

2017학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(수학)

모 집 단 위		수 험 번 호		성 명	
------------------	--	------------------	--	--------	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하십시오.

[제시문 1]

[가] 다항함수 $h(x)$ 의 그래프 위의 점 $(a, h(a))$ 에서의 접선의 방정식은 다음과 같다.

$$y = h'(a)(x - a) + h(a)$$

[나] 다항함수 $h(x)$ 가

$$h(x) = (x - a)^n g(x)$$
 (단, n 은 자연수이고, $g(x)$ 는 다항함수이다.)
 로 나타내어질 때, 방정식 $h(x) = 0$ 은 $x = a$ 를 근으로 갖는다고 한다.
 특히, $n \geq 2$ 이면 방정식 $h(x) = 0$ 은 $x = a$ 에서 중근을 갖는다고 한다.

[1-1] 곡선 $y = x^3 + 1$ 위의 점 $(1, 2)$ 에서의 접선의 방정식을 구하십시오. [4점]

[1-2] 다항함수 $f(x)$ 의 그래프 위의 점 $(a, f(a))$ 에서의 접선의 방정식을 $y = L(x)$ 라 할 때, 방정식 $f(x) - L(x) = 0$ 이 $x = a$ 에서 중근을 가짐을 보이시오. [8점]

[1-3] 다항함수 $f(x)$ 의 그래프 위의 점 $(a, f(a))$ 를 지나는 직선을 $y = l(x)$ 라 하자. 방정식 $f(x) - l(x) = 0$ 이 $x = a$ 에서 중근을 가질 때, 직선 $y = l(x)$ 는 곡선 $y = f(x)$ 위의 점 $(a, f(a))$ 에서의 접선임을 보이시오. [8점]

[제시문 2]

[가] 좌표평면에서 중심이 원점이고 반지름의 길이가 1인 원 C 위의 점 $(\cos \theta, \sin \theta)$ 에서의 접선을 l_θ 라 할 때, 집합 A 를 $A = \{l_\theta \mid 0 \leq \theta < 2\pi\}$ 라 하자.

[나] 좌표평면 위의 점 P 가 집합 A 의 원소 중 오직 m 개의 원소와 만나도록 하는 점 P 의 집합을 U_m 이라 하자. 예를 들어, 집합 U_0 은 집합 A 의 어떤 원소와도 만나지 않는 점의 집합이다. (단, m 은 음이 아닌 정수이다.)

[다] 좌표평면 위의 점 (a, b) 가 집합 U_2 의 원소일 때, 점 (a, b) 를 지나는 원 C 위의 서로 다른 두 접선의 접점을 이은 직선을 $L(a, b)$ 라 하자.

[2-1] 음이 아닌 정수 m 에 대하여 집합 U_m 을 구하십시오. [10점]

[2-2] 집합 B 를 $B = \{L(a, b) \mid a^2 + b^2 = 10^2, (a, b) \in U_2\}$ 라 하자. 좌표평면 위의 점 P 가 집합 B 의 원소 중 오직 m 개의 원소와 만나도록 하는 점 P 의 집합 V_m 을 구하십시오. (단, m 은 음이 아닌 정수이다.) [10점]



[제시문 3]

세 함수 $p(x)$, $q(x)$, $r(x)$ 가 모든 실수 x 에 대하여
 $p(x) \leq q(x) \leq r(x)$ 이고, $\lim_{x \rightarrow a} p(x) = \lim_{x \rightarrow a} r(x) = \alpha$ 이면 $\lim_{x \rightarrow a} q(x) = \alpha$ 이다. (단, α 는 실수이다.)

[3-1] 실수 전체의 집합에서 정의된 함수 $f(x)$ 가 $f(1) = k$ 이고, $\lim_{n \rightarrow \infty} f\left(\frac{1}{2^n}\right) = f(0)$ 을 만족시킨다. 모든 자연수 n 에 대하여

$$f\left(\frac{1}{2^n}\right) = \left(1 - \frac{1}{(n+1)^2}\right) \cdot f\left(\frac{1}{2^{n-1}}\right) \text{ 일 때, } f(0) \text{의 값을 구하시오. (단, } k \text{는 상수이다.) [8점]}$$

[3-2] 모든 실수 x 에 대하여 $g(x) \geq 0$ 인 함수 $g(x)$ 가 다음 두 조건을 만족시킨다.

(가) 모든 실수 x_1, x_2 에 대하여 $x_1 < x_2$ 이면 $g(x_1) \leq g(x_2)$ 이다.

(나) 모든 자연수 n 에 대하여 $g\left(\frac{1}{2^n}\right) \leq \frac{n}{2(n+1)} \cdot g\left(\frac{1}{2^{n-1}}\right)$ 이다.

[3-2-1] $g(0)$ 의 값을 구하시오. [4점]

[3-2-2] $\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{g\left(\frac{1}{m}\right) - g(0)}{\frac{1}{m}}$ 의 값을 구하시오. (단, m 은 자연수이다.) [8점]

2017학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(물리)

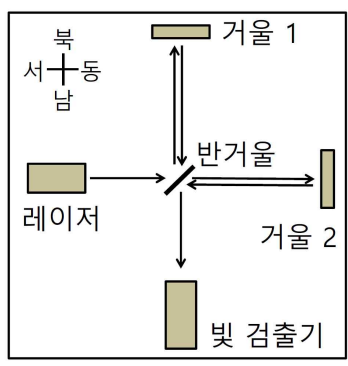
모집단위		수험번호		성명	
------	--	------	--	----	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 아인슈타인은 가속하고 있는 좌표계에 있는 관측자가 관측하는 것과 중력장에서 관측하는 것을 서로 구별할 수 없다는 등가 원리로부터 중력이 공간의 굽어짐과 관련이 있다는 일반 상대성 이론을 제안하였다. 질량이 큰 물체들이 심하게 상호작용하여 움직이면 물체 주위의 시공간의 굽어짐이 교란이 되어 퍼져 나가게 된다.

[나] 두 파동이 서로 만나 중첩되면, 두 파동이 합쳐져서 원래의 파동보다 진폭이 더 커지는 보강 간섭이 일어나거나 진폭이 작아지거나 없어지는 상쇄 간섭이 일어난다.

[다] 오른쪽 그림은 레이저에서 나온 빛이 반거울을 통해 나누어져 수 km 떨어진 거울 1과 거울 2에서 반사된 후 다시 모여 빛 검출기에 들어가도록 만든 간섭 실험 장치이다. 레이저에서 나오는 빛의 파장은 600 nm이며, 거울 1과 거울 2, 반거울의 넓이는 레이저에서 나오는 빛이 수직으로 비추는 넓이에 비하여 매우 크다. 거울 1과 거울 2는 입사하는 빛을 모두 반사하고, 반거울은 입사하는 빛의 절반을 통과시키고 절반을 반사한다.



[간섭 실험 장치]

[라] 전자기파는 전기장과 자기장의 세기가 커졌다가 작아지는 것을 반복하면서 공간을 전파하여 나가는 파동이다. 전자기파 중에서 사람의 눈으로 관찰할 수 있는 것을 가시광선 또는 빛이라고 한다. 진공 중에서 진행하는 빛의 속도는 관찰자나 광원의 속도와 관계없이 일정하다. 진동수가 f 인 빛은 hf 의 에너지를 가지는 광자의 흐름으로 생각할 수 있으며, 파장이 λ 인 광자 하나의 운동량은 $\frac{h}{\lambda}$ 이다.

[마] 큰 에너지의 빛이 물질을 통과하면서 전자와 양전자를 생성하는 쌍생성 현상은 에너지가 질량으로 변하는 현상이다. 한편 방사성 원소인 우라늄 235는 핵분열할 때 질량이 감소하면서 감소한 질량이 에너지로 변하며, 수소와 같은 작은 원자핵들이 융합하여 더 큰 원자핵으로 변하는 핵융합 반응에서도 질량이 감소하면서 감소한 질량이 에너지로 변한다.

[바] 절대온도가 T 인 흑체 표면의 단위 넓이에서 단위 시간당 방출되는 복사 에너지는 σT^4 이며, 파장 $\lambda = \frac{2.9 \text{ mm} \cdot \text{K}}{T}$ 에서 단위 파장당 방출되는 복사 에너지가 가장 크다.

[표 1] 물리 상수

전자의 정지질량	기본 전하량	아보가드로 수	만유인력 상수	진공에서의 광속
$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$	$N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ 개/mol}$	$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$	$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$
중력가속도	슈테판·볼츠만 상수	볼츠만 상수	양성자의 질량	플랑크 상수
$g = 10 \text{ m/s}^2$	$\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$	$k_B = 1.4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$	$m_p = 1.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

1. 각각 질량 M 인 두 물체가 자전하지 않고 중력에 의해 서로 끌어당기면서 반지름이 $5000 \times GM/c^2$ 인 원궤도로 운동하고 있었다. 시간이 지난 후 두 물체가 합쳐져 질량이 $1.999 \times M$ 인 하나의 물체가 되면서 정지하였다. 한 물체로 합쳐진 이후에도 자전하지 않는 경우에, 이 과정에서 방출된 에너지의 크기에 대해 논하시오. [10점]
2. 중력가속도가 g 인 공간에 질량 10 kg인 똑같은 평면 거울 두 개를 각각 끈에 매달아 평행하게 마주 보도록 설치하였다. 두 거울 사이의 거리는 5 km이고, 두 끈의 길이는 각각 8 m이며, 거울 자체의 높이는 끈의 길이에 비하여 매우 작다. 파장이 600 nm인 광자 10^{22} 개가 두 거울의 사이에서 계속 왕복 운동하고 있을 때, 각각의 거울이 받는 평균 힘에 대해 논하고, 끈이 연직선과 이루는 각도에 대해 논하시오. 두 거울은 계속 평행을 유지하며 광자는 거울에 수직으로 입사하여 모두 반사된다고 가정한다. 끈의 질량은 거울의 질량보다 매우 작다. [10점]
3. 제시문 [다]의 간섭 실험 장치에서 레이저에서 나오는 빛이 반거울을 통해 나누어져 거울 1과 거울 2에서 반사된 후 다시 모여 빛 검출기에 들어갈 때 상쇄 간섭이 일어나도록 거울 1과 거울 2의 위치를 조정하였다. 이후에 거울 1과 거울 2가 각각 외력을 받아서, 거울 1의 위치는 남북 방향으로 진동하게 되었고 거울 2의 위치는 동서 방향으로 진동하게 되었다. 각 거울의 진폭이 10 μm 이고 진동수가 5 Hz인 경우에 빛 검출기에 나타날 수 있는 신호에 대해 논하시오. [10점]
4. 제시문 [다]의 간섭 실험 장치에서 거울 1과 거울 2의 위치를 조정하여 반거울로부터 빛 검출기 쪽으로 진행하는 빛의 세기가 11.4 W/m^2 가 되게 하고, 빛 검출기 위치에 구형의 흑체를 놓았다. 레이저를 켜기 전에 흑체의 온도는 27 $^\circ\text{C}$ 로 일정하였다. 레이저를 켜 후에 흑체의 온도가 더 이상 변하지 않게 되었을 때, 흑체의 온도에 대해 논하고, 흑체에서 방출되는 복사 에너지의 파장 분포에 대해 논하시오. 단, 흑체 표면의 온도는 모두 같다고 간주하며, 흑체 표면의 넓이는 레이저에서 나오는 빛이 수직으로 비추는 넓이에 비하여 매우 작다. [10점]

2017학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(화학)

모 의 구 분		수 험 번 호		성 명	
------------------	--	------------------	--	--------	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 산화-환원 반응은 우리의 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 화학 반응 중의 하나이다. 이산화탄소와 물을 포도당으로 변화시키는 식물의 광합성 반응과 포도당으로부터 에너지를 얻는 호흡 과정은 매우 중요한 산화-환원 반응의 예다. 휴대전화 등에서 사용하는 배터리는 화학 전지로 자발적인 산화-환원 반응을 통해 전기 에너지를 얻는 장치다. 반면에 전기 분해는 전기 에너지를 이용하여 비자발적인 산화-환원 반응을 일으킨다.

[나] 표준 전극 전위는 이온 농도가 1 M, 기체는 1 기압, 25 °C에서 측정된 반쪽 전지의 전위를 나타낸다. 표준 전극 전위는 환원 반쪽 반응을 기준으로 통일하여 나타내며 이를 표준 환원 전위 (E°)라고 한다. 아래 표는 몇 가지 반쪽 반응의 표준 환원 전위를 나타낸 것이다.

환원 반쪽 반응	표준 환원 전위 (E° , V)	환원 반쪽 반응	표준 환원 전위(E° , V)
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-(aq)$	+2.87	$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-(aq)$	+1.36	$2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0
$Br_2(l) + 2e^- \rightarrow 2Br^-(aq)$	+1.07	$2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-(aq)$	+0.54	$Na^+(aq) + e^- \rightarrow Na(s)$	-2.72

[다] 자유 에너지는 물리 화학적 과정의 자발성에 대한 일반적인 기준이다. 자유 에너지의 변화(ΔG) 값이 음수이면 그 과정은 자발적이며, ΔG 값이 양수이면 그 과정은 비자발적이다. ΔG 값이 0이면 그 과정은 평형 상태다. 이러한 자발성의 기준은 산화-환원 반응에도 적용된다. 산화-환원 반응에 기초한 화학 전지에서는 반응물과 생성물의 자유 에너지 차이에 해당하는 전위차가 발생한다. 표준 상태에서 표준 자유 에너지 변화(ΔG°)와 표준 전지 전위($E^\circ_{\text{전지}}$)의 관계는 다음과 같다.

$$\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{\text{전지}} \quad (n: \text{전자의 몰수}, F: \text{패러데이 상수}, 96,500 \text{ C/몰})$$

[라] 17족 할로젠 원소 (${}_{9}F$, ${}_{17}Cl$, ${}_{35}Br$, ${}_{53}I$)들은 이원자 분자의 홀원소 물질로 존재할 수 있으며 다양한 색을 나타낸다. 할로젠 분자들은 산화력이 강하며, 이 중 아이오딘 분자 (I_2)는 상온에서 결정성 고체로 존재하고 소량으로도 많은 양의 물을 소독할 수 있어서 휴대용 음용수 소독제로 사용되기도 한다. I_2 결정의 녹는점은 100 °C 이상이며 상온에서 공기 중에 노출될 때 기체 상태로 승화한다.

[마] 제빵가루의 원료인 탄산수소나트륨 ($NaHCO_3$)은 아래의 반응에 의해 분해되어 밀가루 반죽을 부풀게 할 수 있다.

$$2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$$

탄산수소나트륨은 위산과다로 인한 속쓰림을 완화해 주는 제산제의 원료로도 사용될 수 있다. 위장 속의 염산 (HCl)과 탄산수소나트륨이 중화 반응을 일으켜 염을 생성하고 이산화탄소 (CO_2)를 발생시킨다.

[바] 일산화탄소와 수증기로부터 수소 기체를 생산하는 반응은 오래전부터 알려졌으며, 천연가스로부터 수소 기체를 생산하는 과정에서 중요한 반응으로 관심을 받고 있다. 공업적인 생산 과정에서는 현재까지 개발된 촉매를 사용할 경우 200 °C 이상에서 반응을 진행해야 하는 것으로 알려져 있다.

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

[사] 25 °C, 1 기압에서 몇 가지 화합물들의 생성열(ΔH , kJ/몰)은 다음과 같다.

$$NaHCO_3(s) = -951, Na_2CO_3(s) = -1131, H_2O(g) = -242, CO_2(g) = -394, CO(g) = -111$$

- 제시문 [가], [나], [다]에 기초하여 제시문 [라]의 할로젠 분자들 (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2)가 가지고 있는 산화력의 상대적 세기를 예측하고, 그 이유를 원소의 주기적 성질 측면에서 설명하시오. 또한 I_2 분자가 결정성 고체를 형성하는 이유를 분자 사이에 작용하는 힘과 관련지어 설명하시오. [8점]
- 제시문 [라]의 염소 기체 (Cl_2)는 탄소 전극을 활용하여 염화나트륨 ($NaCl$) 수용액을 전기 분해하면 얻을 수 있다. 이때 산화 전극(+극)과 환원 전극(-극)에서 일어나는 각각의 반응을 제시문 [가], [나], [다]에 기초하여 예측하고 이유를 설명하시오. 또한 염화나트륨과 염화구리 ($CuCl_2$)가 함께 녹아 있는 혼합물 수용액에서 동일한 조건으로 전기 분해를 수행할 때 각 전극에서 일어나는 반응을 예측하고 이유를 설명하시오. [8점]
- 제시문 [마]의 탄산수소나트륨 분해 반응의 온도에 따른 자발성을 엔탈피 변화 (ΔH), 엔트로피 변화 (ΔS) 및 자유 에너지 변화 (ΔG)와 연관지어 설명하시오. (단, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이며, ΔH 와 ΔS 는 온도 변화에 관계없이 일정하다고 가정하라.) [8점]
- 제시문 [마]와 같이 탄산수소나트륨과 묽은 염산 용액의 반응으로 기체를 발생시키는 실험을 하려 한다. 이때 안전한 실험을 위해 주의해야 할 여러 가지 사항들을 제시하시오. [8점]
- 제시문 [바]의 반응에서 반응물과 생성물이 평형을 이루고 있을 때 압력과 온도의 변화에 따른 수소 기체의 몰수 변화를 예측하시오. 또한 공업적인 생산 과정에서 200 °C 이상의 고온에서 반응을 진행해야 하는 이유를 원리적으로 설명하시오. [8점]

2017학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(생명과학)

모 의 구 분		수 험 번 호		성 명	
------------------	--	------------------	--	--------	--

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 갈라파고스 군도는 크고 작은 16개의 화산섬으로 이루어져 있으며, 섬들은 상당히 멀리 떨어져 있고 섬 사이에는 빠른 해류가 있어 생물이 왕래하기 어려웠다. 그 결과 섬마다 코끼리거북과 핀치 새의 종류가 달랐다. 코끼리거북의 경우 습하고 잡초가 많은 섬에 사는 종류는 목이 짧고 등갑의 앞부분이 곧은 반면, 건조한 섬에 사는 종류는 목이 길고 등갑이 앞부분이 높고 솟아 있어 목을 위로 뻗어 키 작은 나무의 잎도 따 먹을 수 있었다. 생태계에서는 이러한 생물 다양성이 쉽게 발견되는데 이는 생태계의 유지와 생명 지속성에 중요한 의미를 지닌다. 생물 다양성은 사실 인간의 실생활과도 관련이 깊다. 인간이 경제성 있는 작물만 대량으로 재배하여 생태계 교란이 일어나는 경우, 병충해 발생으로 말미암아 해당 작물은 사라지고 이를 대체할 유전자원이 없으면 인간의 생존도 위협을 받게 된다.

[나] 암컷과 수컷으로 성이 구분되어 있고, 서로 다른 생식 세포를 만들어 수정 과정을 통해 자손을 만드는 것이 유성생식이다. 이 유성생식에 의한 유전현상을 관찰하던 멘델은 잡종 1대인 보라색 꽃을 피우는 완두를 자가 수분시켜 잡종 2대를 얻었는데, 그 결과 잡종 2대에서는 보라색 꽃뿐만이 아니라 흰색 꽃도 나타나는 결과를 얻었다. 이는 마치 A형 혈액형을 지닌 남자와 B형 혈액형을 지닌 여자 사이에서 O형의 자손이 탄생하는 것과 같다. 그러나 이와 달리 세균을 포함하는 일부 생물 종들은 암수의 성이 구별되지 않는 무성생식을 통해 자손 번식을 한다. 또한 무성 생식으로 번식하는 생물들은 생식 세포를 만들지 않는다.

[다] DNA가 유전물질이라는 사실은 세균을 감염시키는 바이러스인 박테리오파지와 세균을 이용한 여러 실험에서 밝혀졌다. 그리피스와 에이버리의 실험을 통해 밝혀진 것처럼 죽은 세균에서 외부 환경으로 유출된 세균 DNA가 살아있는 다른 세균 속으로 들어가 형질의 변화를 일으킬 수 있다. 이와 유사하게 박테리오파지의 DNA는 감염된 숙주 세균의 형질의 변화를 일으키기도 한다. 박테리오파지는 숙주인 세균 표면에 달라붙어 세포 안으로 DNA를 주입하여 감염을 일으킨다. 숙주 감염 후 생성된 박테리오파지 중 일부가 자신의 DNA에 숙주 DNA 절편을 포함한 상태로 새로운 숙주에 감염되면 대부분의 숙주 세균들은 죽지만 일부 세균들은 살아남아 새로운 형질을 획득하기도 한다.

DNA는 또한 세포활동의 중심이다. DNA의 유전정보는 전사와 번역을 거쳐 세포활동을 직접 수행하는 단백질을 만드는 데에 관여한다. 유전정보를 담고 있는 DNA 염기서열에 변화가 생기면 기능이나 활성이 달라진 돌연변이 단백질이 생길 수 있다.

[라] 최근 과학기술의 발달로 유전자 조작을 통해 새로운 형질을 가진 종을 만들 수 있다. 유전자 재조합 기술을 이용하여 옥수수 등의 작물유전자에 곤충에 해로운 물질을 합성하는 미생물의 유전자를 도입하여 해충에 저항성을 갖는 유전자 변형 생물(GMO)의 새로운 품종을 만들 수 있다. GMO를 통한 식품생산에 대해 사회적으로 찬반양론이 제기되고 있다. 일부 주장을 소개하면 다음과 같다. 찬성하는 쪽은, 단기간에 기아를 해결할 수 있고 기존의 품종개발도 넓은 의미로는 유전자 변형 생물이라고 주장한다. 반대하는 쪽은 인체에 미치는 영향과 같은 안전성이 검증되지 않았다는 점과 GMO를 통한 식량생산이 곡물기업의 돈벌이 수단에 불과하다는 견해를 갖고 있다. 이외에도 다양한 주장이 제기된다.

1. 사람을 포함한 대다수 생물들의 경우 한 부모로부터 탄생한 자손들은 유전적으로 모두 다르다. 그 이유를 제시문 [나]와 [다]에 근거하여 추론하시오. [10점]
2. 제시문 [나]에 밑줄 친 세균과 같이 무성생식을 하는 경우, 유성생식에 비해 다양한 자연 환경에 적응하는 데 불리할 가능성이 높다. 그럼에도 불구하고 세균으로부터 새로운 환경에 적응하여 살아남는 자손 개체가 생성될 수 있는 이유를 제시문 [다]의 정보를 활용하여 설명하시오. [10점]
3. 유성 생식으로 번식하는 생물들이 진화에 상대적으로 유리한 이유는 무엇인지 제시문 [가], [나], [다]의 정보를 활용하여 설명하시오. [10점]
4. 제시문 [가]에서 밑줄 친 식량자원의 확보 문제에서는 생물 다양성의 유지가 매우 중요하다. 이 사실을 근거로 제시문 [라]의 유전자 변형 생물(GMO)에 대한 찬반양론을 평가하시오. [10점]

2017학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 문제(지구과학)

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

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

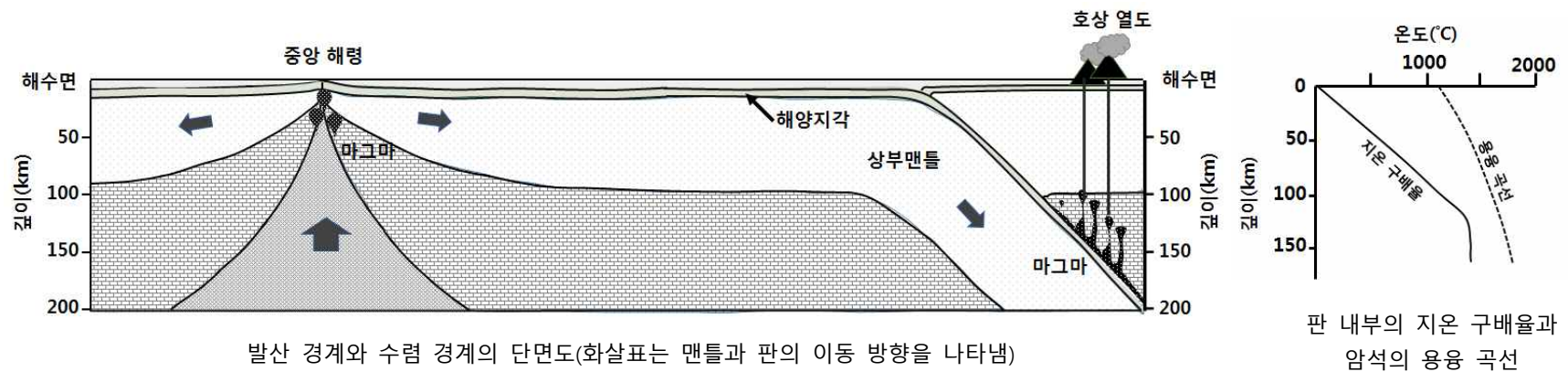
[가] 지난 2009년 3월 6일 우주 궤도에 발사된 케플러 우주 망원경의 관측을 통하여 2016년 9월 현재까지 2,330개의 외계 행성이 발견되었다. 그중에서 골디락스 영역(생명 가능 지대)에 존재하고 있고 지구 크기의 2배보다 작을 것으로 추정되는 지구형 외계 행성으로 확인된 것은 21개에 이른다. 외계 행성을 찾는 여러 방법 중 하나는 별가림 현상(식 현상이라고도 부름)을 관측하는 것이다. 별가림 현상이란 공전하는 행성이 별의 전면을 지나가는 동안, 별의 일부가 가려져 밝기가 어둡게 관측되는 것을 말한다.

[나] 태양계의 행성들 중에서 밀도가 상대적으로 높고 표면이 고체로 이루어져 있으며 지구와 물리적 특성이 비슷한 수성, 금성, 화성을 지구형(혹은 암석형) 행성이라고 한다. 한편 밀도가 상대적으로 낮고 표면이 가스나 액체 또는 얼음 알갱이로 되어 있으며 목성과 물리적 특성이 비슷한 토성, 천왕성, 해왕성 등을 목성형(혹은 가스형) 행성이라고 한다. 목성은 태양계 내의 행성들 중에서 가장 규모가 크지만, 질량이 태양의 1/1,000 정도에 불과하며 스스로 빛을 내는 별은 아니다. 태양계의 중심 별인 태양과 대표 행성들인 지구와 목성의 주요 물리적 특성은 아래 표와 같다.

이름	반지름 (km)	질량 (kg)	평균 밀도 (g·cm ⁻³)	태양으로부터 거리(천문단위, AU) 1AU = 1.496 x 10 ⁸ km	공전 주기 (일, day)
태양	6.960 × 10 ⁵	1.99 × 10 ³⁰	1.408	-	-
지구	6,378	5.97 × 10 ²⁴	5.515	1.000	365.3
목성	71,492	1.90 × 10 ²⁷	1.326	5.204	4,332.6

[다] 지구는 약 46억년 전 태양계의 골디락스 영역에서 성간 물질의 집적 과정을 통해 형성되었으며, 약 35억년 전부터 현재까지 태양계에서 생명체가 거주해 온 유일한 행성이다. 초기 지구의 형성 이후 지표와 대기의 환경은 생명체의 발현과 진화가 지속될 수 있도록 항상성을 유지해왔다. 여기에 중요한 역할을 해 온 요인들 중에는 지표와 대기 중에 비교적 일정한 양으로 유지되어 온 물과 이산화탄소의 존재를 들 수 있다. 이들 성분이 지각, 수권, 기권을 통틀어 보았을 때 차지하는 비율은 이들 전체의 질량 0.03 × 10²⁴kg의 각각 7.2%와 1.5% 정도이며, 지구의 맨틀에서 차지하는 비율은 맨틀 전체의 질량 4.02 × 10²⁴kg의 각각 0.07%와 0.02% 정도인 반면 지구의 핵에는 거의 없는 것으로 추정된다. 한편 물과 이산화탄소 성분은 암석과 섞여 있을 때 용융 온도를 낮추어 마그마의 형성을 쉽게 하는 역할을 하면서 화산 가스를 통해 비교적 꾸준하게 대기 중으로 공급되고 있다.

[라] 지구의 지표 환경을 구성하고 유지시키는 데에 있어서 가장 중요한 요소 중 하나는 적당한 두께의 판의 형성과 그 움직임이다. 이는 대륙과 해양의 형성 및 분포를 규정함과 동시에 대기의 구성과 물질 순환에 있어서도 중요한 원동력을 제공한다. 판의 경계부는 특징에 따라 크게 중앙 해령으로 대표되는 발산 경계, 호상 열도로 대표되는 수렴 경계, 그리고 변환 단층으로 대표되는 보존 경계로 나뉘며, 이러한 경계부에 지진 및 화산 활동이 집중되어 있다. 깊이에 따른 온도 증가율(지온 구배율 혹은 지하 증온율)은 판의 내부와 각각의 경계부에서 서로 다르게 나타난다. 지온 구배율과 지각과 맨틀을 구성하는 암석의 용융 곡선과의 관계에 의하여 마그마의 형성 및 그에 따른 화산 활동이 유도된다.



- 태양과 동일한 물리적 특성을 가진 중심 별 주변에 지구와 같은 물리적 특성을 가진 행성이 공전하는 외계 행성계와 목성과 같은 물리적 특성을 가진 행성이 공전하는 외계 행성계를 제시문 [가]의 별가림 현상을 관측함으로써 확인하려고 한다. 제시문 [나]의 내용을 근거로 각 행성계의 별가림 현상에 의해서 나타나는 시간에 따른 밝기 변화를 논리적으로 추정하고 비교하시오. 단, 중심 별과 행성들이 완전한 구형임을 가정하고, 중심 별의 표면 밝기가 전체적으로 균일하다고 가정한다. 그리고 행성들은 중심 별의 가운데를 가로지르며, 원궤도 운동을 한다고 가정하되, 궤도의 위치에 따라 관측되는 공전 속력의 변화는 무시해도 된다. [10점]
- 제시문 [나]와 [다]에 주어진 내용을 근거로 지구의 대기에서 지구의 중심까지 구성 물질의 분포 특징에 대해 양적 관계를 통해 유추하고, 지구의 형성 시기에 그러한 구성 물질의 분포가 만들어진 과정에 대하여 추론해 보시오. [15점]
- 제시문 [라]의 그림에서 제시된 지온 구배율과 암석의 용융 곡선이 중앙 해령과 호상 열도에서는 각각 어떻게 변화될 지 유추해보시오. 또한 제시문 [다]의 내용과 같이 지표의 물과 대기 중의 이산화탄소가 비교적 일정한 양으로 유지될 수 있는 과정에 대해 제시문 [라]의 내용을 근거로 논술하시오. [15점]