

# 2019학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(수학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

**[제시문 1]**

좌표평면 위의 두 초점  $F(4, 0)$ ,  $F'(-4, 0)$ 로부터 거리의 합이 10인 타원  $C$ 가 있다. 타원  $C$  위의 점  $P(x, y)$ 와 초점  $F'(-4, 0)$ 를 지나는 직선이  $x$ 축의 양의 방향과 이루는 각을  $\alpha$ 라 하고, 점  $P(x, y)$ 와 초점  $F(4, 0)$ 를 지나는 직선이  $x$ 축의 양의 방향과 이루는 각을  $\beta$ 라 하자.

[1-1] 타원  $C$ 의 방정식을 구하시오. [5점]

[1-2]  $\cos \alpha = \frac{7}{8}$  (단,  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ )일 때, 선분  $PF'$ 의 길이를 구하시오. [5점]

[1-3]  $\cos \alpha = \frac{7}{8}$  (단,  $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$ )일 때,  $\tan \beta$ 의 값을 구하시오. [5점]

**[제시문 2]**

실수 전체의 집합에서 정의된 연속 함수  $f(x)$ 는 다음 세 조건을 만족시킨다.

(가)  $\frac{1}{3} \leq f(x) \leq \frac{2}{3}$

(나)  $f(x + \pi) = \frac{1 + \sqrt{6f(x) - 9\{f(x)\}^2}}{3}$

(다)  $\int_{-\pi}^{\pi} \{3f(x) - 1\} dx = \pi$

[2] 정적분  $\int_{2019\pi}^{2023\pi} f(x) dx$ 의 값을 구하시오. [15점]

**[제시문 3]**

자연수 1부터  $35^2 (= 1225)$ 까지의 숫자가 다음과 같이 나열되어 있다.

1	2	3	4	...	35
36	37	38	39	...	70
71	72	73	74	...	105
106	107	108	109	...	140
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1191	1192	1193	1194	...	1225

위와 같이 왼쪽 아래에서 오른쪽 위로의 대각선 방향으로 순서를 정하여  $n$ 번째 숫자를  $f(n)$  ( $n = 1, 2, 3, \dots, 1225$ )으로 정의한다.

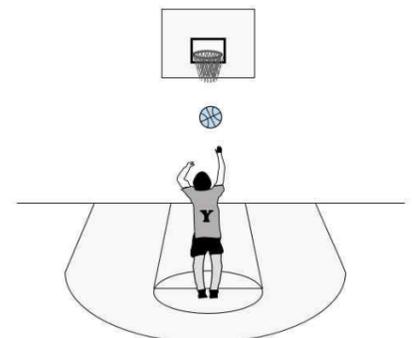
예)  $f(1) = 1, f(2) = 36, f(3) = 2, f(4) = 71, f(5) = 37, f(6) = 3, \dots$

[3-1]  $f(300)$ 의 값을 구하시오. [5점]

[3-2]  $f(n) = n$ 을 만족시키는 모든  $n$ 의 값을 구하시오. [10점]

**[제시문 4]**

농구 선수 세 명이 있다. 슛을 성공할 확률이  $\frac{8}{10}$ 인 선수가 두 명, 슛을 성공할 확률이  $\frac{9}{10}$ 인 선수가 한 명 있다. 세 선수가 임의의 순서로 슛을 한 번씩 시도했을 때, 첫 번째 선수와 두 번째 선수는 성공했으나 세 번째 선수는 성공하지 못했다. (단, 각각의 선수가 슛을 성공할 확률은 항상 일정하고, 슛을 성공하는 사건은 서로 독립이다.)



[4-1] 위와 같은 결과가 나올 확률을 구하시오. [10점]

[4-2] 세 번째 선수가 슛 성공 확률  $\frac{9}{10}$ 인 선수일 확률을 구하시오. [5점]

# 2019학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(물리)

모집단위	수험번호	성명
------	------	----

※다음 제시문은 구성 원소를 모르는 시료를 분석하기 위해 고안한 장치에 관한 설명이다. 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

**[그림1] 실험 개요**

**[표1] 주기율표**

주기율표 읽는 법

원자번호	← 1 H	→ 원소기호
	수소	→ 원소이름
	$1m_u$	→ 원자의 질량

1 H 수소 $1m_u$	2 He 헬륨 $4m_u$						
3 Li 리튬 $7m_u$	4 Be 베릴륨 $9m_u$	5 B 붕소 $11m_u$	6 C 탄소 $12m_u$	7 N 질소 $14m_u$	8 O 산소 $16m_u$	9 F 플루오린 $19m_u$	10 Ne 네온 $20m_u$
11 Na 나트륨 $23m_u$	12 Mg 마그네슘 $24m_u$	13 Al 알루미늄 $27m_u$	14 Si 규소 $28m_u$	15 P 인 $31m_u$	16 S 황 $32m_u$	17 Cl 염소 $35m_u$	18 Ar 아르곤 $40m_u$

**[표2] 물리 상수 및 단위 변환**

원주율 $\pi$	3.0
기본 전하량 $e$	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
전자의 질량 $m_e$	$9.0 \times 10^{-31} \text{ kg}$
원자의 질량 단위 $m_u$	$1.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$
에너지 단위 변환	$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

**[가]** [그림1]과 같이 아르곤 기체가 채워진 용기에 전자빔을 입사시켰다. 용기 안으로 입사된 전자가 아르곤 원자와 충돌하면 아르곤 원자는 아르곤 이온( $\text{Ar}^+$ )이 된다. 이 때, 질량 변화는 없다고 하자. 아르곤 원자의 이온화 확률을 높이기 위해서는 전자와 아르곤 원자 간의 충돌 확률을 높여야 한다. 이를 위해 [그림1]과 같이 자기장이 균일하게 형성된 영역을 만들었다. 균일한 자기장 영역으로 입사된 전자는 로런츠 힘에 의해 나선형 경로로 운동한다.

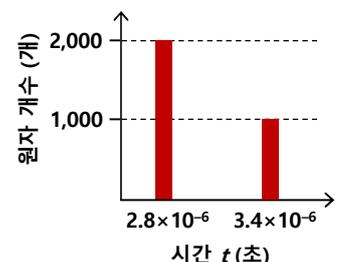
**[나]** 위 과정을 통해 용기 내 모든 아르곤 원자가 이온화된다고 가정하자. 용기 아래쪽에는 순간적으로 여달을 수 있는 밸브가 있다. 이 밸브를 이용하여 아르곤 이온을 하나씩 내보낼 수 있다고 하자. 용기 밖으로 나온 아르곤 이온은 12,500 V의 전위차로 가속되어, 준비된 시료의 원자와 충돌한다. 이 때, 아르곤 이온의 가속 전 속도는 무시할 만큼 작고, 아르곤 이온 하나는 항상 시료 원자 하나와 [그림1]에 점선 박스로 표시된 확대 부분과 같이 일직선상에서 정면으로 탄성 충돌한다. 충돌 전 정지해 있던 시료 원자는 충돌 후 연직 아래로 직선 운동한다.

**[다]** 시료 원자가 시료를 출발하여 연직 아래 1.0 m만큼 떨어진 위치에 도달하는 시간을  $t$ 라 하자. 시료 원자의 질량에 따라 운동 속도가 다르므로 같은 거리를 이동하는 데 걸리는 시간에 차이가 발생한다. 따라서 역으로  $t$ 를 측정하면 시료의 구성 원소를 알아낼 수 있다.

단, 중력, 공기 저항, 지구 자기장의 효과는 무시하고, 물리 상수 및 단위 변환은 [표1]과 [표2]의 값을 사용한다.

- [그림1]과 같이 전자가 균일한 자기장 방향에 대하여  $60^\circ$ 의 각도로 입사한다. 이 때 입사하는 전자의 운동에너지는 180 eV, 자기장 영역의 길이  $L$ 은 6.0 cm, 자기장의 세기  $B$ 는 0.9 T이다. 전자가 아르곤 원자와 충돌 없이 이 자기장 영역을 통과할 때, 나선 운동을 하며 회전한 총 횟수를 구하시오. [10점]
- 아르곤 이온과 시료 원자를 크기가 같고 질량이 다른 쇠공이라고 가정하자. 운동하는 아르곤 이온이 정지해 있던 시료 원자와 일직선상에서 정면으로 탄성 충돌한다 ([그림1]에 점선 박스로 표시된 확대 부분 참고). 만약 아르곤 이온과 충돌한 원자가 마그네슘(Mg)이라면, 충돌 전 아르곤 이온의 속도( $v_{\text{Ar}}$ )에 대한 충돌 후 마그네슘 원자의 속도( $v_{\text{Mg}}$ )의 비( $v_{\text{Mg}}/v_{\text{Ar}}$ )가 얼마인지 구하시오. [10점]
- 제시문과 같이 아르곤 이온은 12,500 V의 전위차로 가속되어 시료 원자와 충돌한다. 이 충돌로 인해 운동을 시작한 시료 원자 하나가 시료로부터 연직 아래 1.0 m만큼 떨어진 위치에 도달하는 시간을  $t$ 라 하자. 시료를 구성하는 어떤 두 원자의 질량 차가  $1.0 m_u$ 일 때, 두 원자의 도달 시간 차이  $\Delta t$ 를 구하시오. [10점]
- 미지의 시료가 어떤 원소로 구성되어 있는지 분석하기 위해 제시문에 설명된 시간  $t$ 를 측정하는 실험을 3,000 번 반복하였다. 그 결과, 오른쪽 [그림2]와 같이  $t = 2.8 \times 10^{-6}$  초에 도달한 시료 원자가 2,000 개,  $t = 3.4 \times 10^{-6}$  초에 도달한 시료 원자가 1,000 개로 나타났다. 주어진 그래프와 주기율표를 바탕으로 미지의 시료가 무엇인지 추론하시오. 단, 그래프에 나타난 결과 이외에 다른 시간  $t$ 에 도달한 시료 원자는 없다. [10점]

[그림2] 측정 결과



# 2019학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(화학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

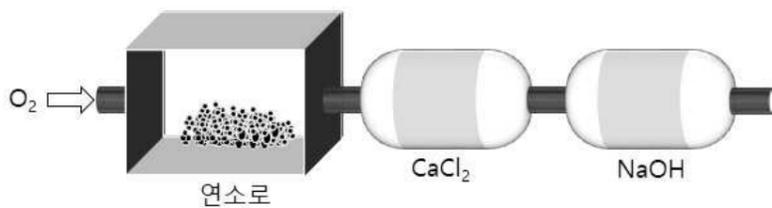
[가] (ㄱ) 진공 유리관의 양 끝에 수천 볼트의 높은 전압을 걸어주면 음극에서 양극으로 빛을 내면서 직진하는 선을 발견할 수 있다. (ㄴ) 19세기 후반 과학자들은 진공 유리관 안에 소량의 기체를 넣고 높은 전압을 걸었을 때 불연속적인 선스펙트럼이 관찰되는 것을 확인하였다. (ㄷ) 20세기 초 러더퍼드는 방사성 원소에서 방출되는 알파 입자를 얇은 금박에 충돌 시켰을 때 극히 일부의 알파 입자가 크게 휘거나 튕겨져 나오는 것을 확인하였다. (ㄹ) 채드윅은 베릴륨 원자에 알파 입자를 충돌시킬 때 전하를 띠지 않는 입자가 방출되는 것을 발견하였다.

[나] 화학 반응은 원자 간의 결합이 끊어지고 새로운 결합이 형성되는 과정이다. 화학 반응이 일어나기 위해서는 일정 수준 이상의 에너지를 가진 입자들이 유효한 방향으로 충돌해야 하는데, 이를 유효 충돌이라 한다. 화학 반응의 과정에서는 원자 간의 결합이 끊어질 때 에너지가 흡수되고, 새로운 결합이 형성될 때 에너지가 방출된다. 결합이 끊어질 때 흡수되는 에너지와 새로운 결합이 형성될 때 방출되는 에너지의 차이가 반응열이 된다. 가장 안정한 상태의 성분 원소로부터 1몰의 물질이 생성될 때의 반응열을 생성열이라고 한다. 예를 들면, 25°C, 1기압에서 CO(g), CO<sub>2</sub>(g), H<sub>2</sub>O(g)의 생성열은 각각 -110.5, -393.5, -241.8 kJ/mol이 된다. 화학 반응이 일어날 때 반응물의 종류와 상태, 그리고 생성물의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 반응열의 총합은 일정하다.

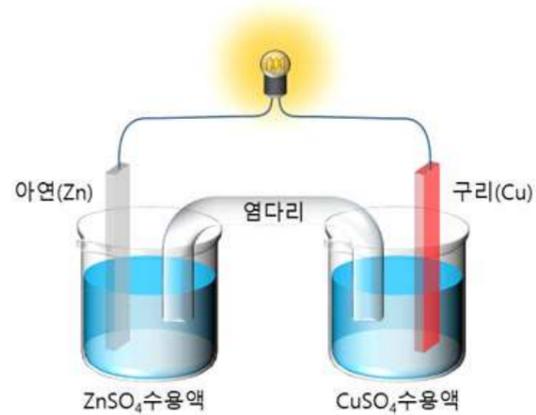
[다] 리비히는 [그림1]과 같이 유기화합물이 연소될 때 생성되는 물과 이산화 탄소의 질량을 측정하여 탄소, 수소, 산소의 성분비를 알아내는 원소분석법을 개발하였다.

[라] 산화-환원 반응은 원자나 이온이 전자를 잃거나 얻는 과정이다. 화학 전지는 자발적인 산화-환원 반응을 이용하여 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 장치이다. [그림2]는 화학 전지의 한 종류인 다니엘 전지의 구조를 나타낸 것으로, 아연판을 황산 아연(ZnSO<sub>4</sub>) 수용액에 넣고 구리판을 황산 구리(CuSO<sub>4</sub>) 수용액에 넣은 다음, 두 용액을 염다리로 연결하고 두 금속을 도선으로 연결하여 만든 것이다. 염다리는 염화 칼륨(KCl)을 포함하는 한천 용액을 굳혀서 만들 수 있다. 반쪽 전지 반응의 표준 환원 전위(E°)는 Cu<sup>2+</sup>(aq) + 2e<sup>-</sup> → Cu(s)에 대하여 +0.34 V이며 Zn<sup>2+</sup>(aq) + 2e<sup>-</sup> → Zn(s)에 대하여 -0.76 V가 된다.

[마] 이온화 에너지는 기체 상태의 원자로부터 전자를 떼어내는 데 필요한 에너지이다. 원자에서 전자를 1개씩 순차적으로 떼어내는 데 필요한 에너지를 순차적 이온화 에너지라 하며, 제일 이온화 에너지(E<sub>1</sub>), 제이 이온화 에너지(E<sub>2</sub>), 제삼 이온화 에너지(E<sub>3</sub>), ..... 로 나타낸다.



[그림1] 원소분석 장치의 구조



[그림2] 다니엘 전지의 구조

- 제시문 [가]에 나타난 각 실험을 통해 밝혀진 원자의 구조에 대해서 논하시오. [8점]
- 탄산 칼슘(CaCO<sub>3</sub>)을 염산(HCl) 수용액에 넣으면 기체가 발생하면서 서서히 녹는다. 탄산 칼슘과 염산이 반응하는 과정의 화학 반응식을 나타내고, 염산 수용액에 분말 상태의 탄산 칼슘을 넣었을 때와 덩어리 상태의 탄산 칼슘을 넣었을 때의 반응 속도가 어떻게 다른지 논하시오. 또, 이 반응의 반응 속도에 영향을 줄 수 있는 추가적인 요인들에 대해서 논하시오. [8점]
- 화합물 A는 탄소, 수소, 산소로 구성되어 있다. [그림1]의 장치를 이용하여 23g의 화합물 A의 원소분석을 진행하였더니 염화 칼슘(CaCl<sub>2</sub>)의 질량이 27g 증가했고 수산화 나트륨(NaOH)의 질량은 44g 증가했는데, 화합물 A가 연소되는 과정에서는 683 kJ의 열이 발생하였다. 한편, 산소가 부족한 환경에서 1몰의 화합물 A를 연소시켰을 때 일산화 탄소(CO)와 수증기(H<sub>2</sub>O)의 혼합물이 생성되었으며, 이 혼합물에 충분한 산소를 공급하여 다시 연소시켰을 때에는 566 kJ의 열이 발생하였다. 화합물 A를 산소가 부족한 환경에서 연소시켜 일산화 탄소와 수증기를 생성하는 반응의 열화학 반응식을 풀이 과정과 함께 논하시오 (단, 탄소, 수소, 산소의 원자량은 각각 12, 1, 16이며, 모든 반응 조건은 25°C, 1기압이라 가정하라). [8점]
- 다니엘 전지의 산화 전극 및 환원 전극에서 일어나는 반응을 이온 농도와 전극 질량의 변화와 관련지어 설명하고, 이 반응 과정에서 염다리가 어떤 역할을 하는지 논하시오. [8점]
- 마그네슘(Mg)의 순차적 이온화 에너지 E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>의 상대적 크기를 비교하고, 그 결과에 대한 이유를 논하시오. [8점]

# 2019학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(생명과학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 생물의 유전 형질을 나타내는 정보의 기본 단위체를 유전자라고 한다. 진핵생물의 경우 유전자는 핵 속의 DNA라는 핵산에 포함되어 있으며, DNA는 두 개의 가는 실끼리 이중나선을 이룬다. DNA는 히스톤 단백질과 결합하여 염색사를 형성하는데, 감수분열이나 체세포분열이 진행되면 염색사가 응축되어 염색체가 된다. 지구상의 식물과 동물 세포들은 각 생물종에 따라 일정한 개수의 염색체를 가지며, 각 염색체는 모양과 크기가 같은 상동의 쌍으로 존재하는데 이를 상동 염색체라 한다. 상동 염색체 쌍은 수정 과정에서 난자와 정자로부터 각각 하나씩 전달받아 형성되어 자손의 세포 속에서 한 쌍으로 존재하게 된다. 체세포에서 상동 염색체가 한 쌍으로 존재하는 까닭에 하나의 형질에 대해 2개의 유전자를 갖게 되는데, 이를 대립유전자라 부른다. 대립유전자는 상동 염색체에서 동일한 위치에 존재하는 유전자를 말한다.

[나] 생식세포 형성 과정 동안 감수 1분열 전기에는 상동 염색체끼리 접합하여 4개의 염색 분체로 이루어진 2가 염색체를 형성한다. 중기에는 2가 염색체가 세포 중앙 적도면에 배열한다. 후기에는 방추사에 의해 상동 염색체가 분리되어 각각 세포의 양극으로 이동한다. 말기에는 세포질 분열이 일어나 2개의 딸세포가 형성되는데 각 딸세포는 모세포에 있던 상동 염색체 중 1개씩만을 나눠 갖는다. 이 딸세포는 유전 물질의 복제 없이 감수 2분열을 시작한다. 감수 2분열에서는 체세포 분열과 유사하게 후기에 염색 분체가 분리되므로, 분열 결과 염색체 수의 변화는 없다.

[다] 멘델은 7가지 형질을 이용한 모든 실험에서 잡종 1대에서 부모의 중간 형질이 나타나지 않고 부모의 대립 형질 2개 중 하나만 나타나는 것을 발견하였다. 멘델은 완두를 사용한 실험에서 대립 형질을 가진 순종 개체끼리 교배했을 때 잡종 1대에서 나타나는 형질을 우성, 나타나지 않은 형질을 열성이라고 하였다. 잡종 1대 자손끼리 자가 수분을 하여 얻은 2대 자손의 경우, 7가지 형질 모두에서 '우성 동형접합 : 이형접합 : 열성 동형접합'의 유전자형이 나타나는 비율은 '1 : 2 : 1'로 예상되지만 우성과 열성의 표현형의 비는 3 : 1로 나타났다.

[라] 멘델은 순종의 '둥글고 황색인 완두'와 '주름지고 녹색인 완두'를 교배하여 '둥글고 황색인 완두'를 얻었는데 이 잡종 1대 자손들끼리 교배를 시켰다. 이 교배를 통해 얻은 2대 자손들은 '둥글고 황색 : 둥글고 녹색 : 주름지고 황색 : 주름지고 녹색'의 표현형으로 나타났는데 그 비율은 9 : 3 : 3 : 1이었다. 멘델은 이 결과를 '두 쌍의 대립 형질이 함께 유전될 때 서로의 유전에 영향을 미치지 않고 분리의 법칙에 따라 각각 독립적으로 유전된다'고 해석했는데 이를 '독립의 법칙'이라고 한다.

[마] 유전자 속에 담겨진 유전 정보는 'DNA → RNA → 단백질'의 순서로 전달되어 발현되며, 이와 같은 유전 정보의 흐름을 중심 원리라고 한다. 이를 위해서는 DNA 분자 속의 염기서열 순서에 근거하여 mRNA가 만들어지는 전사 과정이 먼저 일어나고, 다음으로 mRNA 속의 염기서열이 번역과정에 의해 폴리펩타이드, 또는 단백질의 아미노산 서열로 전환되는 과정이 순차적으로 일어나게 되는데, 이러한 과정을 유전자 발현이라고 한다. 유전자에 돌연변이가 일어나면 유전자 발현에 영향을 주어 개체의 표현형이 달라질 수 있다.

1. 위 제시문에서 알 수 있듯이 멘델은 자신의 실험 결과에 근거하여 유전을 설명하는 기본 원리를 발견하였다. 멘델이 자신의 실험 결과를 설명하기 위해 필요했던 가정은 무엇인지 제시문에 근거하여 논하시오. [10점]
2. 위 제시문을 읽고, 멘델이 자신의 실험 결과에 근거하여 제안한 독립의 법칙을, 감수분열 과정에서 일어나는 염색체 행동을 중심으로 논하시오. 단, 교차는 일어나지 않는다고 가정한다. [15점]
3. 멘델이 단성잡종을 이용한 자가교배에서 얻은 2대 자손 중 동형접합인 자손이 특정 표현형을 나타내는 이유를 제시문 [마]를 중심으로 논하시오. [15점]

# 2019학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(지구과학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

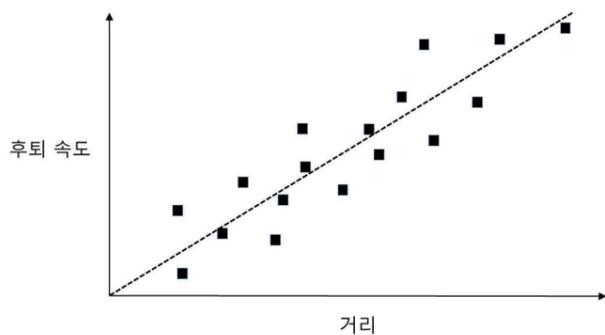
[가] 2018년 10월 국제천문연맹은 우주 팽창에 관한 발견을 바르게 기억하고 인정하기 위해, 오늘날 널리 사용되는 과학용어 “허블 법칙”을 “허블-르메트르 법칙”으로 고쳐 부르기로 하였다. 이는 실제로 조르주 르메트르가 에드윈 허블보다 2년 먼저 우주 팽창의 증거를 발견하고 논문으로 출판하여 오늘날 정설로 받아들여지고 있는 ‘빅뱅(대폭발) 이론’의 기초를 제공했기 때문이다. [그림1]은 허블-르메트르 법칙을 보여준다. 이 법칙에 등장하는 허블 상수는 현재 시점에서 비교적 가까운 우주 어디를 보든지 비슷한 값(약 70 km/s/Mpc)으로 측정된다는 점을 고려해서 상수라고 불린다.

[나] 지표에서 수직으로 총을 쏘았을 때 위로 올라가는 총알의 속도는 시간에 따라 점차 감소한다. 이때 빅뱅(대폭발) 시점은 총을 쏜 순간에, 후퇴하는 은하는 총알에, 그리고 우주의 물질 밀도는 지구 중력의 효과에 비유할 수 있다.

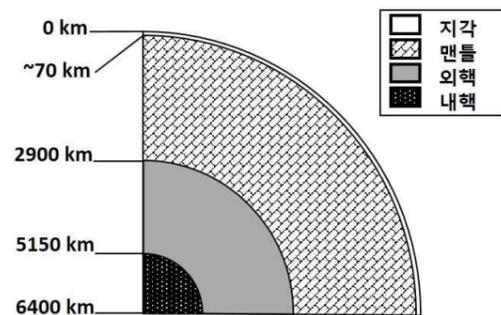
[다] 지구를 포함한 태양계의 행성들은 원시 태양 주변의 가스와 먼지가 응축되면서 만들어진 수많은 미행성체들과 이들의 충돌 과정 속에 탄생하였다. 지구 형성 초기의 원시 지구는 현재와 비교할 때 많이 달랐는데, 약 수억 년에 걸쳐 일어난 큰 변화에 의해 생명체가 살 수 있는 지표 환경을 갖추게 되었다. 이러한 큰 변화의 대표적인 사례로, 원시 지구에서는 마그마의 바다가 형성되어 철과 니켈 등 무거운 성분이 가라앉아 핵을 형성했고, 이후 지구가 지구보다 작은 다른 천체와 대규모로 충돌하면서 지구는 지금과 같은 크기가 되었고 달이 만들어졌다.

[라] 지구는 [그림2]와 같이 지구 중심에서 지표 방향으로 나아가며 고체 상태의 내핵, 액체 상태의 외핵, 암석질의 맨틀, 가장 겉껍질인 지각으로 구성되어 있다. 달은 지구의 유일한 위성으로, 달의 반지름은 지구 반지름의 약 25%에 달한다. 달의 내부 구조도 지구와 마찬가지로 핵과 맨틀, 그리고 지각으로 이어지는 층상 구조를 보인다. 하지만 달의 핵은 지구와는 달리 내핵과 외핵의 구분이 없으며 모두 고체 상태이다.

[마] 토양은 소중한 지구의 자원으로, 암석이 풍화와 침식을 받으면서 형성되는데 암석의 풍화물 외에도 물과 약간의 유기물, 그리고 공극을 포함하고 있다. 따라서 토양은 생물권과 무생물권의 연결고리이자 지구계의 축소판이라고 할 수 있다. 달의 표면도 “달의 토양”으로 덮여 있다.



[그림1] 허블-르메트르 법칙



[그림2] 지구의 내부 구조

- 머리털자리 은하단은 ‘우리은하’로부터 약 100 Mpc 거리에 있다. 이 은하단 중심에 있는 은하 NGC 4874의 우주 팽창에 의한 후퇴 속도는 얼마인지 계산하시오. 허블-르메트르 법칙에 따를 때 ‘우리은하’와 NGC 4874 사이의 거리가 0 이었던 시점부터 지금까지 흐른 시간,  $T$ (단위: 년)는 얼마였을지 산출하고, 왜 허블 상수의 존재가 우주에 시작이 있었다는 것을 의미하는지 논하시오. (참고:  $\text{Mpc} \approx 3 \times 10^{22} \text{ m}$ ,  $1 \text{년} \approx 3 \times 10^7 \text{ s}$ ) [10점]
- 우주에 별, 행성, 은하 등 질량을 가진 천체가 많이 존재한다는 사실을 고려할 때 허블 상수가 먼 과거, 예를 들어 우주의 나이가 지금의 1/10 이었을 때에 같은 값이었을지 논하시오. 단, 암흑 에너지의 효과는 무시할 만한 수준이라고 가정한다. 이 경우 산출되는 우주의 나이와 [문제1]에서 구한  $T$  중에 어느 것이 더 큰지 논하시오. [10점]
- 행성이나 위성에서 자기장의 형성이 금속질의 핵이 특정 상태일 때, 그리고 핵의 반지름이 차지하는 비율이 행성이나 위성 반지름의 약 30% 이상일 때 가능한 것으로 가정하자. 이때 지구와 달에서 핵의 반지름이 차지하는 비율을 근거로 자기장의 형성 유무를 비교하고, 제시문의 내용을 근거로 그러한 비율로 지구와 달의 핵이 형성된 과정을 유추하시오. 단, 달의 전체 평균 밀도는  $4.5 \text{ g/cm}^3$ , 달을 구성하는 맨틀의 평균 밀도는  $4.4 \text{ g/cm}^3$ , 핵의 평균 밀도는  $11 \text{ g/cm}^3$  으로 가정한다. 또한 달 지각의 밀도는 맨틀과 같다고 가정하고, 깊이에 따른 온도와 밀도 변화는 고려하지 않는다. (참고:  $\sqrt[3]{2} \approx 1.3$ ,  $\sqrt[3]{3} \approx 1.4$ ,  $\sqrt[3]{5} \approx 1.7$ ,  $\sqrt[3]{11} \approx 2.2$ ) [12점]
- 지구와 달의 지표에서 일어나는 풍화 작용의 차이를 설명하고, 이에 따른 토양의 차이점에 대해 논하시오. [8점]