2015학년도 수시모집 논술전형 논술고사 출제 영역 및 모범답안

시험유형	인문·사회계	자연계
	□	☑지구과학

1. 출제의도 및 문제해설

출제 의도

2015년도 수시모집 논술전형 지구과학 분야 논술고사에서는 지구과학적 지식과 수리과학적 접근법을 적용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 평가하고자 하였다. 이를 위하여 별의 물리적 특성, 대기의 정역학적 평형, 지질학적 연대 측정 등에 관한 문제를 출제하였다. 일반 고교과정에서 이수하는 내용을 중심으로 제시문과 문제를 구성하였으며, 천체의 거리 측정, 기압과 온도의 변화, 고기후 기록 복원과 같은 지구과학 현상에 관련된 문제를 고루 출제하여 지구과학의 통합적 문제에 대한 해결 능력을 평가하였다.

문제 해설

【문항 1】은 천체의 밝기, 등급, 거리의 관계식을 이용하여 천체의 거리를 측정하는 방법을 이해하고 응용할 수 있는지 평가하였고, 태양 복사에너지의 변화가 생명체 거주 가능 영역에 미치는 영향을 이해하는지 평가하였다.

【문항 2】는 기압의 기본 개념을 이해하고, 정역학 평형을 이용하여 기압의 고도별 분포 특성을 이해하고 응용할 수 있는지를 평가하였다.

【문항 3】은 해류의 변화에 의한 기후변화 과정, 과거의 기후를 복원하는 방법과 연대측정의 원리 등을 이해하고 응용할 수 있는지 평가하였다.

【문항 1】 (1-1)은 행성의 회합주기와 공전주기의 관계를 이해하고, 케플러의 조화의 법칙을 적용하여 궤도 반지름을 구하는 것을 요구하였다. 또 천체의 밝기가 거리의 제곱에 반비례하여 어두워진다는 법칙을 적용하여 겉보기 등급을 구할 수 있는지 평가하였다. (1-2)는 태양이 진화하여 광도가 증가하였을 때, 복사평형 조건에서 생명체 거주 가능 영역이 어떻게 태양계 바깥으로 밀려나는가를 수리적으로 계산할 수 있는지 평가하였다. (1-3)은 변광성과 같은 표준촉광을 사용하여 천체의 거리를 측정하는 방법에 대한 기본적 이해와 그를 실제 문제에 적용할 수 있는 과학적 사고력을 종합적으로 평가하고자 하였다.

【문항 2】 (2-1)은 기압의 기본 개념을 바탕으로 고도에 따른 기압의 정량적 변화를 이해하고 지구 대기의 총질량을 기압의 개념으로부터 산출할 수 있는가를 평가하였다. 또한 (2-2)는 연직 방향의 기압

경도 개념을 이해하고 정역학 평형 관계식을 이용하여 지상 기압의 크기를 정량적으로 구할 수 있는가를 평가하였다. (2-3)은 대기 정역학과 이상기체 상태식을 응용하여 기압의 변동과 온도의 관계에 대한 이해하고 있는가를 평가하였다.

【문항 3】 (3-1)은 해수와 빙하의 산소동위원소 비가 변하는 원리를 이해하고, 유공충 화석의 산소동위원소 값을 이용하여 과거의 기후 변화를 추정하는 방법을 알고 있는지 평가하고자 하였다. (3-2)는 지질 시료의 절대 연대 측정법의 원리를 이해하고, 방사성 동위원소 분석 값을 이용하여 실제 연대를 계산할 수 있는가를 평가하고자 하였다. (3-3)은 열염 순환이 전 지구적 규모의 기후 변화에 영향을 미치는 원리를 이해하고 있는가를 평가하고자 하였다.

2. 종합평가 기준

문항	평가영역	평가내용	난이도	배점	출제영역	
					교과목	교과서 개념
1-1	다가오는 우주 천체와 우주	천체 관측 별의 특성	중	15	지구과학 I 지구과학 II	행성의 운동 등급과 거리
1-2	다가오는 우주 천체와 우주	우주 탐사 별의 특성	상		지구과학 I 지구과학 II	생명체 거주 가능 영역 별의 물리량
1-3	천체와 우주	별의 특성	하		지구과학 II	변광성
2-1	대기와 해양의 운동과 상호작용	기압과 대기	상	13	지구과학 II	대기의 운동
2-2	대기와 해양의 운동과 상호작용	기압과 대기	중		지구과학 II	대기의 운동
2-3	유체 지구의 변화	기압과 날씨	하		지구과학 I	기압과 날씨
3-1	위기의 지구	과거의 기후 변화	중	12	지구과학 I	고기후
3-2	지구의 변동과 역사	상대연대와 절대연대	하		지구과학 II	절대 연령 측정법
3-3	대기와 해양의 운동과 상호작용	해양의 변화와 기후변화	중		지구과학 II	기후변화

모 범 답 안

■ 모범답안

[문항 1]

(1-1) 외행성의 회합주기(S)가 $\frac{8}{7}$년 이므로, 공전주기는 $P=8$년이다.

$\frac{1}{S}=1-\frac{1}{P}$, $\frac{1}{P}=1-\frac{7}{8}$, $P=8$

케플러의 제 3법칙(조화의 법칙) $P(\text{년})^2=a(AU)^3$ 에서 궤도 반지름은 $a=4\,\mathrm{AU}$이다.

지구에서 태양의 거리 $d_2=1AU$ 이고, 겉보기 등급은 $m_2=-25$등급이다.

(식1)에 의하면, 거리가 $d_1=4AU$ 인 행성 X에서 보는 태양의 겉보기 등급 m_1은

$m_1-m_2=-2.5\log\frac{l_1}{l_2}=-2.5\log(\frac{d_2}{d_1})^2=-2.5\log(\frac{1}{4})^2$ 이므로

$m_1=m_2+2.5\log 4^2=-25.0+2.5\times4\times\log2=-22.0$ 등급이다.

(1-2) 태양의 반경이 80배, 표면온도가 $\frac{1}{2}$배로 변화하면,

태양의 광도 $L=4\pi R^2\sigma T^4\propto R^2T^4$는 $80^2\cdot(1/2)^4=400$배 증가하고,

지구의 **궤도 반지름**이 변하지 않았으므로, 태양상수 $S=\frac{L}{4\pi r^2}$ 역시 400배 증가한다.

지구가 현재와 같은 **복사평형 온도**를 유지하기 위해서는 태양상수 S가 같아야 하므로,

궤도 반경 r은 $\sqrt{400}$배 즉, 20배 증가해야 한다.

(1-3) 이 변광성의 평균 겉보기 등급은 $\langle m\rangle=13.5$이고, 변광 주기는 $P=20$일이다.

(식 2)에 의하면 이 변광성의 평균 절대 등급은

$\langle M\rangle\approx-2.5(\log P-1)-4.25=-2.5(\log20-1)-4.25=-5.0$ 이다.

거리지수 공식 $m-M=5\log d-5$ 를 이용하여 이 은하까지의 거리 d를 구하면,

$5\log d=\langle m\rangle-\langle M\rangle+5=13.5+5.0+5=23.5$, $\log d=4.7$, 즉 $d=5\times10^4\mathrm{pc}$ 이다.

[문항 2]

(2-1) 질량비는 $\frac{M(<h)}{M(>h)}=\frac{20}{80}=0.25$ 이다.

공기의 총질량은 기압의 정의 $P=\frac{Mg}{A}$ 에서 $M=\frac{PA}{g}$ 이다.

지구 전체 표면적은 $A=4\pi R^2=4\times3\times(6000\times1000\ \mathrm{m})^2=4.32\times10^{14}\ \mathrm{m}^2$ 이므로

공기의 총질량은 $M=PA/g=[1000\times100\ \mathrm{Pa}\times4.32\times10^{14}\ \mathrm{m}^2]\ /\ 10\ \mathrm{m/s}^2$

$=4.32\times10^{18}\ \mathrm{kg}$ 이다.

(2-2) 물에 작용하는 기압은 1000 hPa, 물의 밀도는 1000 kg/m^3을 적용하면,
정역학 평형에서 1000 × 100 Pa = - 1000 kg/m^3 × 10 m/s^2 × Δz 에서
Δz 는 10 m 이다. 따라서 수은 대신 물을 사용하면 물기둥의 높이는 10 m가 된다.

(2-3) B 지역 (또는 A지역이 B지역보다 고도가 낮다.)
상태 방정식($P \propto \rho T$)에서 밀도는 기온에 반비례하므로 기온이 높아지면 밀도가 낮아진다. 밀도가 낮아지면 등압선의 간격이 넓어지므로 B지역의 850 hPa 등압면의 고도가 더 높다.

[문항 3]

(3-1) 해수의 산소동위원소 비($^{18}O/^{16}O$)는 **빙하기보다 간빙기에** 더 낮다. 그 이유는 ① 간빙기에는 해수에서 증발되는 수증기의 ($^{18}O/^{16}O$) 값이 빙하기에 비해 상대적으로 높고, ② 낮은 ($^{18}O/^{16}O$) 값을 가지는 빙하가 녹아 해수로 유입되기 때문이다.

(3-2) 유공충 화석의 초기 ($^{14}C/^{12}C$) 비는 현재 대기의 ($^{14}C/^{12}C$) 비와 동일하다고 가정할 수 있고, 유공충 화석의 ($^{14}C/^{12}C$) 값이 현재 대기 중 ($^{14}C/^{12}C$)값의 1/16이므로 반감기가 4번 지났음을 알 수 있다. 따라서 유공충 화석의 연대는 5730 × 4 = 22,920 (년)이다.

(3-3) 열염 순환이 느려지거나 멈추게 되면 빙하기가 도래할 수 있는**데,** 가장 중요한 이유는 ① 북대서양 쪽으로 적도지역의 열에너지를 전달하는 해류(멕시코 만류)의 흐름이 느려지거나 멈추게 되므로 북반구 고위도 지역의 기온이 감소하게 되고, ② 기온 감소에 의해 증가된 빙하에 의해 지구의 태양 복사에너지**에 대한** 반사율(알베도)이 증가하여 기온이 더욱 감소하기 때문이다.