2015학년도 연세대학교 모의논술 문제(지구과학)

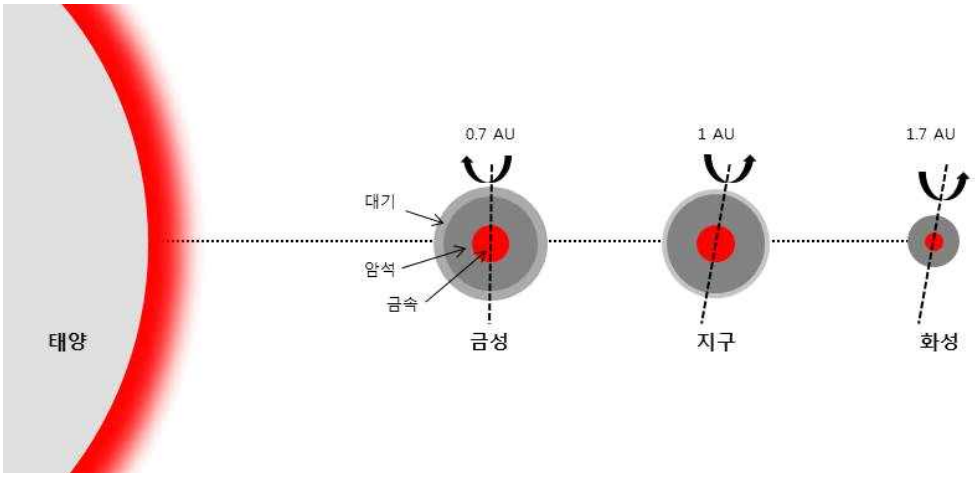
[문제 3] 다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

(가) 태양계에는 8개의 행성이 존재하며 지구에 이웃한 행성으로 금성과 화성이 있다. 금성은 지구의 크기와 비슷하며 태양으로부터 약 0.7 AU 거리에 위치하고, 화성은 지구 크기의 약 절반이며 태양으로부터 약 1.7 AU 거리에 위치한다(1 AU = 지구와 태양 사이 평균거리). 금성과 화성의 대기 모두 대표적인 온실가스인 이산화탄소가 주성분으로 구성되어 있다. 금성의 경우 이산화탄소의 대기가 두껍게 형성되어 지표에서의 기압이 지구의 약 90배에 달하는 반면, 화성의 이산화탄소 대기는 매우 희박하여 지표에서의 기압이 지구의 약 1/150로 추정된다. 금성 표면에서의 탈출 속도는 지구와 비슷하여 약 10km/sec인 반면 화성 표면에서의 탈출 속도는 지구와 금성의 절반 정도인 약 5km/sec 이다.

(나) 지구의 북반구에서는, 천문현상 중 하나인 별의 일주운동이 북극성을 기준으로 반시계 방향의 천구 움직임으로 관측되며, 기상현상 중 하나인 열대 저기압(태풍 혹은 허리케인)의 자전 방향도 반시계방향으로 관측된다. 지구와 화성은 자전축이 비슷하게 약 24도의 기울기를 보이며 반시계 방향으로 자전하는 반면, 금성은 자전축이 약 177도 기울어져 같은 위치에서 보았을 때 지구나 화성과는 달리 시계 방향으로 아주 느린 속도로 자전을 한다.

(다) 행성에서 자기장의 존재는 대기를 태양풍으로부터 보호함으로써 수권과 생명의 발현 및 유지에 필수적인 요소이다. 다이나모 이론에 따르면 자기장의 형성에는 금속성 유체의 존재와 이것의 대류가 필수적인 요소이다. 금성과 화성 모두 지구에서와 같이 금속성 물질이 행성의 핵을 이루고 있으나, 지구에만 유일하게 현재 자기장이 형성되고 있다.

(라) 지구를 일컫는 말로 '살아있는 행성', 푸른 행성', 혹은 '태양으로부터 세 번째 돌덩어리'라는 등의 표현을 쓴다. 이들은 모두 지구는 우리가 아는 형태의 생명체가 존재할 수 있는 지표환경을 제공해주며, 지표의 상당부분이 물로 덮여있고 또한 전체적으로 암석으로 이루어진 행성임을 뜻한다. 이러한 생명체가 가능한 지표환경을 제공해주며 물질의 순환에 중요한 역할을 하는 지질작용 중의 하나가 지각 판의 형성과 그 이동이다. 지각 판의 운동의 결과 지구의 표면에는 산맥과 열도가 특징적인 모양으로 형성되며, 이는 판의 운동이 없는 금성과 화성에서의 조산운동과 차이를 보여주게 된다. 화성에는 태양계에서 가장 큰 순상화산인 올림포스 산이 존재하며, 이는 지구의 에베레스트 산 높이의 세 배에 달한다.



[그림 1] 금성, 지구, 화성의 개략적 크기, 구성, 자전축의 기울기 및 태양으로부터의 거리를 보여주는 그림

[3-1] 제시문**(가)**를 바탕으로, 3개 행성 중에서 금성이 가장 두꺼운 대기층을 가지게 된 이유를 추론하고, 행성 대기 분자의 평균 속도와 행성표면 탈출속도를 비교해 볼 때 모순점이 없는지 논하시오. 단, 빛의 세기는 거리의 제곱에 반비례한다. [10점]

[3-2] 제시문**(나)**에 언급된 두 현상을 지구 남반구에서 관측할 때, 별의 일주운동 방향과 남반구에서의 열대 저기압 (사이클론 혹은 윌리윌리)의 자전 방향과 비교하고, 이 두 운동 방향이 연관되어있는 이유에 대해서 설명하시오. 또한 금성과 화성의 남반구에서는 천체의 일주운동이 지구와 비교하여 어떻게 관찰되는지 제시문에 근거하여 추론해보시오. 단, 금성에서도 일주운동 관측이 가능하다고 가정한다. [10점]

[3-3] 제시문**(다)**에서 금성과 화성에 자기장이 형성되지 않는 이유를 제시문**(가)**의 내용을 참고하여 추론하시오. [10점]

[3-4] 제시문**(라)**를 바탕으로 지구에서 판의 운동을 통해 일어나는 물의 순환 과정에 대하여 추론하고, 화성에 태양계에서 가장 큰 화산이 존재할 수 있는 이유에 대하여 추측해보시오. [10점]

1. 출제 의도

- 고등학교 지구과학 교과 과정의 전 분야(지질, 대기, 해양, 우주 등)를 다루었으며, 이들 간의 상호작용을 다양한 지구과학적 개념과 원리에 대한 이해를 바탕으로 통섭적으로 이해할 수 있는지를 평가한다.

- 지구를 하나의 시스템으로 파악하고 지구 표면에서의 모든 자연 현상이 서로 밀접하게 연관 되어있음을 이해한다. 이를 통해 지구상에 생명체가 발현되고 유지될 수 있는 이유를 이웃 행성들과의 물리량의 비교를 통해 이해하도록 한다.

- 암기나 전문적인 지식보다 자연현상의 원리에 대한 융합적이고 체계적인 이해를 평가한다.

2. 제시문 설명

■ **제시문 (가)**

이 제시문은 지구와 이웃한 행성인 금성과 화성의 기초적인 물리량을 태양으로부터의 거리, 크기, 탈출속도 및 주요 대기 구성성분 중심으로 보여줌으로써 지구와 대비시킨다.

■ **제시문 (나)**

이 제시문은 지구에서 관찰되는 별의 일주운동 및 대기 현상의 특징을 설명하고, 자전 방향이나 속도, 자전축의 기울기가 지구와는 다른 금성과 화성에서는 이러한 천체 및 대기 운동이 어떻게 다르게 될 지를 유추케 한다.

■ **제시문 (다)**

이 제시문은 대기와 생명체의 유지에 필수적인 자기장의 존재에 대해 상기시키고, 자기장의 생성 원리를 바탕으로 금성과 화성에 자기장이 존재하지 않는 이유에 대해서 유추케 한다.

■ **제시문 (라)**

이 제시문에서는 지구를 살아있는 행성으로 규정시키는 중요한 지질작용 중 하나인 지각판의 형성과 그 이동 현상에 대하여 소개하고, 이러한 현상의 유무에 따라 행성 지표의 지질환경이 다르게 형성될 수 있음을 보여준다.

3. 문항 분석

문제	문항분석
문제 3-1	태양 빛의 세기가 거리의 제곱에 반비례하므로, 금성에 도달하는 태양 빛의 세기가 크고, 따라서 금성 대기 입자의 평균 운동 에너지가 지구보다 (약 2배) 클 것임 (화성은 지구보다 0.35배). 따라서 두꺼운 대기 존재. 한 대기를 구성하는 여러 입자의 평균 속도를 비교하면 가벼운 입자가 빠름. 이 속도와 탈출속도와 비교하면 대기에 남아있을 수 있는 입자가 결정됨. 그런데, 금성이나 화성도 이산화탄소가 대기의 주성분임. 따라서 이산화탄소의 경우 그 평균 속도가 세 행성 모두에서 각각의 탈출속도보다 작을 것으로 추론됨 (금성에서의 이산화탄소 분자 평균 속도는 지구의 1.4배, 화성에서는 지구의 0.6배) (지구과학 I, II) 교과 연계성: 태양계, 태양계의 행성 부분
문제 3-2	지구 북반구에서의 천구 일주운동은 반시계방향으로 관측되며, 이는 지구가 서에서 동쪽 방향으로의 자전함을 의미함. 이로 인해 북반구에서 전향력이 운동 방향의 오른쪽으로 나타남. 열대 저기압의 중심을 향해 움직이는 대기는 오른쪽 방향 전향력의 영향으로 반시계방향의 흐름을 나타나게 됨. 따라서 천체현상인 일주운동과 기상 현상인 열대저기압의 자전 방향이 모두 반시계방향임. 남반구에서는, 서에서 동쪽 방향으로의 지구자전 때문에 천구의 일주 운동이 시계방향으로 관측됨. 지구 자전에 의한 전향력이 운동 방향의 왼쪽으로 나타나게 되어 열대 저기압의 자전 방향이 시계방향으로 나타남. 따라서 천체현상인 일주운동과 기상 현상인 열대저기압의 자전 방향이 모두 시계방향임. 화성에서는 지구와 같은 경향을 보일 것이고, 금성에서는 지구와 반대로 남반구에서는 반시계방향, 북반구에서는 시계방향이 될 것임. (지구과학 I) 교과 연계성: 행성의 운동, 대기의 순환 부분
문제 3-3	제시문 (다)에 의하면 금성과 화성에도 금속성 물질이 행성의 핵을 이루고 있으나 지구와는 다르게 자기장이 형성되지 않는다고 하였음. 제시문 (다)에서 설명한 자기장의 생성원리에서 금속성 유체의 존재와 이것의 대류가 필수적인 요소라고 하였으므로, 금성이나 화성에는 금속성 핵이 존재하지만 이것이 유체상태가 아니거나 대류하지 않기 때문에 자기장이 만들어지지 않는다고 유추할 수 있음. 제시문 (가)에서 보여준 금성과 화성의 물리량을 근거로 유추해 볼 때, 금성의 경우 태양으로부터 가까이 위치하고 온실가스의 대기가 두껍게 지표를 감싸고 있기 때문에 행성의 외부로 열의 손실이 적고 금속성 핵이 유체상태이지만 열적인 평형상태로 대류하지 않을 것을 유추할 수 있음. 화성의 경우는 지구에 비해 태양에서 멀리 떨어져 있고 크기도 지구의 절반임으로 지구보다 (반지름에 반비례하기 때문에 약 두 배) 빠르게 식어서 금속성 핵이 고체 상태로 변해 자기장이 형성될 수 없음을 추론할 수 있음 (지구과학 I, II) 교과 연계성: 지구 자기장, 지구 내부 부분

문제	문항분석
문제 3-4	제시문 (라)는 지구에서 일어나는 물의 순환이 지각판의 운동과도 연관되어 있음을 암시한다. 지각판의 운동 결과 산맥과 열도가 형성된다고 했을 때 지표의 물이 (섭입대와 같은 환경에서)지각판의 운동과 함께 지구 깊은 곳으로 이동하게 되고 일정한 깊이에 도달하게 되면 암석과 함께 마그마를 형성하여 화산으로 분출됨으로써 다시 지표나 대기중으로 순환하게되는 과정을 추론할 수 있다. 화성에 태양계에서 가장 큰 순상화산이 존재하는 이유는 화성에는 지각판의 운동이 없다는 사실로부터 유추할 수 있다. 순상화산을 형성하는 마그마는 일반적으로 맨틀 깊은 곳의 고정된 위치에서 유래하게 되는데(맨틀 풀룸). 지구의 경우 지각판이 지속적으로 이동함으로 하와이와 같은 순상화산의 열도를 만들어 화산의 크기가 분산이 되고, 화성의 경우는 마그마의 위치와 함께 지각판도 고정되어있기 때문에 지속적으로 분출한 마그마가 단일 순상화산을 큰 규모로 성장시킬 수 있음을 추론한다. (지구과학 Ⅰ, Ⅱ) 교과 연계성: 지구계의 구성, 판 구조론, 조산운동(화산) 부분