2020학년도 연세대학교 수시모집 논술시험 자연계열2 (지구과학, 오후)

모집단위		수험번호		성명	

※다음 제시문을 읽고 아래 질문에 답하시오.

[가] 지구가 6개월 동안 공전궤도를 따라 움직이게 되면 2 AU 길이의 기선이 만들어지고 이 기선의 양 끝에서 별을 바라보았을 때 상대적으로 가까운 별은 먼 별에 비해 시차가 발생하게 된다. 이 시차의 절반을 연주 시차라 한다. 연주 시차가 $1''$일 때의 거리를 1 파섹(pc)이라고 정의한다(**[그림1]** 참조).

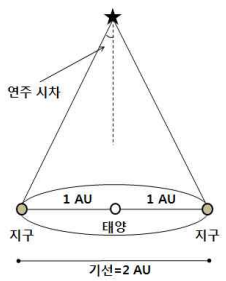
[나] 지구 표면의 특정 위치를 나타낼 때 경도와 위도를 사용하듯이 적도 좌표계에서는 천구의 한 지점의 위치를 표현할 때 적경과 적위를 사용한다. 적경의 기준은 춘분점이며 적위의 기준은 천구의 적도가 된다. 춘분일에 태양은 춘분점에 위치한다. 태양은 한 시간에 약 15°씩 동에서 서로 일주 운동한다. 따라서 정오에 태양이 동경 135°에 남중했다면 1시간 후에는 15° 서쪽인 동경 120°에 남중하게 된다(**[그림2]** 참조).

[다] 항성이 외계 행성을 거느리고 있으면 공통 질량 중심을 축으로 서로를 공전함에 따라 항성과 행성의 위치가 주기적으로 변한다. 이때 항성의 움직임은 행성에 비해 매우 작기 때문에 일반적으로 항성의 위치 변화를 직접 관측하기는 어렵다. 그러나 천문 관측 기술이 꾸준히 발전하여 앞으로 이 항성의 움직임을 정밀하게 측정할 수 있다면 케플러 제 3 법칙을 이용하여 외계 행성 연구에 큰 기여를 할 수 있다. 케플러 제 3 법칙에 따르면 행성의 공전 주기(p)의 제곱은 공전 궤도 긴 반지름(a)의 세제곱에 비례한다. 즉, $p^2 = ka^3$ 이며, 여기서 비례 상수 k는 아래와 같이 주어진다.

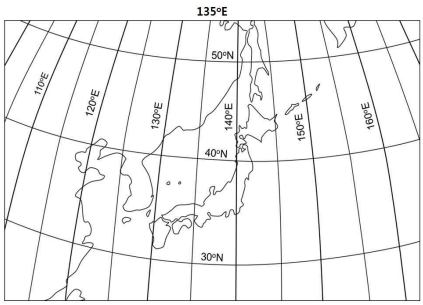
$$k = \frac{4\pi^2}{G(M+m)} \qquad G\text{: 중력상수, } M\text{: 항성 질량, } m\text{: 행성 질량}$$

행성 질량 m이 항성 질량 M에 비교해 매우 작다면 위 비례상수는 $k = \frac{4\pi^2}{GM}$로 근사가 가능하며, 태양계의 경우 공전 주기의 단위를 년, 거리의 단위를 AU로 하면 $k = 1$이 된다.

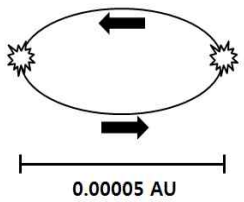
[라] 태양계를 구성하는 행성인 수성, 금성, 화성, 지구는 지구형 행성, 그리고 목성, 토성, 천왕성, 해왕성은 목성형 행성으로 구분되며, 지구형 행성은 목성형 행성에 비해 상대적으로 크기가 작고 평균 밀도는 큰 특징을 보인다. 태양계에서는 지구만이 유일하게 표면에 액체 상태의 물을 가질 수 있는 생명체 거주 가능 영역에 포함된다.



[그림1] 연주 시차와 기선



[그림2] 한반도 주변의 위도 경도



[그림3] 관측된 항성의 흔들림

[문제 1] 제시문 **[가]**에서 언급한대로 연주 시차를 이용하여 천체의 거리를 구할 수 있다. A 연구팀에서 제작 중인 첨단 망원경은 연주 시차를 $\frac{1}{150}''$까지 측정할 수 있게 설계되었다. 이 망원경을 사용하여 처음 2개월 동안의 관측만을 가지고 별까지의 거리를 구한다면, 이때 기선 거리는 6개월 동안의 관측에 비교해 얼마나 감소하는지 논하고, 이 기선 거리를 이용하여 측정 가능한 별의 최대 거리를 파섹(pc) 단위를 사용하여 추정하시오. 단, 지구의 공전 궤도는 원이며, 공전 궤도면의 수직인 방향에 별이 위치한다고 가정한다. **[10점]**

[문제 2] 김연세 학생은 항해 중 풍랑을 만나 무인도에 고립되었다. 그는 처녀자리에서 가장 밝은 별 스피카의 위치 관측과 시계를 이용하여 자신의 대략적 위치를 추정하고자 한다. 스피카가 남중했을 때 고도가 70°이고 이때 김연세의 시계는 한국 시간으로 밤 11시 30분을 가리키고 있었다. 이날은 춘분일이다. 제시문 **[나]**에서 제공한 정보를 참고하여 김연세가 위치한 무인도의 위도와 경도를 추정하시오. 스피카의 적도 좌표는 적경 13h 30m, 적위 –11°이고 한국 시간으로 정오 12시에 태양은 동경 135°에 남중한다고 가정한다. **[15점]**

[문제 3] 제시문 **[다]**에서 언급한 방법을 이용하여 B 연구팀은 새로운 외계 행성 발견에 성공하였다. 항성이 제자리로 돌아오는 주기는 2년, 폭은 **[그림3]**와 같이 0.00005 AU로 측정되었다. 별도의 분광 관측을 통해 항성의 질량은 태양의 2배임을 알 수 있었다. 외계 행성의 공전 궤도가 원 궤도이며 항성에 비해 질량이 매우 작다고 가정했을 경우 외계 행성의 궤도 반경과 질량을 추정하시오. 단, 태양의 질량을 단위로 사용하며, 이 외계 행성계는 한 개의 항성과 한 개의 행성만으로 이루어진 것으로 가정한다. **[10점]**

[문제 4] **[문제 3]**에서 질량이 추정된 외계 행성이 지구형 행성으로 분류되며 평균 밀도가 지구와 같다고 할 때, 이 외계 행성의 크기는 지구 반지름의 몇 배가 될지 추정하시오(이 때 지구의 질량은 태양 질량의 3.125×10^{-6}배라고 하자). **[5점]**