





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)	9.4605×10^{17} cm = 63,240 AU
파섹 (pc)	3.0860×10^{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⊕)	5.9736×10^{27} g
지구 평균 반지름	6,371.0 km
지구 공전 평균 속력	29.783 km/s
달의 질량 (M☾)	7.3490×10^{25} g
달의 평균 반지름	1,738 km
태양 질량 (M⊙)	1.9891×10^{33} g
지구 평균 반지름	6.3710×10^{6} cm
태양 반지름 (R⊙)	6.96×10^{10} cm
태양 광도 (L⊙)	3.96×10^{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)	2.9979×10^{10} cm/s
중력 상수 (G)	6.6726×10^{-8} dyne cm^2 g^{-2}
볼츠만 상수 (k)	1.3807×10^{-16} erg. K^{-1}
슈테판-볼츠만 상수 (σ)	5.6705×10^{-5} erg cm^{-2} K^{-4} s^{-1}
플랑크 상수 (h)	6.6261×10^{-27} erg s
전자 전하 (e)	1.602×10^{-19} C = 4.803×10^{-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	3.3356×10^{-10} C
1 amu (원자 질량 단위)	1.6606×10^{-24} g
1 atm (기압)	101,325 Pa = 1.01325 bar
1 dyne	10^{-5} N

II. 안시 쌍성계에서 별의 질량 정하기

알파 센타우리(리길 켄타우루스)는 삼중성으로, 안시 쌍성계를 이루는 주계열성 알파 센타우리 A와 B, 그리고 이 두 별보다 작고 어두운 셋째 별 프록시마 센타우리로 이루어져 있다. 알파 센타우리 A와 B 사이의 각거리는 17.59″이다. 쌍성계의 궤도 주기는 79.24년이다. 알파 센타우리 A와 B의 안시 등급은

각각 −0.01과 1.34이다. 색지수는 각각 0.65와 0.85이다. 아래 자료를 써서 다음 물음에 답하라.

주계열성의 자료

$(B-V)_0$	$T_{\rm eff}$	BC
-0.25	24500	2.30
-0.23	21000	2.15
-0.20	17700	1.80
-0.15	14000	1.20
-0.10	11800	0.61
-0.05	10500	0.33
0.00	9480	0.15
0.10	8530	0.04
0.20	7910	0
0.30	7450	0
0.40	6800	0
0.50	6310	0.03
0.60	5910	0.07
0.70	5540	0.12
0.80	5330	0.19
0.90	5090	0.28
1.00	4840	0.40
1.20	4350	0.75

BC = 복사 보정, (B−V)0 = 고유 색지수

물음:

1. (B−V)0에 대한 BC 곡선을 그려라.

2. 해당 곡선을 써서 알파 센타우리 A와 B의 겉보기 복사 등급을 구하라.

3. 각 별의 질량을 계산하라.

참고:

1. 복사 보정(BC)은 천체의 가시 등급을 복사 등급으로 바꾸기 위해 겉보기 등급에 해 주어야 하는 보정이다:

$$BC = m_v - m_{bol} \text{ 또는 } BC = M_v - M_{bol}$$

2. 광도-질량 관계: M

$$_{bol} = -10.2\log\left(\frac{M}{M_\odot}\right) + 4.9$$

III. 운석의 나이

방사성 붕괴의 기본 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$$

여기서 N(t)와 N0는 각각 시각 t에 남아 있는 방사성 동위원소(어미 동위원소) 원자의 수와 t = 0에서의 처음 수이고, λ는 붕괴 상수이다. 어미 동위원소가 붕괴하면 딸 핵종 D(t), 곧 방사성 기원 원소가 생기며, 이것은 다음과 같이 정의된다

$$D(t) = N_0 - N(t) .$$

이러한 생각을 바탕으로, 한 무리의 천문학자들이 여러 운석 표본의 나이를 정하려고 조사한다. 표본은 두 종류로, 알렌데 콘드라이트(A)와 현무암질 아콘드라이트(B)이다. 표본에서 87Rb와 87Sr의 함량을 재는데, 87Sr은 모두 87Rb의 붕괴로 생겼다고 가정한다. 이 동위원소 붕괴의 λ 값은 1년에 1.42×10^{-11}이다. 또 방사성 기원이 아닌 원소 86Sr도 쟀다. 측정 결과는 아래 표에 ppm(백만분율) 단위로 주어져 있다.