

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/물리)
문제지

지원 전형	일반(논술) 전형	모집 단위		수험 번호		성 명		응시 번호		감독 확인	
----------	-----------	----------	--	----------	--	--------	--	----------	--	----------	--

【문제 1】 다음 질문에 답하시오. (60점)

원점을 중심으로 각의 크기 θ 만큼 회전하는 회전변환의 행렬을

$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

라 하자. 행렬 사이의 곱 연산을 이용하여 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$g_n(x) = (\cos x \quad \sin x) \begin{pmatrix} n & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}$$

$$f_n(x) = (\cos x \quad \sin x) R_a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -n \end{pmatrix} R_{-a} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad a \text{는 상수}$$

(문제 1-1) 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 식을 구하고 $n=3, a=0$ 인 경우 두 함수의 한 주기 그래프의 개형을 하나의 좌표평면에 그리시오. (15점)

(문제 1-2) 상수 a 값에 따라 함수 $f_n(x)$ 의 그래프는 위치가 달라진다. 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접하는 a 값을 모두 구하고 그 중의 하나를 택하여 그래프를 그리시오. 그리고 그 접점에서의 접선의 기울기를 구하시오. (15점)

(문제 1-3) 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접한 경우에 이 함수들과 유사하게 정의된 함수

$$h(x) = (\cos x \quad \sin x) R_b \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & -k \end{pmatrix} R_{-b} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad b \text{와 } k \text{는 상수}$$

에 대하여 모든 점에서 부등식 $f_3(x) \leq h(x) \leq g_3(x)$ 가 성립하도록 상수 b 와 k 의 값을 구하시오. (15점)

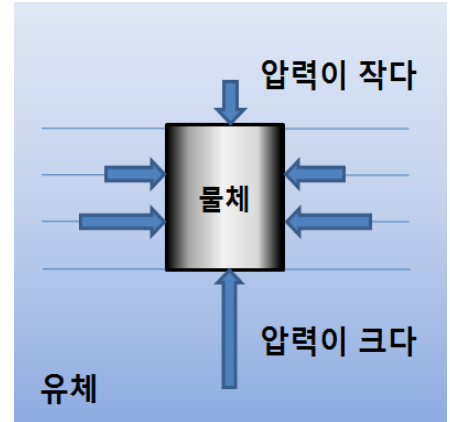
(문제 1-4) 위 문제에서 두 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 n 이 커지면 어떻게 될지 논하시오. (15점)

(뒷면에 계속)

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/물리) 문제지

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오. (40 점)

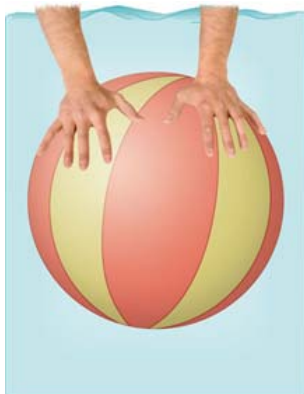
(가) 부력은 중력이 작용하는 공간에서 깊이에 따른 압력의 차이로 생기는 힘이다. <그림 1>처럼, 유체 속에서의 압력은 아래로 갈수록 커지기 때문에 위에서 아래로 누르는 힘(압력)보다 아래에서 위로 누르는 힘이 더 세고, 옆면으로 작용하는 알짜 힘은 서로 상쇄되어 없다. 따라서 어떤 물체가 유체 속에 있으면 압력 차이에 의한 힘의 합력의 방향은 위쪽이 된다. 이렇게 압력의 총합에 의해 나타나는 힘을 부력이라고 한다.



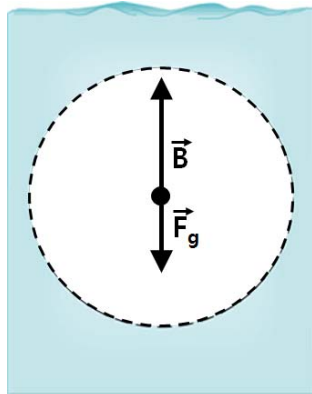
<그림 1>

(나) 부력은 물과 같은 액체에서만 나타나는 것이 아니라 기체에서도 나타난다. 공기 중에 있는 열기구(air balloon)는 열기구에 작용하는 부력과 열기구의 무게 차이에 의해 위아래로 움직일 수 있다. 다만, 대기 중에서는 우리의 몸이 물속에서 보다 부력의 차이가 작아서 느끼지 못할 뿐이다.

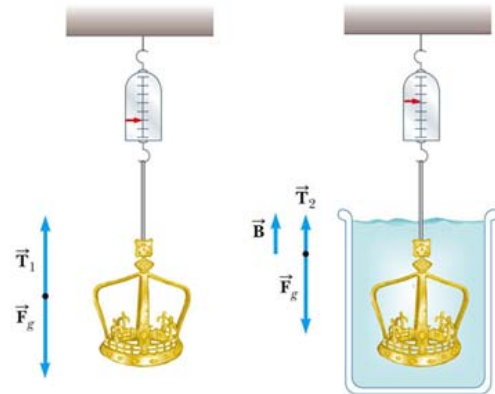
(다) 물체는 전체 또는 일부가 유체 속에 잠겨 있을 때 그 물체에 의해 밀려난 유체의 무게와 같은 크기의 힘을 부력으로 받는다. 이것을 아르키메데스 법칙이라고 한다. 예를 들어 <그림 2>와 <그림 3>처럼 물속에 잠긴 비치볼에 작용하는 부력 \vec{B} 은 비치볼 크기의 물의 무게와 같고 중력 \vec{F}_g 과는 반대 방향으로 작용한다. 비치볼과 내부의 공기는 물보다 가벼우므로 알짜힘 $\vec{B} - \vec{F}_g$ 은 위 방향으로 작용하고 누르고 있는 손을 놓게 되면 비치볼은 떠오르게 된다.



<그림 2>



<그림 3>

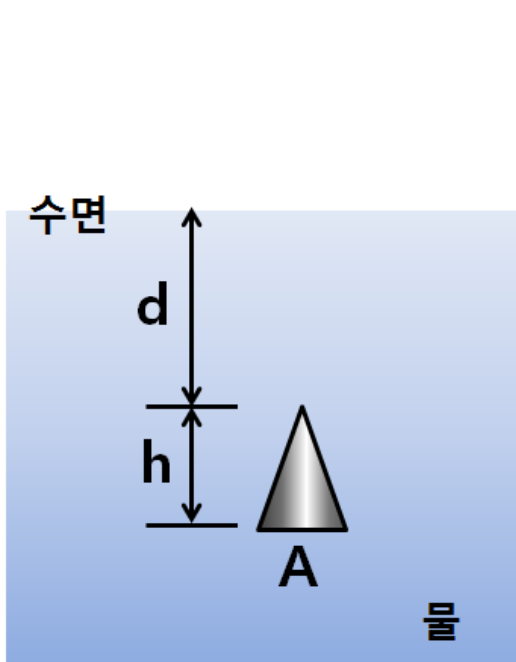


<그림 4>

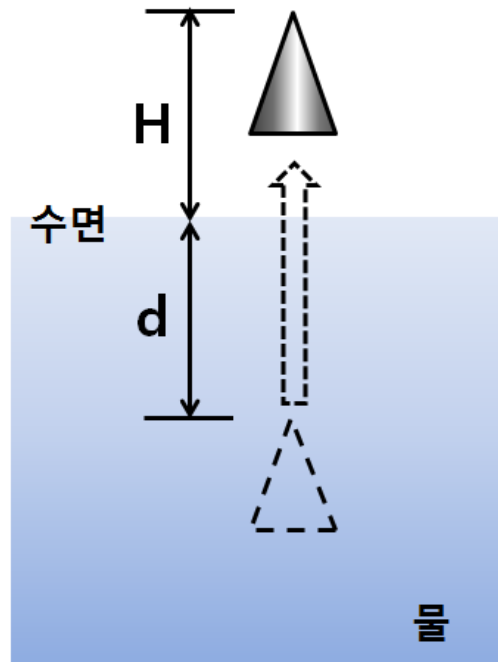
(라) 아르키메데스 법칙과 관련된 일화는 다음과 같다. 아르키메데스는 천문학자 피라쿠스의 아들이었다. 그가 이집트로 유학을 갔다가 돌아와서 피라쿠스가 히에론왕에게 아르키메데스를 인사시키러 갔다. 마침 왕은 새로 만든 왕관이 순금으로 만들어졌는지, 아니면 다른 물질과 섞였는지 궁금해 하던 참이었다. 왕이 이 문제를 풀어달라고 아르키메데스에게 부탁을 하자, 아르키메데스는 하루나 이틀의 시간을 요청했다. 아버지 피라쿠스와 같이 목욕을 하러 갔을 때 아버지 욕조의 물은 넘치지 않는데, 자기 욕조의 물은 넘치는 것을 보고 갑자기 고민하던 문제의 해결책이 생각이 난 아르키메데스는“유레카”(“알았다”라는 뜻의 그리스어)를 외치면서 기쁜 마음에 알몸인 줄도 모른 채 밖으로 뛰어나갔다고 한다. 그는 <그림 4>처럼 왕관의 무게를 공기와 물속에서 측정하였다. 공기중에서와 물속에서의 부력의 차이로 인한 무게의 차이(\vec{T}_1 과 \vec{T}_2 의 차이)를 이용하여 왕관의 밀도를 알아냈다. 그렇게 알게 된 왕관의 밀도와 이미 알고있는 순금의 밀도를 비교하여 왕관이 순금이 아님을 밝혀냈다.

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/물리)
문제지

<그림 5>와 같이 밑면의 단면적이 A 이고 높이가 h 인 원뿔형 물체가 깊이가 d (수면과 원뿔의 꼭지점 사이의 거리)인 물 속에 정지해 있다가 떠오르기 시작하여 <그림 6>처럼 높이 H (수면과 원뿔의 꼭지점 사이의 거리)까지 올라간다. 여기에서 물의 비중은 ρ_W , 물체의 비중은 $\rho_O = \frac{1}{2}\rho_W$ 이고 중력가속도는 g 이다. 또한 물에 의한 중력과 부력을 제외한 다른 힘(예를 들면, 물체와 물의 경계면에 작용하는 다른 마찰력, 표면장력, 공기에 의한 부력 등)은 없다고 가정한다.

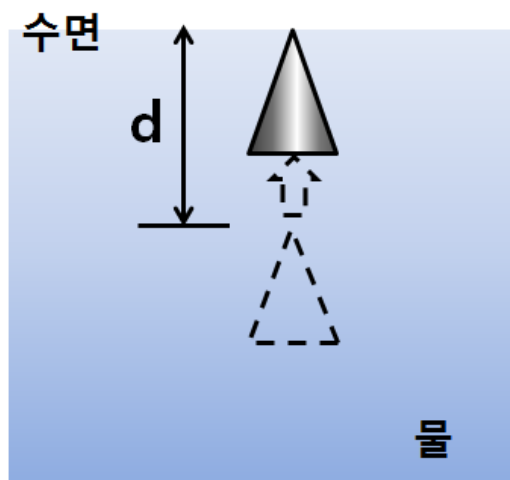


<그림 5>



<그림 6>


(문제 2-1) 물체가 부력으로 인해 떠올라 <그림 7>처럼 원뿔의 꼭지점이 수면에 닿았을 때의 물체의 속도를 추론하시오. (10점)



<그림 7>

(문제 2-2) 물체가 물속에서부터 시작하여 공기 중에 최대높이까지 올라갈 때, 물체의 속도가 최대가 되는 물체의 위치를 구하고 설명하시오. (15점)

(문제 2-3) <그림 6>처럼 물체가 물을 벗어나 올라갈 수 있는 최대 높이 H (수면과 원뿔의 꼭지점 사이의 거리)를 유추하시오. (15점)


2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/화학) 문제지

지원전형	일반(논술) 전형	모집단위		수험번호		성명		응시번호		감독확인	
------	-----------	------	--	------	--	----	--	------	--	------	--

【문제 1】 다음 질문에 답하십시오. (60점)

원점을 중심으로 각의 크기 θ 만큼 회전하는 회전변환의 행렬을

$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

라 하자. 행렬 사이의 곱 연산을 이용하여 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$g_n(x) = (\cos x \quad \sin x) \begin{pmatrix} n & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}$$

$$f_n(x) = (\cos x \quad \sin x) R_a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -n \end{pmatrix} R_{-a} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad a \text{는 상수}$$

(문제 1-1) 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 식을 구하고 $n=3, a=0$ 인 경우 두 함수의 한 주기 그래프의 개형을 하나의 좌표평면에 그리시오. (15점)

(문제 1-2) 상수 a 값에 따라 함수 $f_n(x)$ 의 그래프는 위치가 달라진다. 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접하는 a 값을 모두 구하고 그 중의 하나를 택하여 그래프를 그리시오. 그리고 그 접점에서의 접선의 기울기를 구하십시오. (15점)

(문제 1-3) 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접한 경우에 이 함수들과 유사하게 정의된 함수

$$h(x) = (\cos x \quad \sin x) R_b \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & -k \end{pmatrix} R_{-b} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad b \text{와 } k \text{는 상수}$$

에 대하여 모든 점에서 부등식 $f_3(x) \leq h(x) \leq g_3(x)$ 가 성립하도록 상수 b 와 k 의 값을 구하십시오. (15점)

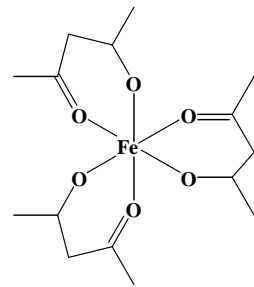
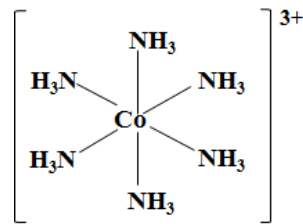
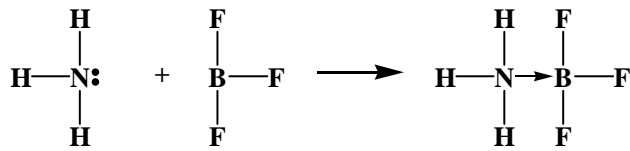
(문제 1-4) 위 문제에서 두 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 n 이 커지면 어떻게 될지 논하십시오. (15점)

(뒷면에 계속)

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/화학) 문제지

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하시오. (40점)

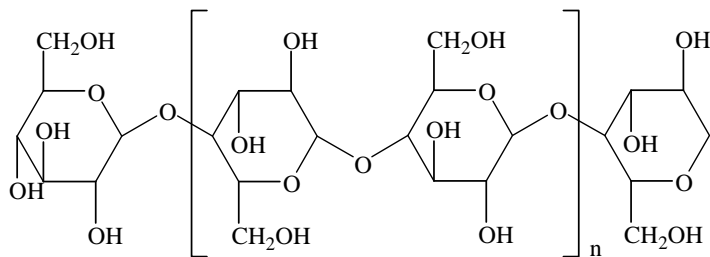
(가) 수소(H₂)나 염소(Cl₂)와 같은 비금속의 홑원소 물질은 두 개의 원자가 전자를 서로 공유하여 분자를 형성한다. 물(H₂O)이나 염화수소(HCl), 탄소화합물인 에테인(C₂H₆)과 같은 화합물의 경우도 전자를 서로 공유하여 공유결합을 형성한다. 원자들이 전자를 서로 주고받거나 공유하여 화학결합이 형성되면 화합물을 이루는 원자들은 옥텟 규칙을 만족시키고, 물질은 화학 결합을 통해 더 안정화된다. 분자 중에는 삼플루오린화붕소(BF₃)와 같이 옥텟 규칙을 만족시키지 못하는 분자들도 있다. BF₃ 분자는 <그림 1>에서처럼 NH₃로부터 비공유 전자쌍을 일방적으로 제공받아서 옥텟을 만족시키기도 하는데, 이를 배위결합이라고 한다. 금속 양이온의 비어 있는 d-오비탈에 리간드의 비공유 전자쌍이 배위결합한 몇 가지 화합물의 구조가 <그림 2>에 제시되어 있다.



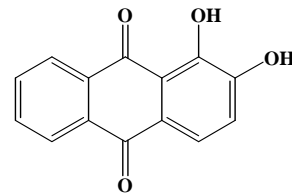
<그림 1> BF₃와 NH₃의 배위결합(구조식의 화살표는 전자가 제공되는 방향을 나타냄) <그림 2> 금속 양이온이 포함된 배위결합 화합물(헥사암민코발트(좌), 트리스아세틸아세토나토철(우))

(나) 뉴욕 시의 공공도서관은 책 선반의 길이가 88마일에 이르는데, 이 중 36마일 정도의 선반 위에 놓인 책들의 종이 가 표지 사이에서 서서히 분해되고 있다. 15-18세기에 발간된 책들은 여전히 보존상태가 우수한 반면, 19세기 이후에 발간된 책들은 오히려 분해되고 있다. 19세기에는 종이를 대량으로 생산하기 위하여 종이를 제조할 때 많은 양의 명반(Al₂(SO₄)₃)을 첨가하였는데, 이 명반이 공기 중의 수증기와 반응하여 종이를 분해하는 데 결정적인 작용을 하고 있다. 종이는 주로 <그림 3>과 같은 셀룰로스 고분자로 이루어지는데, 고분자는 작은 분자량의 단량체가 반복적으로 길게 이어져서 만들어진 분자량이 큰 화합물을 말한다.

(다) 면(Cotton)은 대부분 <그림 3>과 같은 셀룰로스 섬유질로 이루어져 있다. 면과 같은 섬유 식물에 염료가 직접 물 들기 힘들 경우 염료를 고착시키기 위하여 매염제를 처리하는 경우가 많다. 매염제 처리를 하면 섬유에 대한 염료의 염착량(실이나 천에 염료가 염색이 되는 정도)이 높아지거나 세탁에 대한 견뢰도(세탁으로 인한 탈색에 대한 저항도)가 높아지는 것으로 알려져 있다. 매염제로는 FeSO₄, FeCl₂, CuSO₄ 와 같은 금속염이 사용될 수 있다. <그림 4>는 알리자린의 분자구조로서, 알리자린은 쪽두서니 뿌리에서 추출되는 천연 염료 물질로 오랫동안 직물의 붉은색 염색에 사용되어 왔다.




<그림 3> 셀룰로스의 구조

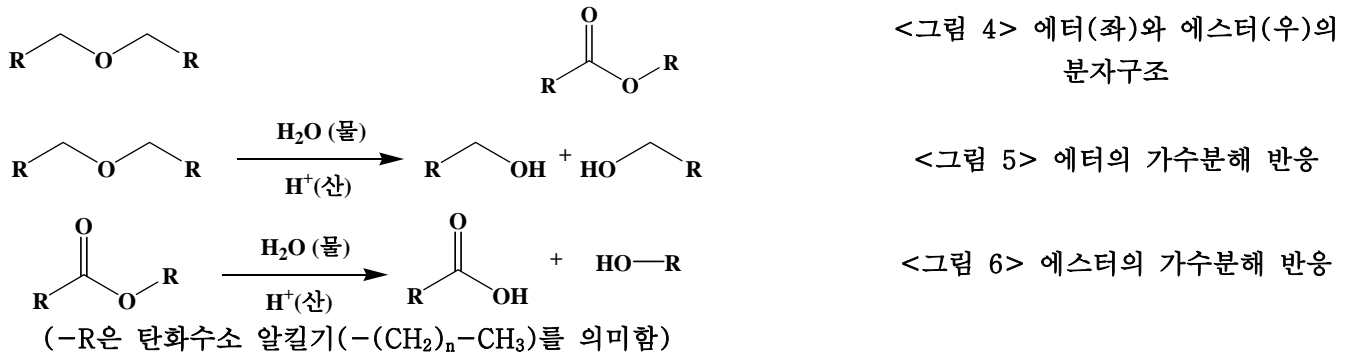


<그림 4> 알리자린의 구조

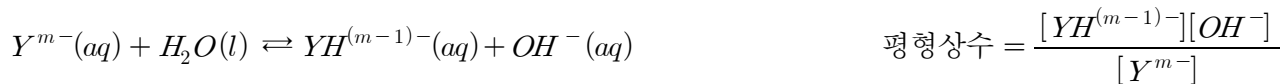
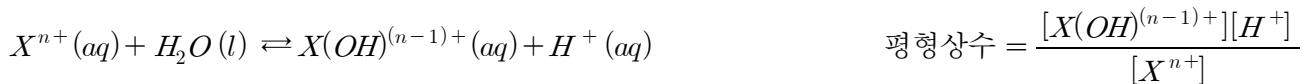
(다음 장에 계속)

 2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/화학) 문제지

(라) 산소를 포함하고 있는 탄소화합물은 산소의 결합 형태에 따라 <그림 4>와 같이 에터(ether)나 에스터(ester) 등이 있다. 이들 화합물에 존재하는 탄소와 산소 사이의 결합은 <그림 5>와 <그림 6>에서처럼 산(H⁺)과 물에 의해 가수분해되어 끊어질 수 있다.



(마) 이온결합 화합물은 물에 녹아서 양이온과 음이온으로 해리될 수 있으며, 해리된 이온들은 아래 화학 반응식에서처럼 물과 반응하여 H⁺(aq) 또는 OH⁻(aq)를 생성한다. 이 때 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는데, 정반응과 역반응의 속도가 같아져서 더 이상 반응물과 생성물의 농도에 변화가 없는 상태를 평형상태라고 한다. 평형상태에서 반응물과 생성물의 농도곱의 비를 평형상수라고 하며, 몇가지 이온종이 물과 반응할 때의 평형상수(25℃)가 <표 1>에 제시되어 있다.



([X(OH)⁽ⁿ⁻¹⁾⁺], [H⁺], [Xⁿ⁺], [YH^{(m-1)-}], [OH⁻], [Y^{m-}]는 각 이온종의 농도를 의미함.)

<이온과 물의 반응식 및 평형상수 표현>

이온종	Fe ³⁺	Al ³⁺	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻
평형상수(25℃)	6.3×10 ⁻³	1.4×10 ⁻⁵	8.3×10 ⁻¹³	2.4×10 ⁻²

<표 1> 물과 반응할 때 각 이온종의 평형상수

(문제 2-1) BeH₂는 ((CH₃)₃C)₂Be를 열처리하거나 (CH₃)₂Be와 LiAlH₄를 에탄올 용매에서 반응시켜 제조할 수 있는데 흰색의 고분자 형태를 갖는다. 위의 제시문을 토대로 BeH₂가 고분자 형태가 되는 원인을 추론하고, 그 분자 구조와 결합 형태를 개략적으로 제시하시오. (15점)

(문제 2-2) 위의 제시문을 토대로 (나)에서 기술한 19세기 이후에 발간된 서적의 종이가 분해되는 현상의 원인을 추론하고, 분해 과정을 완화시킬 수 있는 방안을 제시하시오. (15점)

(문제 2-3) 위의 제시문을 토대로 (다)에서 기술한 면 소재의 섬유에 금속염으로 매염제 처리를 할 경우에 알리자린 염료의 염착량과 견뢰도가 높아지는 현상의 원인을 추론하고, 이를 화학적 구조로 설명하시오. (10점)

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/생명과학)
문제지

지원전형	일반(논술) 전형	모집단위		수험번호		성명		응시번호		감독확인	
------	-----------	------	--	------	--	----	--	------	--	------	--

【문제 1】 다음 질문에 답하시오. (60점)

원점을 중심으로 각의 크기 θ 만큼 회전하는 회전변환의 행렬을

$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

라 하자. 행렬 사이의 곱 연산을 이용하여 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$g_n(x) = (\cos x \quad \sin x) \begin{pmatrix} n & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}$$

$$f_n(x) = (\cos x \quad \sin x) R_a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -n \end{pmatrix} R_{-a} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad a \text{는 상수}$$

(문제 1-1) 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 식을 구하고 $n=3, a=0$ 인 경우 두 함수의 한 주기 그래프의 개형을 하나의 좌표평면에 그리시오. (15점)

(문제 1-2) 상수 a 값에 따라 함수 $f_n(x)$ 의 그래프는 위치가 달라진다. 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접하는 a 값을 모두 구하고 그 중의 하나를 택하여 그래프를 그리시오. 그리고 그 접점에서의 접선의 기울기를 구하시오. (15점)


(문제 1-3) 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접한 경우에 이 함수들과 유사하게 정의된 함수

$$h(x) = (\cos x \quad \sin x) R_b \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & -k \end{pmatrix} R_{-b} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad b \text{와 } k \text{는 상수}$$

에 대하여 모든 점에서 부등식 $f_3(x) \leq h(x) \leq g_3(x)$ 가 성립하도록 상수 b 와 k 의 값을 구하시오. (15점)

(문제 1-4) 위 문제에서 두 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 n 이 커지면 어떻게 될지 논하시오. (15점)

(뒷면에 계속)

 2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/생명과학) 문제지

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 다음 질문에 답하십시오. (40점)

(가) 바이러스는 사람에게 전염될 때 여러 가지 질환을 일으킨다. 최근에 유행했던 인플루엔자 바이러스는 호흡기 질환을 일으키는데, 감염이 단기간에 종료되는 이런 감염을 임상적으로 급성감염(acute infection)이라고 한다. 반면에 B형 간염 바이러스는 어렸을 때 감염이 되면 오랜 기간 감염이 지속되는데, 이런 감염을 만성감염(chronic infection)이라고 한다. B형 간염 바이러스는 간에서 증식이 이루어지는데 평생 감염된 상태가 유지되기도 한다.

(나) 인플루엔자 바이러스는 사람, 야생 조류, 돼지 등에 전염될 수 있는데 동물의 인플루엔자 바이러스가 사람에게 전염되기도 한다. 1997년도 유행했던 조류 독감은 닭과 같은 조류에 전염되던 바이러스가 사람에게 전염되어 나타난 질환인데 치사율이 50%에 이를 정도로 매우 위험한 바이러스 질환이었다. 인플루엔자 백신은 인플루엔자 바이러스의 주요 항원으로 이루어진 것으로 항체가 만들어지면 바이러스의 감염을 예방할 수 있다.

(다) 천연두 바이러스는 사람에게 많은 해를 끼쳤는데, 바이러스에 감염되면 죽거나 곰보 자국과 같은 심한 흉터가 남게 된다. 제너는 안전한 우두법을 개발하였고, 이 방법은 한번 접종으로 평생 예방 효과가 나타나서 천연두 예방에 크게 기여하였다. 현재 미국과 러시아의 질병 통제 센터 외에서는 천연두 바이러스가 멸종된 것으로 알려졌다.

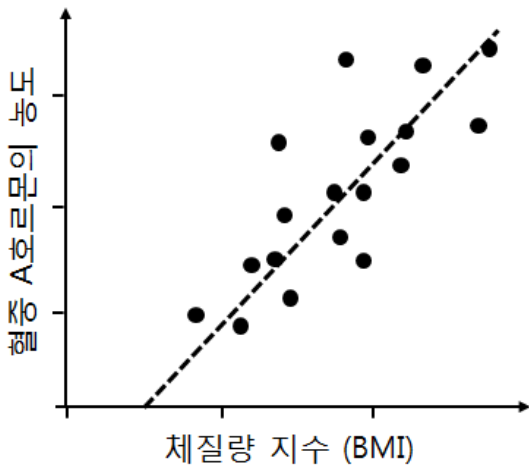
(라) 홍역 바이러스는 인간의 문명이 발달한 시기보다 훨씬 이전부터 존재했을 것으로 생각된다. 홍역 바이러스는 공기를 통해 쉽게 감염되며, 누구나 한번씩 앓고 지나가는 바이러스로 알려져 있다. 아래의 표는 블랙 박사가 1966년 발표한 데이터로 외부와 교류가 제한된 각 섬의 인구와, 홍역바이러스에 의해서 홍역이 발병한 기간이 일 년 중에 얼마나 되는지를 조사한 표이다.

섬 이름	총인구 (×1,000)	연간 출생아수 (×1,000)	연중 홍역이 발병한 기간 (%)
하와이(Hawaii)	550	16.7	100
피지(Fiji)	346	13.4	64
솔로몬(Solomon)	110	4.1	32
통가(Tonga)	57	2.0	12
쿡(Cook)	16	0.7	6
나우루(Nauru)	3.5	0.17	5
포크랜드(Falkland)	2.5	0.04	0

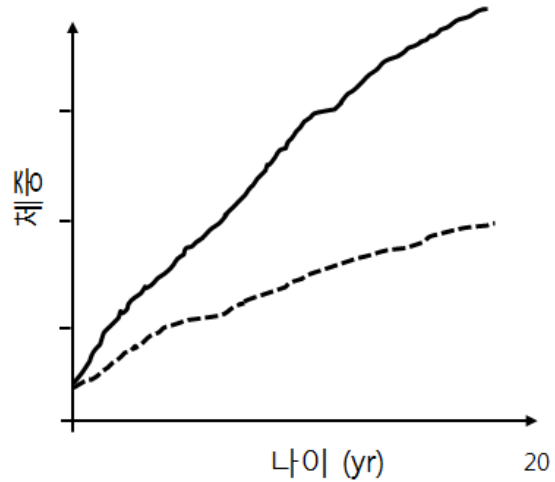
(마) 호르몬은 혈액을 따라 표적 세포까지 운반되어 멀리 떨어져 있는 세포나 기관끼리 연락하는 화학적 전령자로서의 기능을 한다. 호르몬은 적은 양으로도 물질대사를 조절할 수 있으며 호르몬의 분비량이 지나치게 많거나 적으면 여러 가지 이상 증상이 나타날 수 있다. 사람의 체중을 조절하는 호르몬으로 A호르몬과 B호르몬 등이 있는데, A호르몬과 B호르몬의 경우, 분비되는 기관은 다르지만 표적 세포는 뇌에 위치하고 행동의 변화를 일으킨다고 알려졌다.

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/생명과학) 문제지

(바) A호르몬은 지방세포(지방을 축적하는 세포)에서 분비되는 호르몬인데 아래의 그림은 A호르몬과 관계된 통계 그래프이다. <그림 1>은 체질량 지수(BMI, 비만도를 나타내는 지수로 값이 클수록 비만도가 높아진다)와 혈중 A호르몬의 농도와의 관계를 보여주는 그래프이고, <그림 2>는 선천적으로 A호르몬을 만드는 유전자가 결핍된 사람(실선)과 정상인(점선)의 나이에 따른 체중의 변화를 보여주는 그래프이다.

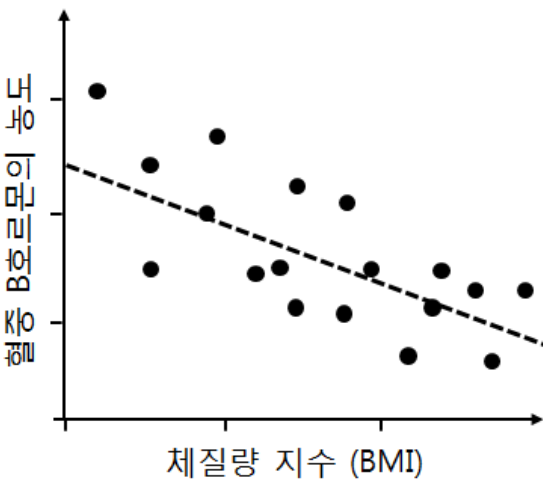


<그림 1>

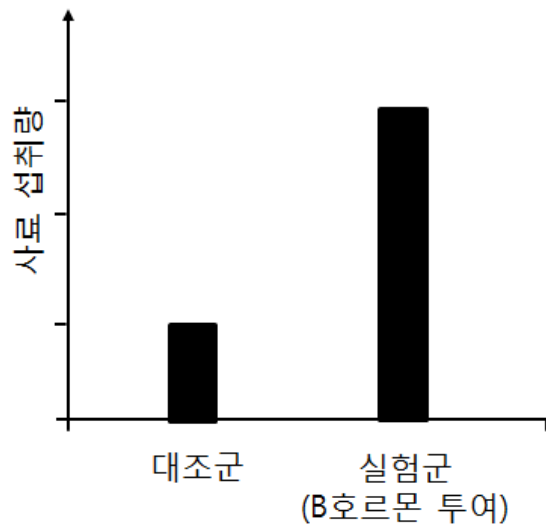


<그림 2>

(사) B호르몬은 위에서 분비되는 호르몬인데 아래의 그림은 B호르몬에 관계된 통계 그래프이다. <그림 3>은 체질량 지수와 혈중 B호르몬의 농도와의 관계를 보여주는 그래프이고, <그림 4>는 실험 동물들에게 B호르몬을 투여했을 때와 투여하지 않았을 때의 사료 섭취량을 보여주는 그래프이다.



<그림 3>



<그림 4>

제시문 (가) ~ (라)를 읽고 아래 질문에 답하시오.

(문제 2-1) 인플루엔자 바이러스와 천연두 바이러스 모두 예방백신이 개발되었지만, 인플루엔자 바이러스는 매해 겨울마다 나타나는 데 반해서 천연두 바이러스는 거의 멸종하였다. 이러한 차이가 나타나는 이유를 논술하시오. (5점)

(문제 2-2) 제시문 (라)의 데이터를 설명하고, 홍역 바이러스가 어떤 진화과정을 거쳤을지 추론하시오. (15점)

제시문 (마) ~ (사)를 읽고 아래 질문에 답하시오.

(문제 2-3) 제시문 (바)의 그래프를 분석해서 A호르몬의 작용을 체중 조절과 관련해서 구체적으로 설명하시오. (10점)

(문제 2-4) A호르몬의 수용체(세포내 호르몬 등을 받아들이는 물질)가 결핍된 동물과 B호르몬의 수용체가 결핍된 동물의 경우에 각각 정상 동물과 비교하여 어떤 변화가 일어날지 추론하시오. (10점)

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/지구과학)
문제지

지 원 전 형	일반(논술) 전형	모 집 단 위		수 험 번 호		성 명		응 시 번호		감 독 확 인	
------------------	-----------	------------------	--	------------------	--	--------	--	--------------	--	------------------	--

【문제 1】 다음 질문에 답하십시오. (60점)

원점을 중심으로 각의 크기 θ 만큼 회전하는 회전변환의 행렬을

$$R_\theta = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$$

라 하자. 행렬 사이의 곱 연산을 이용하여 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$g_n(x) = (\cos x \quad \sin x) \begin{pmatrix} n & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}$$

$$f_n(x) = (\cos x \quad \sin x) R_a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -n \end{pmatrix} R_{-a} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad a \text{는 상수}$$

(문제 1-1) 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 식을 구하고 $n=3, a=0$ 인 경우 두 함수의 한 주기 그래프의 개형을 하나의 좌표평면에 그리시오. (15점)

(문제 1-2) 상수 a 값에 따라 함수 $f_n(x)$ 의 그래프는 위치가 달라진다. 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접하는 a 값을 모두 구하고 그 중의 하나를 택하여 그래프를 그리시오. 그리고 그 접점에서의 접선의 기울기를 구하십시오. (15점)

(문제 1-3) 두 함수 $g_3(x)$ 와 $f_3(x)$ 의 그래프가 접한 경우에 이 함수들과 유사하게 정의된 함수

$$h(x) = (\cos x \quad \sin x) R_b \begin{pmatrix} k & 0 \\ 0 & -k \end{pmatrix} R_{-b} \begin{pmatrix} \cos x \\ \sin x \end{pmatrix}, \quad b \text{와 } k \text{는 상수}$$

에 대하여 모든 점에서 부등식 $f_3(x) \leq h(x) \leq g_3(x)$ 가 성립하도록 상수 b 와 k 의 값을 구하십시오. (15점)

(문제 1-4) 위 문제에서 두 함수 $g_n(x)$ 와 $f_n(x)$ 의 n 이 커지면 어떻게 될지 논하십시오. (15점)

(뒷면에 계속)

2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/지구과학) 문제지

【문제 2】 아래의 제시문과 가정을 읽고 다음 질문에 답하시오. (40점)

(가) 태양계의 행성 중 하나인 지구는 약 46억 년 전에 태양이 형성된 후에 다른 행성들과 함께 탄생하였으며, 오랜 기간 동안 지구 환경을 이루는 다양한 요소들의 상호 작용에 의하여 끊임없이 변화를 겪어왔다. 현재의 지구는 태양으로부터 평균 거리 150,000,000km 떨어져 있으며 액체 상태의 물과 더불어 질소와 산소를 주성분으로 하는 공기를 충분히 보유하고 있어서 생명체가 존재할 수 있는 매우 적절한 조건들을 갖추고 있다. 지구 이외의 다른 우주 공간에서 생명체를 탐사하는 인류의 노력도 지속적으로 이루어지고 있으며, 최근 수십 여 년에 걸친 새로운 과학기술의 개발 덕분에 태양계 행성들과 위성들 주변에 우주 탐사선을 직접 보내어 외계 생명체의 존재를 확인하기 위한 실험을 수행하고 있다. 태양계 행성들 중, 금성과 화성의 특성을 지구와 비교하여 아래 표와 같이 요약하였다.

	태양으로부터 거리 (AU)	반경 (km)	질량 (지구)	반사율* (%)	표면온도 (K)	겉보기 등급	관측특성
지구	1	6,378	1	40	300	-	물질의 종류와 상태에 따라 기권, 지권, 수권, 생물권, 외권 등으로 구분되며, 기권은 수증기와 질소, 산소, 아르곤, 이산화탄소 등 여러 혼합물로 구성되어있다. 태양으로부터 복사에너지를 지속적으로 받고 있지만, 받은 만큼의 에너지를 방출하기 때문에 복사 평형을 이룬다.
금성	0.7	6,052	0.8	76	750	-4.6	이산화탄소로 이루어진 두꺼운 대기층이 표면을 덮고 있어 표면을 직접 관찰할 수 없다. 대기로 인한 기압이 약 95 기압이나 되고 극심한 온실 효과가 나타난다. 온실 효과와 대기대순환 때문에 낮과 밤의 온도차가 거의 없다.
화성	1.5	3,397	0.1	16	220	-2.9	중력이 약하여 수증기를 포함한 대부분의 기체가 우주로 날아갔고, 극소량의 이산화탄소로 이루어진 약간의 대기가 있으며, 표면에는 산화철로 구성된 붉은 토양이 분포하고 있다. 과거에는 지금보다 대기가 풍부했고 표면에 많은 물이 흘렀을 것으로 추정된다.


*반사율 : 행성에 입사하는 태양 복사 에너지의 일부는 대기와 표면에서 반사되고 대기에서 산란되어 다시 우주 공간으로 방출된다. 이와 같이 행성이 태양 복사 에너지를 반사하는 정도를 행성의 반사율이라고 한다.

(나) 태양이 아닌 다른 별 주위를 공전하고 있는 행성을 외계 행성이라고 한다. 외계 행성 탐사는 1990년대 초에 시작되어 현재까지 천여 개의 외계 행성이 발견되었다. 그러나 외계 행성까지의 거리가 너무 멀어 현재의 망원경으로는 외계 행성의 형태를 직접 관측하기가 매우 어려우며, 대부분의 외계 행성 탐사 연구는 도플러 효과의 관측이나 식 현상의 관측, 또는 미세 중력 렌즈 현상의 관측 등 간접적인 방법을 통해 이루어지고 있다.

(다) 광학 망원경의 성능은 집광력과 분해능, 그리고 배율로 나타내는 확대능으로 표현한다. 집광력은 빛을 모으는 능력을 나타내는 것으로 광학 망원경의 대물렌즈나 주 거울의 면적이 클수록 커진다. 분해능은 서로 가까이 있는 물체를 얼마나 잘 구분해서 볼 수 있는지를 분해 각도로 나타내는 것으로 망원경의 구경이 클수록, 관측하는 빛의 파장이 짧을수록 좋다. 현재 우리나라가 국내에 보유하고 있는 광학 망원경 중에 가장 큰 것은 한국천문연구원에서 운영하고 있는 보현산 천문대의 구경 1.8m 반사망원경이다. 한편, 우리나라는 미국, 호주와 더불어 구경 25.0m의 거대 마젤란 망원경이라 부르는 초대형 반사망원경을 제작하고 있으며 2020년 경 계획대로 완성되어 설치되면 우주의 아주 먼 곳에 있는 매우 어두운 천체들까지 관찰할 수 있을 것으로 기대된다. 거대 마젤란 망원경은 그림의 개념도에서와 같이 주 거울은 7개의 원형 반사 거울의 조합으로 이루어져 있으며, 이 거울들의 면적을 합하면 보현산 천문대의 구경 1.8m 반사망원경의 주 거울 면적의 약 150배에 이른다.



(다음 장에 계속)

 2014학년도 연세대학교 원주캠퍼스 논술시험 의예과(수학/지구과학)
문제지

(라) 태양으로부터 지구까지의 평균 거리를 1AU(천문단위)라고 한다. 연주 시차는 지구 공전 궤도의 양 끝에서 별을 바라 보았을 때 생기는 각의 1/2로, 연주 시차가 1" (초각)인 천체까지의 거리를 1pc(파섹) 이라고 한다. 별의 밝기는 거리의 제곱에 반비례하고, 1등성은 6등성 보다 100배 밝으며, 따라서 1등급 차이는 약 2.5배의 밝기 차이가 난다. 겉보기 등급은 별까지의 거리에 관계 없이 관측된 별빛의 밝기를 나타낸 등급이다. 절대 등급은 별이 지구로부터 10pc의 거리에 있다고 가정했을 때의 밝기를 나타낸 등급이다. 태양의 겉보기 등급은 약 -27.0등급이며 절대 등급은 약 +5.0등급이다.

(가정) 황도의 북극 근처에 보이는 임의의 별 A를 6개월 간격으로 촬영하여 두 장의 사진을 얻었다. 주변에 있는 배경의 별들은 천구 상에서 위치가 변하지 않았지만 별 A의 위치는 천구 상에서 0.02" (초각) 만큼 움직인 것으로 측정되었다. 별 A에 대한 밝기와 색을 분석하여 이 별 A의 질량과 반경, 그리고 표면 온도가 태양과 거의 같은 특성을 가지고 있음을 알 수 있었다. 한편, 별 A의 스펙트럼 관측을 통한 도플러 효과 분석으로부터 이 별 A의 중심에서 평균 거리 1AU 떨어진 곳에 크기와 질량이 지구와 거의 같은 외계 행성이 존재하고 있음을 확인하였다. 망원경을 활용한 정밀 촬영을 통하여, 이 외계 행성이 공전하면서 별 A의 뒷면을 통과하는 동안에 비해 별 A와 행성이 따로 떨어져 관측이 되는 동안에 행성에서 반사되는 빛에 의해 이 외계 행성계 전체의 밝기가 최대 1/100,000,000배 정도 매우 미세하게 더 밝아지는 식 현상을 측정하였다.

(문제 2-1) 제시문을 읽고 가정에 근거하여, 외계 행성계의 분해 관측에 대한 아래 질문에 답하십시오. (15점)

- 1) 보현산 천문대 망원경의 가시광선 분해능이 0.5" (초각)이라고 할 때, 가정에서 제시한 외계 행성을 분해 관측할 수 있는가에 대해 추론하십시오.
- 2) 기상 조건과 관측 지역, 그리고 기타 관측 기기 조건이 보현산 천문대 망원경과 동일하다고 할 때, 거대 마젤란 망원경으로 가시광선 관측을 실시하는 경우, 이 외계 행성을 분해 관측할 수 있는가에 대해 추론하십시오.
- 3) 가정에서 제시한 것과 똑같은 형태의 또 다른 외계 행성계를 거대 마젤란 망원경으로 관측하는 경우, 별과 행성을 분해할 수 있는 가장 먼 거리를 pc(파섹) 단위로 추론하십시오.

(문제 2-2) 제시문을 읽고 가정에 근거하여, 외계 행성계의 밝기 관측에 대한 아래 질문에 답하십시오. (15점)

- 1) 가정에서 제시한 별 A와 외계 행성의 겉보기 등급을 추론하십시오.
- 2) 보현산 천문대 망원경과 거대 마젤란 망원경으로 이 외계 행성계를 촬영하는 경우, 별 A와 외계 행성의 밝기를 합친 총 밝기가 어떻게 차이 나는지 추론하십시오. (단, 기상 조건과 관측 지역, 그리고 기타 관측 기기 조건이 서로 동일하다고 가정하십시오.)
- 3) 보현산 천문대 망원경으로 촬영할 수 있는 제일 어두운 별의 겉보기 등급이 +20.0 등급이라고 하자. 가정에서 제시한 외계 행성계에서 별 A에 비해 매우 어두운 행성의 밝기를 고려하지 않는다면, 보현산 천문대 망원경과 거대 마젤란 망원경을 사용하여 이와 같은 외계 행성계를 촬영할 수 있는 가장 먼 거리는 얼마인가 추론하십시오. (단, 별과 지구 사이에 존재하는 성간 물질들에 의한 별의 밝기가 어두워지는 성간 소광 현상은 무시하십시오.)

(문제 2-3) 제시문 (가)에서 주어진 태양계 행성들의 특성과 위 문제 [2-2]의 결과에 근거하여 아래 질문에 답하십시오. (10점)

- 1) 이 외계 행성의 밝기를 금성 및 지구의 밝기와 각각 비교하여 추산하십시오.
- 2) 이 외계 행성의 밝기 정보로부터 표면과 대기 환경 특성을 유추하고, 이 행성에서 지구에서와 같은 생명체가 존재할 수 있는가에 대해 추론하십시오.