(OP01) 태양계의 가설 행성 [25점]

이 문제에는 성도 Map-OP01을 써라. 이는 각을 보존하는 하늘 투영이다. 천체투영관 돔에 비친 하늘은 태양계 질량 중심에서 본 것이다. 이 위치에서 본 지구 궤도를 투영한 하늘과 성도 Map-OP01 양쪽에 초록색으로 표시했다. 처음 3분은 어둠 적응과 하늘 익히기를 위한 것이다. 처음 3분이 지나면 O1, O2, O3, O4라고 이름 붙인 해왕성 바깥 천체(TNO) 4개가 돔에 나타나기 시작한다. TNO는 보이도록 밝기를 키웠다. 투영한 하늘에는 다른 태양계 천체가 보이지 않는다. 움직임이 눈에 띄도록 시간을 빠르게 했다. 가설 속 새 행성의 궤도면은 이 TNO 4개의 궤도 기울기의 평균과 같은 기울기를 가진다고 가정한다.

(OP01.1) TNO 4개를 긴반지름의 길이가 작은 것부터 늘어놓고 8

그 이름을 요약 답안지의 알맞은 칸에 적어라. 답의 근거가 되는 측정을 풀이지에 보여라.

풀이:

TNO 4개의 궤도는 타원이며, 이는 속력을 꼼꼼히 관측하면 알 수 있다. 따라서 긴반지름의 길이를 어림하려면 각 TNO가 한 바퀴 도는 주기를 재야 한다. 행성들의 주기는 O1: 40 s, O2: 30 s, O3: 48 s, O4: 34 s이다. 따라서 바른 순서는: O2 < O4 < O1 < O3.

둘씩 짝지은 순서가 맞을 때마다 1.0, 순서가 모두 맞으면 2.0 더.

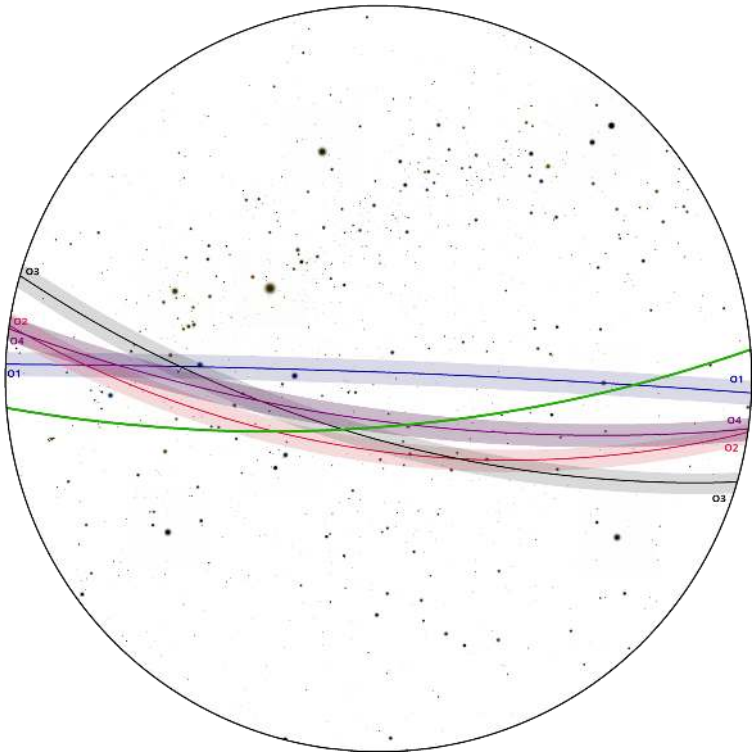
O1 < O2 < O3 < O4	3.0		O2 < O1 < O3 < O4	4.0
O1 < O2 < O4 < O3	4.0		O2 < O1 < O4 < O3	5.0
O1 < O3 < O2 < O4	2.0		O2 < O3 < O1 < O4	3.0
O1 < O3 < O4 < O2	1.0		O2 < O3 < O4 < O1	4.0
O1 < O4 < O2 < O3	3.0		O2 < O4 < O1 < O3	8.0
O1 < O4 < O3 < O2	2.0		O2 < O4 < O3 < O1	5.0
O3 < O1 < O2 < O4	1.0		O4 < O1 < O2 < O3	4.0
O3 < O2 < O4 < O1	3.0		O4 < O3 < O1 < O2	2.0
O3 < O1 < O4 < O2	0.0		O4 < O1 < O3 < O2	3.0
O3 < O2 < O1 < O4	2.0		O4 < O2 < O1 < O3	5.0
O3 < O4 < O1 < O2	1.0		O4 < O2 < O3 < O1	4.0
O3 < O4 < O2 < O1	2.0		O4 < O3 < O2 < O1	3.0

(OP01.2) 성도 Map-OP01에 TNO 4개 각각의 보이는 궤적을 적어도 50% 따라 그려라. 17

이 궤적으로부터 황도에 대한 TNO 4개의 기울기각 i1, i2, i3, i4를 각각 구하라. 이로써 가설 행성 궤도면의 기울기 ihp의 가장 좋은 어림값을 얻어라.

풀이:

TNO의 궤도는 중요한 별자리 몇 개를 표시하고, 두드러지거나 중요한 별 몇 개가 TNO의 경로 위에 있다는 것을 알아차려 그릴 수 있다. 또 각 TNO 궤적과 지구 궤도(곧 황도)가 만나는 점도 두드러진 별 가까이에 있다.



이 성도는 각을 보존하는(평사) 투영이므로, 교점에서 각도기로 각을 바로 재면 황도에 대한 궤도의 기울기를 얻는다.

잰 기울기 값은:

- $i_1 = 18°$
- $i_2 = 14°$
- $i_3 = 20°$
- $i_4 = 12°$

평균 기울기 ihp = 16°.

TNO마다: 보이는 궤도의 50%보다 많이 그렸으면 0.5

그린 궤도의 50%보다 많이 허용 띠 안에 있으면 1.5

Between 25% to 50% 1.0

궤적이 맞는지에 대한 점수는 보이는 궤도의 50%를 그렸을 때만 준다.

기울기각을 ±2° 안으로 잼 2.0

기울기각을 ±4° 안으로 잼 1.0

각에 대한 점수는 그린 궤도의 25%보다 많이 허용 띠 안에 있을 때만 준다
band.

각의 평균 1.0