

### 그룹 대회 지침

망원경으로 가기 전에 요약 답안지 페이지가 들어 있는 봉투가 전달됩니다. 봉투에 그룹 코드를 적어 주세요.

- 이 시험에는 G01.1부터 G01.8까지 여덟 개의 질문이 있습니다. 이미 작성된 내용을 받았으며, 문제지는 이 지침과 함께 동봉되어 있습니다.
- 관측 테이블에서는 라디오 망원경과 관련 전자 기기, 헤드 토치, 필기 패드가 제공됩니다.
- 요약 답안지 페이지는 작은 봉투 **S** 안에 보관됩니다. 망원경 관측 데스크에 도착하여 시험이 공식적으로 시작될 때만 이 봉투(**S**)를 열 수 있습니다.
- 데이터 수집 및 데이터 분석 세션의 시작과 끝에 휘슬이 울립니다.
- 관측 데스크에서의 데이터 수집 시간은 **35분**입니다.
- 데이터 분석을 위해 Powai Ball Room으로 이동합니다. 데이터 분석 시간은 **30분**입니다.
- 시험의 순서는 다음과 같습니다:

시간 (분:초)	기간	작업
00:00 – 35:00	35분	관측 데스크에서 데이터 수집
35:00 – 65:00	30분	Powai Ball Room에서 데이터 분석

- 데이터와 답안을 입력할 때는 펜을 사용해야 합니다. 그래프를 그릴 때는 연필을 사용해야 합니다.
- 데이터 수집 및 데이터 분석 세션 동안 지정된 테이블을 떠나지 않아야 합니다.
- 데이터 수집이 진행되는 동안에도 데이터 분석 작업을 계속할 수 있습니다.
- **시험 종료 시:**
  - 모든 사용된 시트에 그룹 코드와 페이지 번호를 올바르게 작성했는지 확인하세요.
  - 시트를 다음 순서로 정리하세요:  
요약 답안지 페이지(G01), 사용된 작업 시트(G01).
  - 위의 시트를 작은 봉투 **S** 안에 넣으세요. 요약 답안지 페이지는 사용 여부와 관계없이 봉투 **S** 안에 넣어야 합니다.
  - 작은 봉투를 큰 봉투 **B** 안에 넣으세요.
  - 기타 모든 시트, 즉 지침 시트, 작성 내용, 모든 문제지, 사용하지 않은 작업 시트는 큰 봉투 **B** 안에 직접 넣어야 합니다.
  - 작은 봉투 **S**의 내용물만 평가됩니다. 이 봉투에 넣지 않은 시트는 평가되지 않습니다.
  - 봉투 **B**의 실을 묶으세요.

**(G01) 전파 망원경을 사용한 은하 암흑 물질 탐사**

**[ 150 점 ]**

(G01.1) 전파 망원경의 분해능을 추정하고, 그것의 포인팅 장치의 각도 정확도와 비교한다.

(G01.1a) 전파 망원경의 개구부(aperture) 치수(긴 길이  $a$ , 짧은 길이  $b$ )를 측정하고 미터 단위 [7]  
로 표현하시오. 여기서 각 치수에 해당하는 분해능 ( $\theta_{res}^a$  및  $\theta_{res}^b$ ) 를 각각 deg 단위로  
추정하시오. 더 높은 분해능을 제공하는 치수에 체크 (✓) 하시오.

(G01.1b) 위의 분해능과 비교하기 위해, 각도기( $\theta_{min}^{az}$ )와 디지털 경사계(inclinometer) ( $\theta_{min}^{alt}$ ) [2]  
의 최소 눈금(가장 작은 측정 단위)을 적으시오.

(G01.2) 망원경 운영 소프트웨어를 열고 탭 1을 사용하여 시스템이 작동하는지 확인하라. 각 경도에 대 [25]  
해,

- 탭 2를 사용하여 은하 좌표(은경 longitude  $l$ , 은위 latitude  $b = 0$ )를 입력하고, Summary Answersheet의 표에 시간, 그에 해당하는 고도, 방위각 및  $v_{corr}$ 을 기록하라.
- 이 고도와 방위각을 향하게 하고 탭 3을 사용하여 데이터를 ' $l.csv$ '로 기록하라. (예: '30.csv'라는 파일은 은경 30°에 해당하는 데이터를 포함할 수 있다).

표에 있는 모든 다른 은경에 대해 이 절차를 반복하라.

(G01.3) 망원경을 은하 평면에서 떨어진 하늘의 한 영역과 지면을 각각 향하게 하고 Tab 3을 사용하여 [14]  
보정 데이터 'sky.csv'와 'ground.csv'를 기록하시오. 각 측정을 수행한 시간과 바라본 고도 및 방위각을 Summary Answersheet에 추가하시오.

(G01.4) Tab 4에 해당하는 절차를 사용하여 이득(gain) 및 온도 보정(calibration)을 수행하시오. [7]

(G01.5) 이제 각 관측 ' $l.csv$ '에 대해, 탭 5를 사용하여 5개의 다른 은경  $l$ 에 대해 온도 스펙트럼 (temperature spectrum)을 얻으시오.

(G01.5a) 주어진 은경 ( $l$ )에서 관측는 HI 선 (기준선보다 5 K 높은 온도를 가짐) 중 가장 적색 [19]  
편이가 많이 일어난 주파수  $f_{obs}$  를 결정하고, Summary Answersheet에 주어진 표에 작성하시오.

(G01.5b)  $v_{Earth}^{obs}(l)$  및  $v_{LSR}^{max}(l)$ 을 계산하고 Summary Answersheet에 주어진 표에 작성 [10]  
하시오.

(G01.5c) 관측된 5개의 모든 은경에서 각각  $v_{LSR}^{max}$  값을 사용하여 회전 속도  $v_{rot}(R)$  및 최대 [10]  
로 적색편이된 방출선에 해당하는 은하 반경을 계산하시오. 이 모든 값을 Summary Answersheet에 주어진 표에 작성하시오.

(G01.6) 제공된 Summary Answersheet의 그래프 용지에 회전 속도 대 은하 중심 반지름(rotation [6]  
velocity vs. Galacto-centric radius)을 플롯하고 이 점들을 통과하는 연속적인 곡선을 그리시오.

- (G01.6a) 구형 대칭 질량 분포를 가정하여 관측의 해당 반지름 내에 포함된 질량을 다음 공식 [10]으로 추정하시오:

$$M_{\text{encl}}(R) = \frac{v_{\text{rot}}^2 R}{G},$$

여기서  $R$ 은 은하 중심 반지름,  $v_{\text{rot}}$ 은 회전 속도,  $G$ 는 중력 상수이다. 답을 태양 질량 단위로 표현하시오.

- (G01.6b) 은하수의 다양한 은하 중심 반지름  $R$ 에서 포함된 일반 바리온 물질의 질량은 [12] Summary Answersheet에 주어진 그래프에서  $\odot$  기호로 표시된다. 동일한 그래프 용지에 측정된  $M_{\text{encl}}(R)$ 을 플롯하고, 각 측정 세트에 대해 두 개의 연속적이고 물리적으로 올바른 곡선을 그리시오.

- (G01.6c) 포함된 암흑 물질 질량  $M_{\text{dm}}(R)$ 의 값을 계산하고 Summary Answersheet의 표 [10]에 기록하시오.

- (G01.7) 스펙트럼이 총 512개의 빈(bin)을 가지고 총 2.048 MHz의 주파수 범위를 커버한다고 가정할 때, 스펙트럼 빈(bin) 하나 당 관측의 감도를 온도 단위(K)로 추정하시오. [9]

- (G01.8) 더 큰 개구부 크기의 혼 안테나로 관측을 수행할 경우, 다음 매개변수 중 어느 것이 개선될 지 선택하시오. Summary Answersheet에서 올바른 옵션에 체크하시오. [9]

- A. 감도  $\sigma_T$  for  $T_{\text{ant}}=5$  K
- B. 각(angular) 분해능
- C.  $v_{\text{rot}}$ 의 추정
- D. 주파수 분해능