






**제2회 국제 천문 및 천체물리 올림피아드**

**인도네시아 반둥**

2008년 8월 21일 (목)

# 실기 경연: 자료 분석

**다음을 꼼꼼히 읽으시오:**

1. 모든 학생은 영어 및/또는 자국어로 된 문제지, 답안지, 모눈종이, 연습지를 받는다.

2. 자료 분석과 관측 경연에 주어진 시간은 5시간이다. 자료 분석 문제는 3개, 관측 문제는 2개이다.
3. 주어진 재료만 쓰시오.
4. 각 종이 맨 위 칸에 국가 코드와 학생 코드를 적으시오.

5. 답안지는 앞면만 쓰고, 상자 안에만 쓰시오.
6. 각 문제는 새 종이에서 답하기 시작하시오.
7. 수치 결과는 알맞은 자릿수로 적으시오.
8. 답안지와 모눈종이에는 각 문제 풀이에 필요하다고 여기는 것을 모두 적으시오. 답은 주로 식, 수, 그림, 그래프로 나타내고, 필요하면 간결한 글을 덧붙이시오. 각 문제에 대해 자세한 풀이 과정이 있는 바른 답에 만점을 준다. 최종 결과에 밑줄을 그으시오.

9. 시험이 끝나면 답안지와 모눈종이를 봉투에 넣고 모든 것을 책상 위에 두고 나가시오.

# 천문 상수와 물리 상수

| 물리량 | 값 |
|---|---|
| 천문단위 (AU) | 149,597,870.691 km |
| 광년 (ly) | $9.4605 \times 10^{17}$ cm = 63,240 AU |
| 파섹 (pc) | $3.0860 \times 10^{18}$ cm = 206,265 AU |
| 항성년 | 365.2564 days |
| 회귀년 | 365.2422 days |
| 그레고리력 1년 | 365.2425 days |
| 항성월 | 27.3217 days |
| 삭망월 | 29.5306 days |
| 평균 항성일 | $23^h56^m4^s.091$ 평균 태양시 |
| 평균 태양일 | $24^h3^m56^s.555$ 항성시 |
| 지구-달 평균 거리 | 384,399 km |
| 지구 질량 (M⊕) | $5.9736 \times 10^{27}$ g |
| 지구 평균 반지름 | 6,371.0 km |
| 지구 공전 평균 속력 | 29.783 km/s |
| 달의 질량 (M☾) | $7.3490 \times 10^{25}$ g |
| 달의 평균 반지름 | 1,738 km |
| 태양 질량 (M⊙) | $1.9891 \times 10^{33}$ g |
| 지구 평균 반지름 | $6.3710 \times 10^{6}$ cm |
| 태양 반지름 (R⊙) | $6.96 \times 10^{10}$ cm |
| 태양 광도 (L⊙) | $3.96 \times 10^{33}$ erg $s^{-1}$ |
| 태양 유효 온도 (Teff) | 5 800 $^oK$ |
| 태양 겉보기 등급 (m⊙) | -26.8 |
| 태양 복사 등급 (mbol) | -26.79 |
| 태양 절대 등급 (M⊙) | 4.82 |
| 태양 절대 복사 등급 (Mbol) | 4.72 |
| 빛의 속력 (c) | $2.9979 \times 10^{10}$ cm/s |
| 중력 상수 (G) | $6.6726\times 10^{-8}$ dyne $cm^2$ $g^{-2}$ |
| 볼츠만 상수 (k) | $1.3807 \times 10^{-16}$ erg. $K^{-1}$ |
| 슈테판-볼츠만 상수 (σ) | $5.6705\times 10^{-5}$ erg $cm^{-2}$ $K^{-4}$ $s^{-1}$ |
| 플랑크 상수 (h) | $6.6261 \times 10^{-27}$ erg s |
| 전자 전하 (e) | $1.602 \times 10^{-19}$ C = $4.803 \times 10^{-10}$ esu |
| 전자 질량 (me) | $5.48579903 \times 10^{-4}$ amu |

| | |
|---|---|
| 양성자 질량 (mp) | 1.007276470 amu |
| 중성자 질량 (mn) | 1.008664904 amu |
| 중수소 핵 질량 (md) | 2.013553214 amu |
| 수소 질량 | 1.00794 amu |
| 헬륨 질량 | 4.002603 amu |
| 탄소 질량 | 12.01070 amu |

| 단위 환산표 | |
|---|---|
| 1 Å | 0.1 nm |
| 1 barn | $10^{-28}$ $m^2$ |
| 1 G | $10^{-4}$ T |
| 1 erg | $10^{-7}$ J = 1 dyne cm |
| 1 esu | $3.3356 \times 10^{-10}$ C |
| 1 amu (원자 질량 단위) | $1.6606 \times 10^{-24}$ g |
| 1 atm (기압) | 101,325 Pa = 1.01325 bar |
| 1 dyne | $10^{-5}$ N |

**3문제에 300점, 문제당 100점**

## I. 처녀자리 은하단

처녀자리 은하단은 가장 가까운 큰 은하단으로서 천구에서 거의 10도에 걸쳐 있으며 밝은 은하들을 많이 가지고 있다. 이 은하단까지의 거리를 재고 그로부터 우주론에 관한 정보를 얻어내는 것은 매우 흥미로운 일이다. 아래 표에는 여러 거리 지표(왼쪽 칸)를 써서 구한 거리 추정값이 있다. 오른쪽 칸은 평균 거리 di ± 표준 편차 si 이다.

| i | 거리 지표 | 처녀자리까지 거리 (Mpc) |
|---|---|---|
| 1 | 세페이드 변광성 | 14.9±1.2 |
| 2 | 신성 | 21.1±3.9 |
| 3 | 행성상 성운 | 15.2±1.1 |
| 4 | 구상 성단 | 18.8±3.8 |
| 5 | 표면 밝기 요동 | 15.9±0.9 |
| 6 | 툴리-피셔 관계 | 15.8±1.5 |
| 7 | 페이버-잭슨 관계 | 16.8±2.4 |
| 8 | Ia형 초신성 | 19.4±5.0 |

1. 가중 평균을 써서 평균 거리(처녀자리 은하단까지의 거리 추정값으로 볼 수 있다)를 구하라.

$$d_{avg} = \frac{\sum_i \frac{d_i}{s_i^2}}{\sum_i \frac{1}{s_i^2}}$$

여기서 합은 쓰인 거리 지표 8개에 대한 것이다.

2. 이 추정값의 불확도(rms)는 몇 Mpc인가?

3. 처녀자리 은하단 은하들의 스펙트럼은 은하단의 평균 후퇴 속도가 1136 km/s임을 보여 준다. 허블 상수 H0와 그 불확도(rms)를 어림할 수 있는가?

4. 구한 허블 상수 값을 써서 허블 시간(우주의 나이)과 그 불확도(rms)를 구하라.