

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(수학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[제시문 1]

좌표평면 위의 세 점 $(1, 0)$, $(0, 1)$, $(-1, 0)$ 을 꼭짓점으로 하는 삼각형이 주어져 있다. 타원 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{(y-b)^2}{b^2} = 1$ 은 주어진 삼각형에 내접해 있다. 이 타원의 넓이는 πab 이다.

[1-1] 제시문의 조건을 만족하는 a 와 b 의 관계식과 범위를 구하시오. [5점]

[1-2] 타원의 넓이가 최대가 되도록 하는 b 의 값을 구하시오. [5점]

[1-3] 타원의 넓이가 $\frac{3}{16}\pi$ 가 되도록 하는 a 의 값을 모두 구하시오. [5점]

[제시문 2]

함수 $f(x)$ 를 다음과 같이 정의하자.

$$f(x) = \begin{cases} k(x-m)^2(x-3m)^2 & (|x-2m| \leq m) \\ 0 & (|x-2m| > m) \end{cases}$$

(단, k 와 m 은 양의 실수이다.)

[2-1] 정적분 $\int_0^1 f(x)dx$ 의 값을 구하시오. [7점]

[2-2] 닫힌구간 $[0, 1]$ 에서 $f(x)$ 의 최댓값을 구하시오. [7점]

[2-3] $0 < m \leq \frac{1}{4}$ 일 때, $\int_0^1 f(x)dx = \frac{1}{2018}$ 이고 닫힌구간 $[0, 1]$ 에서 $f(x)$ 의 최댓값이 2018이 되도록 하는 k 와 m 의 값을 구하시오. [7점]

[제시문 3]

김연세는 정육면체 모양의 주사위를 던져서 나오는 눈의 수에 따라 1층부터 10층 사이를 이동하는 놀이를 한다. 첫 번째 시행에서는 주사위를 던져서 나온 눈의 수와 같은 층으로 간다. 두 번째부터는 다음 규칙에 따라서 놀이가 끝날 때까지 주사위 던지기를 반복 시행한다.

[규칙] 김연세가 n 층에 있을 때, 주사위를 던져서 나온 눈의 수가 m 이라고 하자.

1. $n+m < 10$ 이면 $n+m$ 층으로 간다.
2. $n+m > 10$ 이면 $10-(n+m-10)$ 층으로 간다.
3. $n+m = 10$ 이면 놀이가 끝난다.

[3-1] 주사위를 세 번 이하로 던져서 놀이가 끝나는 경우의 수를 구하시오. [7점]

[3-2] 주사위를 네 번 던져서 놀이가 끝났다고 하자. 놀이가 끝나기 전까지 규칙 1만 적용된 경우의 수를 구하시오. [7점]

[3-3] 주사위를 네 번 던져서 놀이가 끝나는 경우의 수를 구하시오. [10점]

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(물리)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 우리 주변에는 일정한 시간 간격으로 같은 운동 형태를 반복하는 것들이 있다. 예를 들어, 용수철에 매달린 추를 잡아 당겼다 놓으면 일정한 폭을 왕복한다. 용수철의 탄성력은 추를 원래 위치로 돌아가게 한다. 이와 같이 원래 위치로 돌아가게 하는 힘을 복원력이라고 한다.

[나] 그네를 타는 사람 또는 줄에 매달린 추의 운동과 같이 한 쪽 끝이 고정된 줄에 매달려 왕복 운동하는 물체를 진자라 한다. 진자의 속도와 가속도는 크기와 방향이 계속 변하고, 가속도의 방향은 알짜힘의 방향과 같다. 줄의 길이에 비하여 왕복 운동하는 폭이 매우 작으면 진자의 운동이 거의 수평에 가깝다.

[다] 열은 고온의 물체에서 저온의 물체로 이동한다. 이렇게 이동하는 열은 물체의 상태나 온도를 변화시키고 기체의 압력이나 부피를 변화시킬 수 있다. 모든 기체 분자는 열운동을 하고 있으므로 운동 에너지를 가지며, 기체 분자 사이의 인력에 의한 위치 에너지를 가질 수 있다. 분자 사이의 인력을 무시할 수 있는 이상 기체의 내부 에너지는 기체 분자의 운동 에너지의 총합이다. 기체에 열을 가하면 내부 에너지가 증가하거나 외부에 일을 하게 된다. 이 때 열에너지와 역학적 에너지를 포함하여 에너지가 보존된다.

[라] 가정에서 사용하는 가전제품은 대부분 교류를 사용한다. 교류를 사용하는 기기를 이해하기 위해서는 교류 전원에 연결된 코일, 축전기, 저항 등의 작동 원리를 이해해야 한다. 코일을 교류 전원에 연결하면 자신이 생성한 자기장의 변화를 방해하는 방향으로 유도 기전력이 생기고, 축전기를 교류 전원에 연결하면 전압에 비례하는 전하가 축전기에 저장된다. 코일에 생기는 유도 기전력은 코일의 자체 유도 계수 L 에 비례하고 축전기에 저장되는 전하의 양은 축전기의 전기 용량 C 에 비례한다. 이상적인 코일과 축전기에서는 에너지가 소모되지 않는다.

[마] 입자가 파동의 성질을 나타낼 때, 이 파동을 물질파라고 한다. 독일의 물리학자 보른(Born)은 물질파를 확률과 관련지어 해석하였으며, 슈뢰딩거(Schrödinger)는 물질파를 나타내는 파동 함수가 만족시키는 방정식을 찾아내었다. 길이가 L 인 1차원 상자 속에 질량이 m 인 입자 1개가 갇혀 있는 경우에 이 입자의 에너지 준위는 $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ (n 은 자연수, h 는 플랑크 상수)로 불연속적인 값을 가지며 파동 함수는 상자의 경계에서 마디를 이루는 정상파의 모양을 가진다.

1. 길이가 L 인 가벼운 실에 질량이 m 인 추를 매달아 각도 θ_0 만큼 당겼다 가만히 놓으면, 운동을 하게 된다. 추의 위치의 최고점과 최저점에서 실이 추에 작용하는 힘의 크기를 비교하여 논하시오. 각도 θ_0 가 작은 경우에 추에 작용하는 알짜힘을 고려하여 추의 가속도를 논하고, 주기에 영향을 주는 변인을 논하시오. [10점]
2. N 개의 단원자 분자로 이루어진 이상 기체가 일정한 압력 P_0 , 부피 V_0 , 절대 온도 T_0 를 유지하다가, 압력을 일정하게 유지하면서 천천히 팽창하여 부피가 4배로 증가하였고(과정 1), 잠시 후 부피를 일정하게 유지하면서 압력이 5배로 증가하였다(과정 2). 그 후 압력을 일정하게 유지하면서 부피가 $\frac{1}{4}$ 배로 감소하였고(과정 3), 잠시 후 부피를 일정하게 유지하면서 압력이 $\frac{1}{5}$ 배로 감소하였다(과정 4). 이와 같이 이상 기체의 상태가 변하였을 때, 각 과정마다 열과 일의 출입과 내부 에너지의 변화, 온도 변화에 대해 논하시오. [10점]
3. 코일만 있는 회로를 교류 전원에 연결하였을 때 회로에 흐르는 전류에 대해 논하고, 축전기만 있는 회로를 교류 전원에 연결하였을 때 회로에 흐르는 전류에 대해 논하시오. 코일과 축전기와 저항이 직렬로 연결된 회로를 교류 전원에 연결하였을 때 회로에 흐르는 전류에 대해 논하시오. 단, 교류 전원의 전압의 최댓값은 V_0 이고 주파수는 f 이다. [10점]
4. 길이가 L 인 1차원 상자 속에 질량이 m 인 입자 1개가 갇혀 있을 때 입자가 가장 낮은 에너지 준위에 있는 경우와 높은 에너지 준위에 있는 경우를 비교하여 입자가 발견될 확률을 위치에 따라 논하시오. 이 입자가 흡수하거나 방출할 수 있는 에너지를 가장 작은 값부터 커지는 순서대로 나열할 때 처음 5개 에너지에 대해 논하시오. 단, 입자는 상자 밖으로 나갈 수 없으며, 상자 내부에 있을 때에는 어떤 힘도 받지 않는다. [10점]

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(화학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

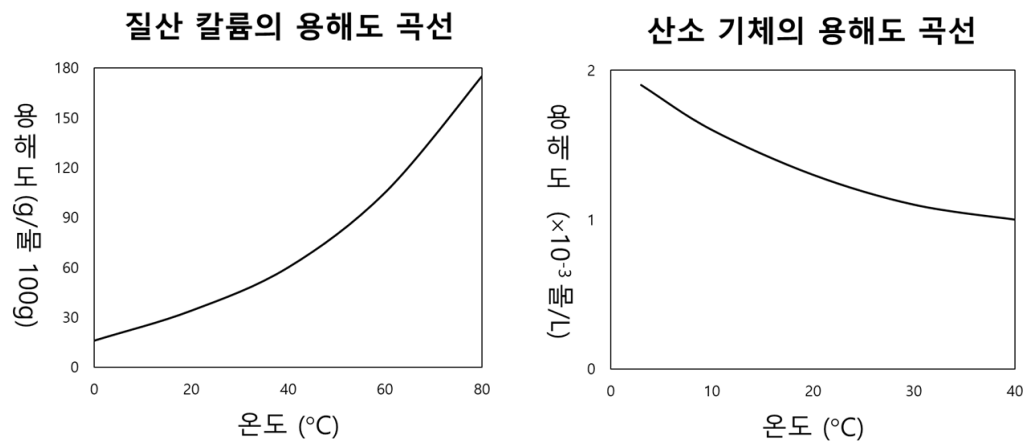
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 물질을 이루는 기본 입자는 원자이다. 여러 가지 실험을 통해 원자는 더 작은 입자로 이루어져 있다는 사실이 알려졌다. 1897년 톰슨(Thomson)은 음극선 실험을 통해 전자의 존재를 발견하였고, 이를 바탕으로 (+) 전하가 고르게 분포된 공 속에 (-) 전하를 띠는 전자가 여기 저기 박혀 있는 원자 모형을 제안하였다. 1911년 러더퍼드(Rutherford)는 얇게 편 금박에 (+) 전하를 띠는 α 입자(He^{2+})를 충돌시켰을 때 대부분의 α 입자는 얇은 금박을 통과하여 그대로 직진하지만, 매우 적은 수의 α 입자는 90° 이상의 큰 각도로 튕겨 나오는 것을 근거로 (+) 전하를 띤 입자가 매우 작은 부피 속에 모여 있다고 생각하고 이를 원자핵이라 하였다. 이를 토대로 러더퍼드는 원자의 대부분을 빈 공간이라 생각하여 (+) 전하를 띤 원자핵이 중앙에 위치하며 (-) 전하를 띤 전자가 원자핵 주위를 돌고 있는 원자 모형을 제안하였다.

[나] 햇빛을 프리즘에 통과시키면 무지개와 같이 가시광선의 색이 연속적으로 나타나는 연속 스펙트럼을 관찰할 수 있다. 그러나 수소 방전관에 높은 전압을 걸어 주면 빛이 방출되는데 이 빛을 분광기로 관찰하면 보라색, 푸른색, 초록색, 빨간색의 선 스펙트럼을 볼 수 있다. 1913년 보어(Bohr)는 수소의 선 스펙트럼을 분석하여 원자 모형을 제안하였다.

[다] 우리가 사는 세상에는 다양한 물질이 존재하며, 이러한 물질은 화학 결합에 의해 형성된다. 화학 결합에는 전자가 관여하고 있는데, 서로 다른 전하를 가지는 입자들이 정전기적 인력으로 결합된 이온 결합과 비금속 원자가 서로 전자를 내어 전자쌍을 만들고 이 전자쌍을 두 원자가 공유하여 결합을 형성하는 공유 결합이 있다. 공유 결합으로 이루어진 분자의 경우 『전자쌍 반발 이론』으로 분자의 구조를 예측할 수 있다. 분자의 구조는 그 분자의 물리적, 화학적 성질을 결정한다.

[라] 일정한 온도에서 일정량의 용매에 최대한 녹을 수 있는 용질의 양을 용해도라고 한다. 고체의 용해도는 온도에 따라 변화하며, 기체의 용해도는 온도와 압력에 따라 달라진다. 다음 그래프는 1기압에서 온도에 따른 고체 질산 칼륨(KNO_3)과 산소(O_2) 기체의 물에 대한 용해도를 각각 나타낸 것이다.



[마] 화학 반응은 그 종류에 따라 다양한 속도로 일어나며, 반응 속도는 대부분의 경우 반응물의 농도, 온도 및 촉매의 영향을 받는다. 특히 촉매는 산업적으로 널리 사용된다. 예를 들어 암모니아의 합성과 자동차 배기가스에 들어 있는 일산화 탄소, 질소 산화물의 변환에는 금속을 촉매로 활용하고 있다. 생물체 내에서는 단백질로 이루어진 효소가 생체 촉매로 작용하며 여러 가지 화학 반응의 속도를 빠르게 하여 생명 활동 유지에 중요한 역할을 한다. 예를 들어 침 속에 들어 있는 효소인 아밀레이스는 녹말을 엿당으로 분해하며, 간에 들어 있는 효소는 암모니아를 요소로 바꾸는 해독 작용을 한다.

- 제시문 [가]와 [나]는 원자 모형의 변천 과정을 기술한 것이다. 제시문 [나]에서 언급한 수소의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 보어가 제안한 원자 모형을 설명하시오. 또한 보어 원자 모형의 한계를 설명하고, 이를 보완한 현대 원자 모형을 오비탈에 기초하여 설명하시오. [10점]
- 제시문 [다]에서 언급한 전자쌍 반발 이론에 기초하여 메테인(CH_4)과 암모니아(NH_3)의 분자 구조와 극성 여부를 각각 설명하시오. 또한 분자량이 비슷한 메테인과 암모니아의 끓는점을 비교하여 설명하시오 (단, 메테인과 암모니아의 분자량은 각각 16, 17이다). [10점]
- 제시문 [라]의 용해도 곡선을 바탕으로 질산 칼륨과 산소 기체의 용해 과정의 엔탈피 변화(ΔH)를 입자 사이의 상호 작용과 관련지어 각각 설명하시오. [10점]
- 제시문 [마]에서 언급한 효소가 화학 반응 속도를 빠르게 하는 이유를 설명하고, 효소의 특성을 서술하시오. [10점]

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(생명과학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 대해 논술하시오.

[가] 물질대사란 생명의 유지를 위해 생물체의 기본 단위인 세포에서 일어나는 모든 화학 반응을 말한다. 물질대사는 동화 작용과 이화 작용으로 나눌 수 있다. 동화 작용은 상대적으로 작고 간단한 물질을 재료로 사용하여 비교적 크고 복잡한 물질을 만드는 작용이고, 이화 작용은 상대적으로 크고 복잡한 물질을 분해하여 에너지를 얻게 되는 작용이다. 이러한 물질대사를 통해 생물은 생명활동에 필요한 에너지를 얻고 생물체의 구성 물질을 만들게 된다. 따라서 물질대사가 일어나지 않는다면 생물은 생존이 불가능하다.

[나] 생물은 생태계가 제공하는 다양한 환경에 적응하여 살아간다. 생태계는 생물적 요인과 비생물적 요인으로 구성되는데 예를 들어, 빛, 공기, 온도 등은 비생물적 요인에 해당하고, 동물, 식물, 미생물 등은 생물적 요인으로 분류된다. 그리고 이러한 각각의 구성요소들은 서로 영향을 주고받게 된다. 생태계 내에서 물질의 생산과 소비과정, 그리고 에너지 흐름은 먹이사슬을 따라 이동하게 된다.

[다] 광합성은 이산화탄소와 물을 원료로 빛에너지를 사용하여 포도당과 산소를 합성하는 동화작용으로, 엽록체에서 일어난다. 광합성은 많은 종류의 화학 반응을 포함하는데 크게 명반응과 암반응 두 단계로 이루어진다. 명반응은 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 반응으로 엽록체의 그라나에서 일어난다. 빛이 직접 필요하지 않은 암반응은 명반응에서 생성된 물질과 이산화탄소를 이용하여 포도당을 합성하는 반응으로 엽록체의 스트로마에서 일어난다.

[라] 세포호흡은 동물과 식물 등의 생물체가 유기물을 산화시켜 생명활동에 필요한 에너지를 얻는 과정이다. 식물과 같이 유기물을 직접 합성하여 생존하는 생물을 독립 영양 생물이라 하는데, 이들도 세포호흡을 통한 에너지 전환으로 생명활동을 한다. 세포호흡은 해당과정, TCA 회로, 전자 전달계의 세 단계로 구성되어 있는데, 이 단계들을 통해 포도당 등의 유기물을 산화시켜 화학에너지인 ATP를 생산하고 그 결과 발생한 물질도 배출하게 된다. ATP는 각종 화학반응, 식물의 개화, 근육 운동, 체온 유지, 뇌를 비롯한 기관들의 활동은 물론 성장 등 대부분의 생명 활동에 이용된다.

[마] 식물은 이산화탄소와 물 등의 물질을 재료로 하여 유기물을 직접 합성할 수 있다. 이와 달리 인간을 포함한 동물은 음식 섭취를 통해 유기물을 얻게 된다. 동물은 이렇게 획득한 유기물을 분해하여 필요한 에너지를 얻게 되는데 이 때 물질과 에너지의 전환이 필수적으로 일어나야 한다. 음식을 섭취하고 분해하며 영양소를 흡수하는 과정에는 소화계의 기능이 필요하며 심장과 혈관 등을 포함하는 순환계를 통해 영양소는 온몸으로 전달된다. 순환계와 기관과 폐 등을 포함한 호흡계는 기체의 운반 및 교환에 필요하며 이런 작용은 에너지 생성에 중요하다.

1. 밤에 많은 식물을 곁에 두고 전등불을 끈 채 깜깜한 상태에서 자면 빛이 있는 낮과 비교하여 공기의 질이 나빠진다. 그 이유를 다른 모든 조건이 동일하다고 가정하고 제시문에 근거하여 논술하시오. [10점]
2. 엄청난 화산 활동 또는 소행성의 충돌로 지표면에 도달하는 빛에너지가 차단된다면 지구상의 생물들에게 어떤 변화가 일어날지 제시문에 근거하여 논술하시오. [15점]
3. 소화계, 호흡계, 그리고 순환계가 세포호흡을 통한 에너지 대사와 어떻게 관련되는지 제시문에 근거하여 논술하시오. [15점]

2018학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(지구과학)

모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

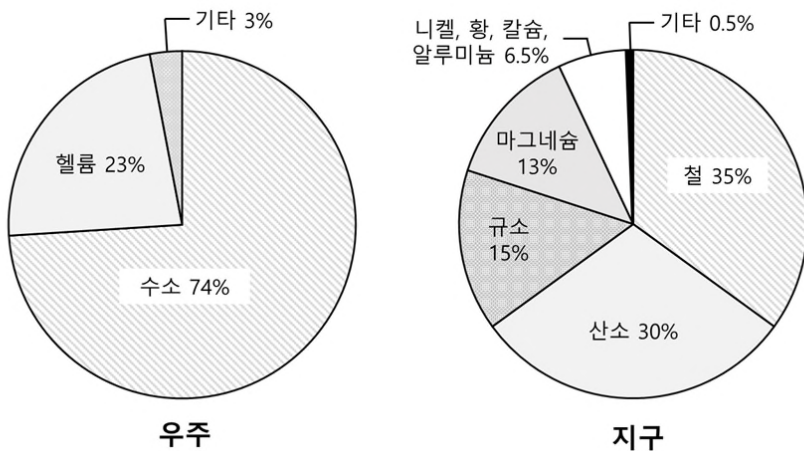
※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 우주는 빅뱅(대폭발)에 의해 시작된 것으로 보인다. 빅뱅 3분 후 우주에는 수소 원자핵과 헬륨 원자핵만 존재했다. 그 후 우주는 약 140억 년의 진화를 통해 수소와 헬륨보다 무거운 원소들을 가지게 되었다. 그 결과, 오늘날 우주에 자연 상태에서 존재하는 원소는 수소, 헬륨, 탄소, 질소, 산소, 규소, 철, 그리고 철보다 무거운 납, 우라늄 등 90여 종에 이른다. [그림 1]의 왼쪽 그림과 같이 수소와 헬륨은 우주에서 각각 총 질량의 74%와 23%를 차지하고, 이보다 무거운 원소들은 총 질량의 3% 정도이다. 우주 원소 구성의 이러한 특성은 '빅뱅과 원자의 형성', '별의 생성과 진화', '별의 질량에 따른 에너지원과 원소의 생성' 등의 원리로 설명할 수 있다.

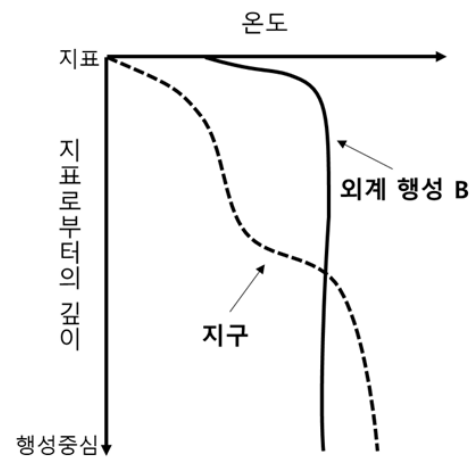
[나] 약 46억 년 전 우리은하 안에 있던 어느 성운에서 태양계가 탄생하였다. 오늘날 태양계 전체 질량 중 수소는 71%, 헬륨은 27%, 기타 무거운 원소들은 나머지 2%를 차지하는데, 이는 우주 전체 평균과 대체로 비슷한 값이다. 그런데 태양계의 구성원 중 하나인 지구의 성분비를 보면 [그림 1]의 오른쪽 그림과 같이 우주에 가장 풍부한 수소와 헬륨은 거의 없고, 철, 산소, 규소, 마그네슘 등 무거운 원소들이 지구 전체 질량의 99% 이상을 차지하고 있다. 지구에서 철은 핵의 주성분이고, 산소와 규소는 지각과 맨틀의 주성분이며, 산소는 지구의 생명체를 구성하는 중요한 재료가 되었다. 지구 원소 구성의 이러한 특성은 '지구형 행성의 형성 과정'을 알면 이해할 수 있다.

[다] 우주 망원경 관측에 의하면 항성을 중심으로 한 행성계의 형성은 일반적인 것으로 확인되고 있다. 어느 항성 A에 속한 외계 행성 B가 다음과 같은 특성이 있는 것으로 관측되었다고 가정하자. ① 항성 A와 외계 행성 B 사이의 거리는 태양과 지구 사이의 거리와 비슷함. ② 천체의 크기와 질량은 항성 A와 태양이 비슷하고 외계 행성 B와 지구가 비슷함. ③ 외계 행성 B의 평균 밀도는 지구의 평균 밀도와 비슷하지만 지은 구배율(혹은 지하 증온률)이 [그림 2]와 같이 지구와 다름. ④ 외계 행성 B의 지표에 철 산화 광물이나 점토 광물이 존재하지 않음. ⑤ 외계 행성 B의 자기장의 세기가 지구보다 약함.

[라] 한반도에는 선캄브리아 시대로부터 고생대, 중생대, 신생대에 이르기까지 오랜 기간 동안 다양한 지질 작용에 의해 형성되고 변형된 암석 및 지질 구조가 나타난다. 이와 같은 특징은 다음 지역에서 확인된다. ① 지하 심부에서 생성된 화강암으로 이루어져 있으며 판상 절리가 나타나는 북한산 봉우리들. ② 석회암과 석탄층이 드러난 강원도 태백, 평창, 영월 일대의 태백산 분지. ③ 변성암과 화성암의 특징을 함께 보이는 혼성암이 관찰되는 용진군의 대이작도. ④ 주상절리, 응회암층 등 독특한 화산 지형을 보이는 제주도. 이 외에도 많은 지역들이 최근에 지질 유산으로 지정되어 국민의 지질학적인 관심을 고취시키고 있다.



[그림 1] 우주와 지구를 구성하는 원소들의 질량비



[그림 2] 지구와 외계 행성 B의 지표로부터의 깊이에 따른 상대적 온도

- 제시문 [가]와 관련하여, 우주의 역사를 통해 수소와 헬륨, 그리고 그보다 무거운 원소들의 질량비가 각각 74%, 23%, 3%가 된 전체 과정을 설명하시오. [10점]
- 제시문 [나]와 관련하여, 지구를 구성하는 원소들의 질량비가 우주 전체 평균과 이처럼 확연히 다르게 된 이유를 태양계 및 지구형 행성의 형성 과정과 관련하여 설명하시오. [10점]
- 제시문 [다]에서 가정한 외계 행성 B의 공전 궤도상의 특성, 구성 성분, 내부 구조, 지표 및 대기 환경, 진화 단계가 지구와 어떻게 대비되는지 제시문의 내용을 근거로 설명하시오. [10점]
- 제시문 [라]에 소개된 ①~④ 지역을 암석이 생성된 순서대로 나열하고, 지질학적 형성 과정과 환경을 설명하시오. [10점]