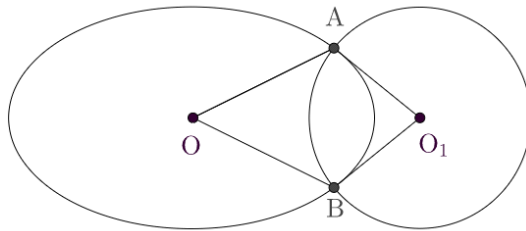
[문제 1-2] 제시문 (다)를 읽고 다음 논제에 답하시오.

(1) (12점) 타원 $\frac{x^2}{4} + y^2 = 1$ 과 원 $(x-d)^2 + y^2 = 1$ 의 교점의 개수를 d 에 따라 구하고 그 근거를 보이시오. (단, $d \geq 0$)

(2) (9점) 타원 $x^2 + \frac{y^2}{4} = 1$ 과 원 $(x-d)^2 + y^2 = 3^2$ 의 교점의 개수를 d 에 따라 구하시오. (단, $d \geq 0$)

[문제 1-3] 타원 $\frac{x^2}{4} + y^2 = 1$ 과 원 $(x-d)^2 + y^2 = 1$ 을 생각하자.

(1) (12점) 제시문 (다)에서 나타나는 경우와는 다르게 사각형 $OA O_1 B$ 가 ‘타원과 원에 의해 동시에 둘러싸인 영역’을 포함하도록 하는 값 d 의 범위를 구하시오.



(2) (10점) 위에서 구한 d 의 값 중 가장 작은 값에 대하여, 타원과 원에 의하여 동시에 둘러싸인 영역의 넓이를 구하여라. (단, 필요하면 $\theta_1 = \angle AOB$ 과 $\theta_2 = \angle AO_1B$ 를 사용하여 넓이를 표시할 수 있다.)

[문항2] <50점> 다음 제시문을 읽고 논제에 답하시오.

현재까지의 통념을 뒤흔드는 새로운 연구 결과들은 학계의 큰 주목을 받게 되지만, 다른 연구팀들에 의해 그 결과가 재현되지 않을 경우 해당 연구 학설이 기각되거나 연구의 결과에 대한 해석이 바뀌게 된다. 2010년 12월 미국 항공우주국 (NASA) 연구소는 캘리포니아주 요세미티 국립공원 모노 호수 (Mono Lake)에서 발견된 박테리아 GFAJ-1에 관해 획기적인 연구 결과를 발표하였다. 이 연구팀은 모노 호수처럼 비소 (As) 농도가 비정상적으로 높고 (평균 200 μM) 염기성이 강한 혹독한 환경에서도 증식하는 GFAJ-1 박테리아의 경우 생명체의 필수 원소 중 하나인 인 (P) 대신에 비소 (As)를 사용하여 생존할 수 있다는 새로운 학설을 제시하였다.

인 (P)은 세포 내에 주로 인산 이온 (PO_4^{3-})의 형태로 존재한다. 이 연구팀은 GFAJ-1 박테리아를 키우는 배지에 인 (P) 없이 비소를 AsO_4^{3-} 의 형태로 첨가한 경우에도 이 박테리아가 증식하는 것을 확인함으로써, 인 (P) 대신에 비소 (As)를 사용하여 살 수 있는 박테리아가 존재한다는 연구 결과를 발표하였다. GFAJ-1 박테리아를 분쇄하여 인 (P)과 비소 (As)의 양을 분석한 결과 인 (P)을 포함한 배지에서 배양한 경우에는 인 (P)의 양이 0.54% (dry weight) 정도로 측정되었지만, 인 (P)없이 비소 (As)를 넣어준 경우에는 인 (P)의 양이 0.02%로 감소하였고, 비소 (As)의 양은 0.001%에서 0.19%로 증가하였다. 비소 (As)는 인 (P)에 비해 분자량은 크지만 같은 주기율표에 위치하며, 주기율표에서 같은 족에 있는 원소들은 화학적으로 비슷한 성질을 가질 수 있으므로, GFAJ-1 박테리아에서 비소 (As)가 인 (P)의 역할을 대체 할 수 있다는 학설을 제안하였다. 이는 독성을 유발하는 원소라고 여겨져 온 비소 (As)가 생명체에서 새로운 역할을 가질 수 있음을 시사하는 중요 연구 결과이며, 지구와는 환경이 다른 외계에 필수 원소를 달리 갖는 생물체가 존재할 수 있다는 것을 시사하는 결과여서 과학계에 큰 파장을 일으켰다. 이 실험을 재현하기 위하여 여러 연구팀에서 후속 연구가 진행되었다. 그러나 GFAJ-1 박테리아가 인 (P) 대신 비소 (As)를 포함하는 배지에서 성장할 수 있다는 사실은 재현되었지만, 이 박테리아를 분쇄한 후 거대 분자 내에 존재하는 인 (P)과 비소 (As)의 함량을 정밀 분석한 결과, GFAJ-1 박테리아의 생존에 필요한 인 (P)을 비소 (As)가 대체할 수 없다는 공통된 결론에 도달하였다.

[문제 2-1] 비소 (As)와 인 (P)이 다음과 같이 다르게 포함된 배지에서 GFAJ-1 박테리아를 배양하였다. NASA 연구팀의 가설이 옳다고 가정할 때 GFAJ-1 박테리아의 성장 속도가 가장 빠른 배지 조건부터 가장 느린 조건의 순으로 배열하고, 그렇게 추론한 이유를 설명하시오 (5점).

- ① 비소 (As) (-)/인 (P) (+) 배지
- ② 비소 (As) (+)/인 (P) (-) 배지
- ③ 비소 (As) (-)/인 (P) (-) 배지

[문제 2-2] NASA 연구팀의 결과에서처럼 GFAJ-1 박테리아 내의 인 (P)이 비소 (As)로 완전히 대체되었다고 가정할 때, 비소 (As)는 어떤 종류의 생체 거대분자 (macromolecule)에서 발견될 수 있는지 답하고, 그 이유를 거대분자 구조에 기초하여 설명하시오 (15점).

[문제 2-3] 만약 인(P)을 비소 (As)로 대체 할 수 있는 진핵 세포가 존재한다고 가정할 경우, 인 (P)을 사용하는 진핵 세포와 비소 (As)를 사용하는 진핵 세포에서 미토콘드리아 내의 대사과정에 어떤 차이가 있을지를 비교하여 설명하시오 (10점).



[문제 2-4] GFAJ-1 박테리아 내의 인 (P)이 비소 (As)로 완전히 대체되었다고 가정할 경우, 이 박테리아의 유전자 서열을 분석하고자 한다. 다이디옥시 사슬 종결법을 이용한 유전자 서열 분석이 가능할지 또는 불가능할지를 답하고, 그렇게 추론한 이유를 실험 원리에 기반하여 설명하시오 (10점).

[문제 2-5] 비소 (As)가 생체 거대 분자 내에 존재하는 인 (P)을 대체할 수 있다는 NASA 연구팀의 학설은 여러 연구팀에 의해 반박되었다. 인 (P) 없이 비소 (As)를 함유하는 배지에서 오랫동안 못 자라던 GFAJ-1 박테리아가 한참 후에 성장이 재개되는 것이 여러 연구팀에 의해 관찰되었다. 과학자들은 극소수의 박테리아가 생존할 수 있었던 이유에 대해 이들이 비소 (As)를 이용하여 살아남은 것이 아니라, 비소 (As)에 대한 내성을 획득했기 때문이라고 추론하였다. 비소 (As)에 대한 내성을 획득한 박테리아로부터 생체 거대분자를 분리하여 정밀 분석하였을 때 인 (P)은 검출되었으나 비소 (As)는 발견되지 않았다면, 거대 분자에 포함된 인 (P)은 어디서 생겨 난 것인지를 추론하여 설명하시오 (10점).