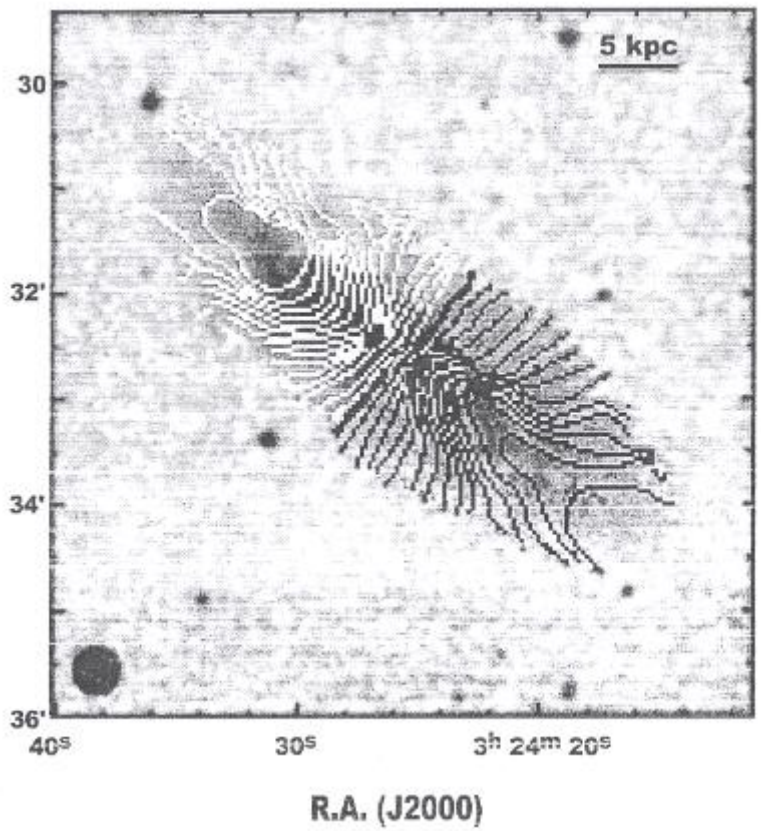
실무시험

[junior 문제]

(6) 이론시험 4번에 등장한 나선은하 NGC 1325는 대략적으로 경사각이 70°, 각직경이 6.5', 실제 직경이 43 kpc로 추산되었다. 2001년 5월에 GMRT에서 이 은하의 수소가스가 방출하는 21 cm 파장의 전파를 사용해서 이 은하의 회전운동을 연구했다. 주어진 그림은 수소가스의 회전속도(rotational velocity)의 분포를 등고선지도로 나타내고 있다. 그리고 가시광선 영역에서의 은하 사진이 겹쳐져 있다. 이 은하는 현재 우리로부터 멀어져 가고 있는데 은하의 자전으로 인해 은하의 한쪽이 다른 쪽에 비해 멀어져가는 속도가 느리게 보인다. 주어진 그림에서 흰 선은 평균속도보다 느린 속도를 나타내고 검은 선은 평균속도보다 빠른 속도를 나타낸다. 각 등고선은 은하면상에서 10 km/s의 속도변화가 있을 때마다 표시되어 있다. (은하면의 경사 효과는 고려하지 말 것).

(6-1) 은하의 회전곡선(rotation curve), 즉 은하중심에서의 거리(arc-sec 혹은 "의 단위)에 대한 회전속도의 그래프를 그리시오.

(6-2) 이 회전곡선을 이용하여 은하의 총질량을 태양질량(M_s)의 단위로 추산하시오. 은하의 회전은 원운동을 가정한다.



(7) 아래 주어진 표에 GMRT 안테나의 좌표가 중앙 안테나 A14에 대한 상대적 위치로 표시되어 있다. A14의 위도와 경도는 ϕ=19° 05' 36", λ=74° 03' 01"이다.

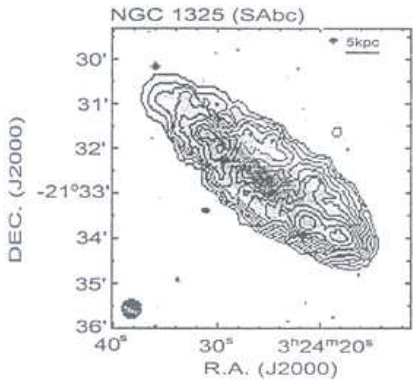
(7-1) GMRT 안테나 시스템의 지도를 작성하시오. 먼저 주어진 지도의 한 가운데에 사각형 (1 km×1 km의 영역에 해당하는)을 그리고 그 사각형의 중앙에 A14을 표시한다. 그런 다음 이 사각형의 "바깥에" 있는 모든 안테나들의 위치를 표시하고 그 옆에 안테나 번호를 쓰시오. (이 사각형 안에 있는 안테나들은 그릴 필요 없음)

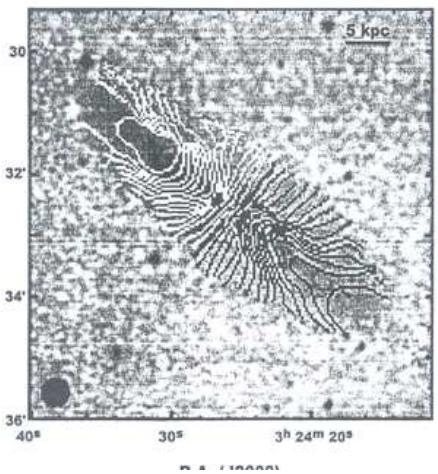
먼 천체에서 오는 전파는 평행광으로 GMRT 안테나에 도착한다. 안테나에 대해서 광원이 얼마나 기울어져 있는가(inclination)에 따라 전파 신호는 각 안테나에 약간씩 다른 시간에 도달하게 된다. 이제 9월 23일 정오에 4개의 안테나(A1, A10, A14, A30)가 태양을 관측한다고 하자.

(7-2) A1과 A1에서 가장 멀리 떨어져 있는 안테나가 받는 신호의 도착 시간의 차이를 계산하시오. 지구는 평탄(flat Earth)하다고 가정한다.

Practical round. Pictures. Table
Практический тур. Рисунки. Таблица

6. NGC 1325.





7. Antennae GMRT.
7. Антенны GMRT.

Number of Antenna / Номер антенны	x (to the East) (m) / (на восток) (м)	y (to the North) (m) / (на север) (м)	z (to zenith) (m) / (в зенит) (м)
A01	-11245.6	9405.97	-802.858
A02	-8103.19	8241.44	-711.116
A03	-7039.01	5340.29	-411.950
A04	12073.2	4791.68	-389.911
A05	10199.8	3529.75	-324.311
A06	7780.52	3071.49	-266.059
A07	-5199.93	3054.46	-242.446
A08	4575.99	2047.70	-203.543
A09	-3099.40	1496.91	-90.1932
A10	2814.54	1012.49	-73.9663
A11	-1591.91	625.657	-15.1934
A12	-565.940	132.944	-9.99081
A13	-372.720	142.908	-7.13641
A14	0.00000	0.00000	0.00000
A15	67.8200	-257.968	22.0312
A16	-31.4400	-230.489	24.4676
A17	326.430	-39.7862	32.7314
A18	687.870	-18.0767	37.1877
A19	280.670	-419.343	38.2252
A20	41.9400	-156.320	40.3858
A21	-164.860	-615.653	51.1638
A22	174.850	-666.922	53.1313
A23	-603.940	-333.732	56.0502
A24	-474.670	-658.490	70.3163
A25	-639.500	-1171.08	119.326
A26	633.920	-2948.73	258.251
A27	-367.080	-4503.71	371.735
A28	333.120	-6742.06	581.014
A29	947.470	-9458.39	782.898

[senior 문제]

(6) 뭄바이에서 한 밝은 별을 밤새 관측하고 있다. 관측은 14" 망원경으로 3개의 파장대역(B, V, R 밴드)에서 이루어 졌다. 이 별에 대해서는 각 파장대역을 450 nm, 550 nm, 700 nm로 근사시킬 수 있다고 하자. 시간이 지나면서 별의 천정거리가 달라지기 때문에 별빛이 통과하는 지구대기의 두께 또한 달라진다. 즉, 지구대기에 의한 소광(extinction)이 달라진다. 별이 천정에 가장 가까이 있을 때 소광은 최소가 되고, 별이 뜨거나 질 때 최대가 된다. 주어진 관측 자료 표에서 두 번째 줄의 대기량(air-mass)은 천정거리=0일 때의 대기량=1로 한 값이다. 등급은 0.05^m의 정확도로 주어져 있다.

(6-1) 지구에 대기가 없다고 가정했을 때, "적절한 그래프"를 그려서 3개 파장에서의 별의 겉보기 등급을 추산하시오.

(6-2) 이 별의 시차(parallax)는 0.0076"이다. 주어진 H-R도에 이 별의 위치를 표시하시오.

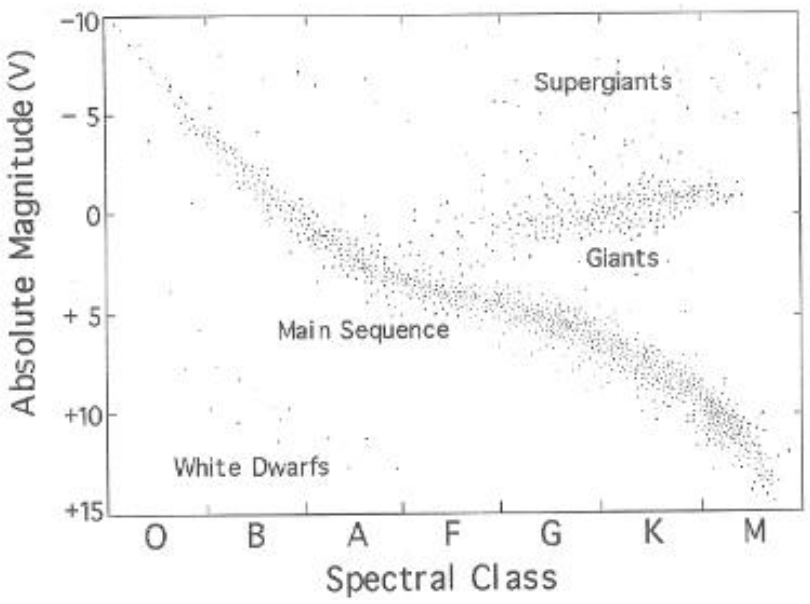
(6-3) 색지수(color index)는 별의 온도로 나타낼 수 있다. 이 별이 속하는 H-R도 상의 영역에 대해서 아래와 같은 관계식이 성립한다.

B-V=-3.68LOG(T)+ 14.55 (T는 절대온도). 이 별의 온도를 추산하시오.

(6-4) 이 별이 오리온자리에 있다면 이 별자리의 가장 밝은 4개의 별 중에서 어떤 별에 해당할까 ? 그 별의 이름을 쓰시오. (한국이름이 아니라 α Uma처럼 원래 이름으로 쓸 것. 철자가 조금 틀려도 상관없으므로 채점관이 알아볼 수 있는 이름으로 쓸 것.)

(6-5) 뭄바이에서는 소광이 $\lambda^{-\alpha}$ (λ는 파장)에 따라 변한다. 주어진 자료로부터 α를 결정하시오.

Zenith Angle (deg)	Air-mass	B magnitude	V magnitude	R magnitude
Зенитное расстояние (°)	Воздушная масса	Зв. величина B	Зв. величина V	Зв. величина R
15	1.035	2.80	0.85	-1.00
30	1.154	2.85	0.85	-1.00
45	1.412	3.00	0.95	-0.90
60	1.991	3.20	1.10	-0.85
69	2.762	3.50	1.30	-0.75
75	3.785	3.90	1.55	-0.55
81	6.053	4.90	2.15	-0.25



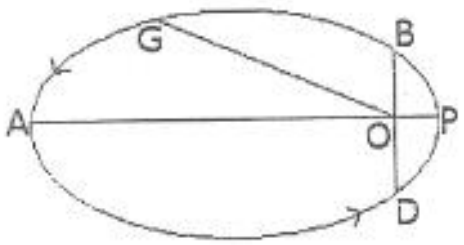
(7) 전파 펄서는 매우 빠르게 자전하는 중성자성으로서 자기극에서 전파가 방출된다. 지구상에서 관측하면 이 전파는 겉보기 주기 P_t로 들어오는 일련의 섬광(pulse)으로 나타난다. 그런데 펄서가 쌍성계의 일원이면 겉보기 주기는 진짜 주기(P_0)와 다르게 된다. 2004년에 펄서 0514-40이 GMRT에서 관측되었다. 이 펄서의 진짜 주기는 P_0=4.990575 ms이다. 주어진 표에 P_t가 t/T의 함수로 주어져 있다. t는 시간이며 T=18.35일은 궤도주기이다. 관측자는 펄서의 궤도면에 위치한다고 가정하자.

(7-1) 이 관측 자료의 그래프를 그리시오. (각자 적절한 크기로 그릴 것)

(7-2) 만약 펄서의 궤도가 원 궤도라면 그래프의 모양은 (7-1)에서 그린 모양과 다를 것이다. 원 궤도에 대해서 그래프를 그리시오.

Table of data

(t / T)	P_t (ms)
0.136661	4.990905
0.211722	4.991053
0.268267	4.991236
0.343792	4.991742
0.373630	4.992284
0.376936	4.992207
0.384599	4.990415
0.386994	4.988781
0.406418	4.988308
0.410888	4.988361
0.415199	4.988412
0.452397	4.989598
0.465116	4.989770
0.503379	4.989925
0.671385	4.990276
0.774999	4.990418
0.986004	4.990680



Note: Use the figure of the elliptical orbit drawn on the graph paper. Here it is drawn only schematically.

이심률이 0.866인 타원 궤도의 그림이 주어져 있다. (펄서 0514-40의 궤도는 이와 매우 비슷하다.) 화살표는 펄서가 초점 O 주위를 반시계 방향으로 운동함을 나타낸다. AP와 BD는 서로 수직이다. AP는 타원의 장축(major axis)이다.

(7-3) A점에서의 속력 U_A=1로 했을 때, B, P, D의 각 점에서의 가로(횡단)속력 (transverse speed)를 계산하시오. (예를 들어, G점에서의 가로속력 U_G는 OG에 수직한 속도 성분의 크기를 의미함)

(7-4) 주어진 궤도 그림에서 B점에 접선(tangent)이 그려져 있다. 이 궤도 그림을 이용하거나 아니면 다른 방법으로 B, P, D 각 점에서의 총속력(total speed)을 추산하시오.(즉, V_B, V_P, V_D). 속력의 단위는 앞에서처럼 U_A=1이다.

(7-5) P_t vs. t/T의 그래프의 모양으로부터 관측자가 장축(major axis) 가까이에 위치해있는지 아니면 단축(minor axis) 가까이에 위치해 있는지 그리고 축의 어느 쪽에 위치해 있는지 말하시오. (예: OD-방향, 혹은 OA-방향)

(7-6) 장축에 평행한 속도 성분이 B와 D에서 최대가 된다고 가정하자. 여러분이 그린 관측그래프 상에 A, B, P, D의 위치를 표시하시오.

(7-7) 만약 관측자가 (7-5) 문제의 답인 축에 "수직"인 축에 있다면, 같은 그래프 종이에 P_t vs. t/T의 그래프를 대략적으로 그리시오.

(7-8) 궤도 그림에서 DPB의 호를 따라 이동하는데 걸린 시간을 총 공전주기의 비율로

표시하시오. 여러분이 그린 관측 그래프로부터 호 DPB를 따라 걸린 이동시간을 마찬가지로 추산하시오.

(7-9) 여러분의 관측 그래프에 $P_t=P_0$인 선을 그리시오. 이 선을 기준으로 위쪽과 아래쪽에 해당하는 그래프 곡선 아래의 면적을 각각 측정해서 궤도의 장축을 광초(light second)로 추산하시오.

