안내문

- 학생들은 **B**라고 표시된 봉투를 받았습니다. 봉투에 인쇄된 참가자 코드를 확인하세요.
- 문제지, 성도, Summary Answersheet (요약 답안지)는 작은 봉투 **S** 안에 들어있습니다. **시험 시작을 알리는 호루라기가 불릴 때에 봉투 S를 오픈하세요.** 시험 시간(1시간)은 이 시점부터 시작됩니다.
- **설정**:
    - 학생들은 하나의 망원경 "스테이션(관측 장소; station)"이 할당되며, 그곳에는 적도의(EQ3)가 달린 6인치 뉴턴식 망원경이 있습니다. 시험 중에는 항상 망원경 근처에 머물러야 합니다.
    - 망원경은 두 축 모두 균형이 잡혀 있으며 극축 정렬이 되어 있습니다. 망원경에는 파인더가 부착되어 있지 않습니다.
    - 홀의 대각선 천장 근처에 큰 투영(projection) 스크린이 설치되어 있습니다. 시험 중에는 이 스크린에 망원경을 조준해야 합니다.
    - 스테이션에는 망원경 옆에 글씨기 보드(writing board)와 장비가 들어있는 상자가 있으며 다음 물품이 들어있습니다:

        1. 두 개의 접안렌즈: 25 mm 및 10 mm (십자선 포함)
        2. 헤드 랜턴(head torch)
        3. 녹색 펜
        4. 스톱워치

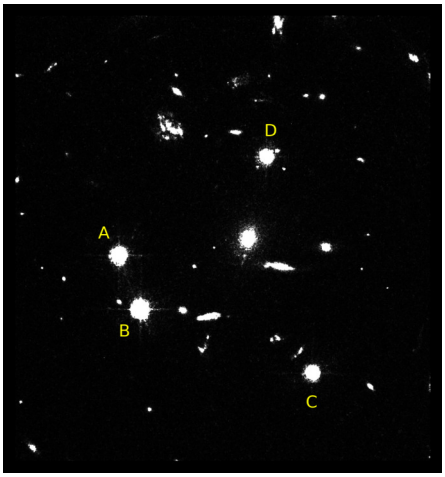
        사용 후에는 이 물품들을 스테이션에 두어야 합니다.
    - 당신의 망원경 스테이션에 시험관이 배정되어 있습니다. 참가자 코드를 시험관에게 제공하여 확인받으세요.
    - 시험 과정은 다음과 같습니다:

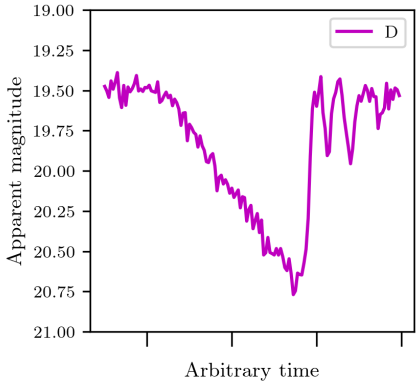
불 켜짐	**20분**	문제 읽기 및 관측 계획 (planning the observations)– 테이블에서
불 꺼짐:	**25분**	투영(projection) 순서 – 망원경에서
시간 (분:초)	**기간**	**투영내용**
00:00 – 01:10	70초	환영 메시지 (**망원경을 조준하는 데 사용**)
01:10 – 03:10	2분	샘플 하늘 (암적응, 조준 및 초점 맞추기)
03:10 – 03:20	10초	질문 OT01 카운트다운
03:20 – 09:20	6분	질문 OT01의 하늘
09:20 – 09:40	20초	흐릿한 이미지 (**망원경에서 멀어져야 함**)
09:40 – 10:40	1분	질문 OT01에 대한 시험관의 평가 시간
10:40 – 14:40	4분	휴식 (시트 작성을 계속할 수 있음)
14:40 – 15:00	20초	질문 OT02 카운트다운
15:00 – 25:00	10분	질문 OT02 6회 반복 실행
불 켜짐	**15분**	계산 및 마무리 – 테이블에서

- 시험 시작 시, 문제지를 읽고 관측 계획(planning the observation)을 세우는 데 19분이 주어집니다. 이 시간 동안 홀의 불은 켜져 있습니다. 이 시간이 끝나면 호루라기가 불려지고, 테이블을 떠나 망원경으로 이동해야 합니다.
- 다음 1분 동안 장비가 들어있는 상자와 망원경을 익히는 것이 가능하지만, **망원경의 방향을 천정 방향에서 변경할 수 없습니다.**
- 20분째에 호루라기가 다시 불려지고 홀은 어두워집니다. 이제 망원경으로 관측을 시작할 수 있습니다. 홀은 다음 25분 동안 어두운 상태로 유지됩니다. 이 시간 동안 스크린에 다양한 화면이 투영됩니다.
- 시험관은 첫 번째 질문(OT01) 동안 스크린을 향해 망원경을 조준하거나 향하게 하는 데 **도움을 주지 않습니다.**
- 첫 번째 질문(OT01)에서는 망원경을 사용하여 스크린의 특정 천체를 향하게 해야 합니다. 6분 후, 스크린은 20초 동안 흐려지며 이 때 망원경에서 멀어져야 합니다.
- 20초 후, 하늘 투사는 이전과 정확히 같은 뷰로 복원됩니다. 이제 시험관이 지향을 확인합니다.

- 첫 번째 질문이 끝나면 4분간의 휴식이 있습니다. **첫 번째 질문에서 망원경을 올바르게 지향하지 못한 경우, 이 시간을 사용하여 망원경을 스크린에 지향할 수 있습니다. 또는 휴식 시작 시 시험관에게 망원경을 스크린에 지향하도록 요청할 수 있습니다. 그러나 이 경우 1점의 벌점이 부과됩니다.**
- 질문 OT02가 끝나면 홀의 불이 켜지고 테이블로 돌아가야 합니다. 계산을 마무리하는 데 15분이 주어집니다.

- **시험 종료 시:**
  - 모든 사용한 시트에 참가자 코드와 페이지 번호를 올바르게 작성했는지 확인하세요.
  - 시트를 다음 순서로 정리하세요:
    요약 답안지 (OT01), 하늘 지도 Map-OT01, (OT01)에서 사용한 작업 시트, 요약 답안지 (OT02), (OT02)에서 사용한 작업 시트.
  - 위의 시트 묶음을 작은 봉투 **S** 안에 넣으세요. 두 요약 답안지는 사용 여부에 관계없이 봉투 **S** 안에 넣어야 합니다.
  - **작은 봉투 S의 내용물만 평가됩니다. 이 봉투에 넣지 않은 시트는 평가되지 않습니다.**
  - 작은 봉투 **S**를 큰 봉투 **B** 안에 넣으세요.
  - 다른 모든 시트, 즉 지침 시트, 문제지, 데이터 시트 및 사용하지 않은 작업 시트는 큰 봉투 **B** 안에 직접 넣어야 합니다.
  - 봉투 **B**에 실을 묶어 봉인하세요.
  - 봉투 **B**를 시험관에게 제출하세요. 테이블에 시트가 남아 있지 않은지 확인하세요.





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 플럭스를 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 길이이며, 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 $t_{\mathrm{DA}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{A}}$, $t_{\mathrm{DB}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{B}}, t_{\mathrm{DC}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{C}}$라 하자. 결과의 불확실성을 줄이기 위해 필요한만큼 반복 측정하여 각 시간차(time delay)를 구하시오. **[25]**