

(OT01) ‘Z’의 발견
[25점]

질문지와 함께 성도 “Map-OT01”가 제공되었다. 이 성도는 별만 보여주며 확산 천체(diffuse object)는 없다.

아래 표는 위 성도에 있는 별 중 네 개의 알려진 별(S1, S2, S3, S4)의 일반 명칭, 바이어 명칭 및 적도 좌표에 대한 정보를 보여준다.

번호	일반 명칭	바이어 명칭	RA	Dec
S1	Alpheratz	α Andromedae	00h 08m 24s	29° 05' 16"
S2	Markab	α Pegasi	23h 04m 46s	15° 12' 17"
S3	Scheat	β Pegasi	23h 03m 47s	28° 04' 58"
S4	Algenib	γ Pegasi	00h 13m 14s	15° 10' 59"

관측 계획(planning the observation) 시간동안 (OT01.1) 및 (OT01.2)를 푸시오.

(OT01.1) 먼저, 제공된 성도 “Map-OT01”에 이 4개의 별을 찾아 표시하고(각 별 주위에 원을 그리시오) [6]
원 옆에 S1, S2, S3, S4로 표기(labeling)하시오.

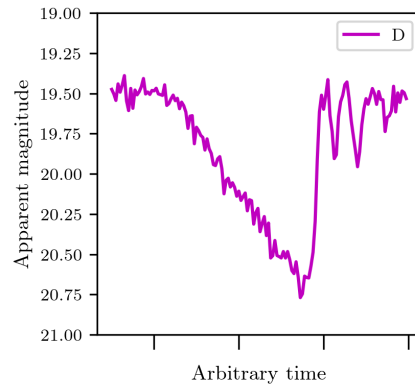
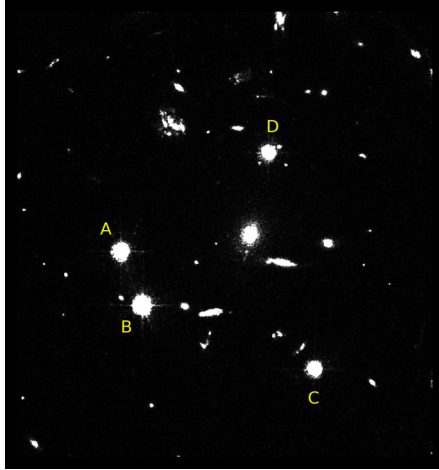
(OT01.2) 어느 천문학자가 다음 좌표에서 새로운 확산 천체(diffuse object) 'Z'를 발견했다 - [7]
RA: 21h 36m 10.6s, Dec: -26° 10' 24.4"
같은 성도 “Map-OT01”에 이 확산 천체의 위치를 $\oplus$ 기호로 표시하고 'Z'로 표기(labeling)
하시오. 해당 성도 영역에서는 적도 좌표계를 위해 선형 직교 격자 (linear rectangular grid)
를 사용해도 좋다고 가정하시오.

다음 작업은 망원경 스테이션(관측 장소; station)에 도착하면 수행해야 한다.
당신의 스테이션의 대각선 반대편에 있는 스크린에 처음에 환영 메시지가 표시되고, 그 뒤에 샘플 하늘(sample sky; 시험과 관련 없음)이 카운트다운 타이머와 함께 표시된다. 이 제한 시간 동안 망원경을 스크린 쪽으로 조준하고 관측 장소에 제공된 다른 장비에 익숙해져야 한다. 이 제한 시간이 끝나면 성도 "Map-OT01"에 주어진 하늘의 일부가 스크린에 6분 동안 나타난다(projection). 스크린에 표시된 비율은 실제 하늘에서 보이는 비율과 다르다는 점에 유의하라.

(OT01.3) 적절한 접안렌즈를 사용하여 망원경으로 새로운 천체 ‘Z’를 찾으시오. 그 다음 십자선을 사용 [12]
하여 해당 천체를 접안렌즈의 시야 중앙에 정확히 맞추고, 스테이션에 있는 시험관
(examiner)에게 보여 주도록 하시오.
6분이 끝나면 스크린이 20초 동안 흐려진다. 이때는 망원경에서 물러나야 한다. 스크린에 다시 투영되면 시험관이 망원경을 통해 시야를 확인할 것이다. 이것으로 첫 번째 문제가 종료된다.

(OT02) 렌즈 시간 지연
[25점]

배경 광원(background source), 렌즈 천체(lensing object) 및 관찰자가 거의 정렬되어 있을 때, 중력 렌즈 효과로 인해 배경 광원이 여러 상(image)으로 보일 수 있다. 이러한 여러 상은 관찰자에게 도달하는 데까지 서로 다른 시간이 걸리며, 배경 광원이 변광(variable)하는 경우 각 상은 특정 시간차(time delay)가 있을 후에 동일한 변광 특징을 보여준다. 이러한 시간차 측정은 우주의 현재 팽창률, 즉 허블 상수를 추정하는 데 매우 유용하다.



위 그림에 표시된 중력 렌즈 시스템을 고려하자. 왼쪽 패널은 은하단(렌즈)과 중력 렌즈 효과로 인해 형성된 한 배경 퀘이사의 4개의 상(image)을 보여준다. A, B, C, D로 표시된 4개의 상은 서로 확대 정도가 달라서 서로 다른 플렉스를 가진다. 주어진 상이 확대된 정도는 시간에 따라 변하지 않는다. D로 표시된 상은 빛이 이동하는 데 가장 오랜 시간이 걸린 상이다.

이 퀘이사에서 오는 빛은 변광하며, 천문학자들은 이 시스템을 10년 이상 모니터링해 왔다. 그림의 오른쪽 패널은 D번 상의 광도곡선이다.

당신의 스테이션 대각선 반대편 스크린에서는 중력 렌즈 시스템의 영상을 볼 수 있다. 이 영상은 28초 길이며, 1분 또는 2분 간격으로 6번 반복된다. 스톱워치에서 1초는 실제 렌즈 시스템에서 250.0일(days)에 해당한다.

(OT02.1) 상 A, B, C에 대한 상(image) D의 시간차(time delay)를 각각 $t_{DA} = t_D - t_A$, [25]
 $t_{DB} = t_D - t_B$, $t_{DC} = t_D - t_C$ 라 하자. 결과의 불확실성을 줄이기 위해 필요한만큼 반복
 측정하여 각 시간차(time delay)를 구하시오.