안내문

- 플라네타리움 돔 입구에서 전달 받은 물품 목록:

  1. **B** 라고 표시된 봉투.

  2. 스톱워치, 헤드랜턴(head torch), 녹색 펜이 들어 있는 파우치.

  3. 글쓰기 보드(writing board)

- **B** 라고 표시된 봉투에 인쇄된 참가자 코드를 확인하시오.

- 봉투 **S** 에 담긴 내용물: 문제지, 두 장의 성도, 그리고 Summary Answersheets.
  시험 시작을 알리는 호각 소리가 울릴 때에만 이 봉투(S) 개봉 가능.
  시험 시간(1시간)은 호각이 울린 이 시점부터 시작됨.

- 이 시험에 주어진 두 문제: OP01과 OP02 .
  15분 동안 문제지를 읽고 관측 계획(planning the observation)을 세우세요. 이 시간 동안에는 플라네타리움 돔 내부의 조명이 켜져 있을 것이다.

- 조명이 꺼진 후에는 다른 참가자에게 방해가 되지 않도록 헤드 랜턴의 밝기를 최대한 어둡게 설정하여 사용하시오.

- OP01 문제 할당 시간은 **15분**.

  - 암적응하고 하늘에 익숙해지는 시간: 3분

  - 주요 과제 수행: 12분

- OP02 문제 할당 시간은 **10분**.

- 각 문제의 시작과 종료는 호루라기 소리로 알림.

- 두 문제 사이에 **2분**의 휴식 시간이 있음.

- 각 문제에 할당된 시간 중 남은 시간은 1분 간격으로 돔에 표시될 것이다. 주의를 기울이기 바람.

- 천체투영이 끝나면 조명이 다시 켜지고, 답변을 마무리할 시간이 **18분간** 주어진다.

- 임시로 연필로 표시했거나 무언가 선을 그린 경우, 답안지를 제출하기 전에 (파우치에 함께 제공된) 녹색 펜으로 덮어써서 답안 작성을 명확하게 하시오.

- 시험 중 언제든지 자리에서 일어서거나 주변을 돌아볼 수 있다. 그러나, 자리를 이탈하는 것은 허용되지 않는다.

- 시험 내내 엄격하게 침묵을 유지할 것.

- 시험 진행 흐름은 다음과 같음:

조명 켜짐	15분	문제지 읽기과 관측 계획(planning the observation)
조명 꺼짐:	27분 20초	돔 스크린에 투영
시간(분:초)	**지속시간**	**투영내용**
00:00 – 00:10	10초	돔 스크린에 문제 OP01 라벨 표시
00:10 – 15:10	15분	OP01 문제 투영
15:10 – 17:10	2분	휴식
17:10 – 17:20	10초	돔 스크린에 문제 OP02 라벨 표시
17:20 – 27:20	10분	OP02 문제 투영
조명 켜짐	18분	계산 및 문제 풀이 마무리

- **시험이 끝나면** :
  - 사용한 모든 용지에 참가자 코드와 페이지 번호를 올바르게 기재했는지 확인.
  - 답안지 정리 방법:
    (OP01)의 Summary Answersheet, 성도 Map-OP01, (OP01)에 사용된 Working sheets,
    (OP02)의 Summary Answersheet, 성도 Map-OP02, (OP02)에 사용된 Working sheets .
  - 위와 같은 순서로 정리한 용지들을 작은 봉투 **S** 에 넣으세요. Summary Answersheet 두 장은 답안 작성/풀이 여부와 상관없이 봉투 **S** 에 넣으세요.
  - **작은 봉투 S 에 담긴 내용들만 채점됨. 이 봉투 안에 넣지 않은 용지는 평가되지 않습니다.**
  - 작은 봉투 **S** 를 큰 봉투 **B** 안에 넣으세요.
  - 기타 모든 용지들, 즉 안내문, 문제지, 데이터 시트 및 사용하지 않은 Working Sheets는 더 큰 봉투 **B** 에 직접 넣어야 합니다.
  - 봉투 **B** 에 실 봉인을 묶습니다.
  - 헤드 랜턴, 스톱워치, 녹색 펜을 파우치 안에 넣으세요.
  - 봉투 **B** , 글쓰기 보드, 그리고 파우치를 출구까지 가지고 가서 지정된 상자에 넣으세요.

(OP01) 태양계의 가상 행성 [25점]

이 문제에서는 성도 Map-OP01을 사용하시오. 이것은 하늘의 각도를 보존(angle preserving)하는 투영이다.

플라네타리움 돔에 투영된 하늘은 태양계 중심(solar system barycentre)에서 본 모습이다. 이 위치에서 본 지구의 공전 궤도는 돔에 투영된 하늘과 성도 Map-OP01에 녹색으로 표시되어 있다. 처음 3분은 암적응하고 하늘에 익숙해지는 시간이다.

첫 3분 후, O1, O2, O3, O4로 표기(labelling)된 네 개의 해왕성 바깥 천체(Trans-Neptunian Objects; TNO)가 돔에 나타나기 시작한다. TNO의 밝기는 가시성을 높이기 위해 강조되었다. 투영된 하늘에는 다른 태양계 천체가 보이지 않는다. 그들의 움직임을 눈에 띄게 하기 위해 시간을 빠르게 돌리고 있다.

가상의 새로운 행성의 공전 궤도면은 이 네 개의 TNO 공전 궤도 경사의 평균과 같다고 가정한다.

(OP01.1) 4개의 TNO를 장반경(semi-major axes) 길이의 오름차순으로 배열하고, 그 이름을 Summary Answersheet의 적절한 칸에 적으시오. 답을 구한 과정을 정당화하기 위해 Working Sheet에 측정값을 보여주시오. **[8]**

(OP01.2) 4개의 TNO에 대해 보이는 각각의 궤적(trajectories)의 최소 50% 이상을 추적하여 성도 Map-OP01에 그리시오. 이러한 추적을 통해, 황도에 대한 4개의 TNO 각각의 공전 궤도의 경사각, i_1, i_2, i_3, i_4를 구하시오. 이에 따라, 가상 행성의 공전 궤도면 경사의 최적 추정치 i_{hp}를 구하시오. **[17]**

(OP02) 고리 행성의 관찰자 [25점]

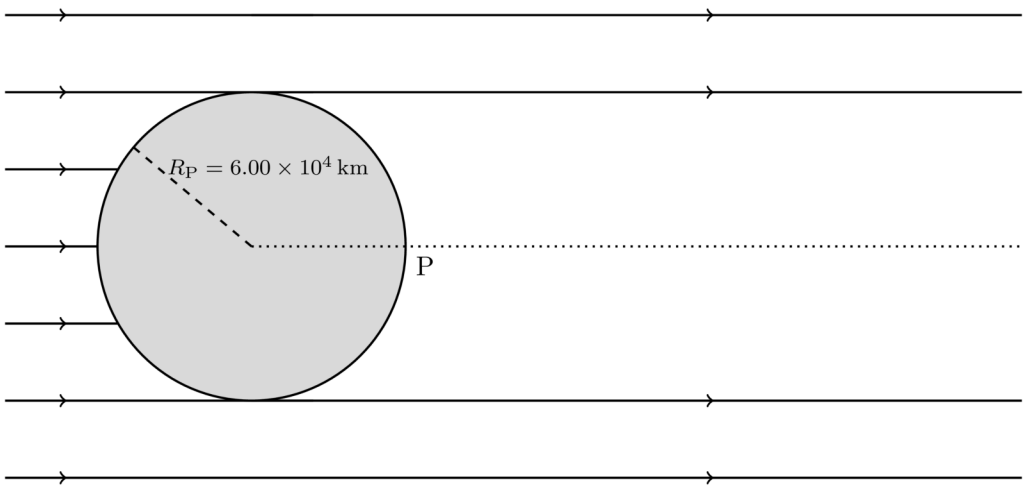
이 질문에서는 성도 Map-OP02를 사용하시오.
플라네타리움 돔에 투영된 하늘은 가상의 고리 행성(ringed planet)에 있는 관찰자가 보는 하늘이다. 관찰자는 행성의 적도 근처에 위치해 있다.

행성의 고리(ring)가 행성의 적도면 상에 놓여 있고, 행성이 모항성(parent star)으로부터의 15 au 이상 떨어져 있다고 가정하라. 이 행성의 위성 10개를 제외한 행성계의 다른 천체들(다른 행성, 그들의 위성, 소행성, 심지어 모항성까지) 은 투영된 하늘에서 보이지 않는다는 점에 유의하라.

문제가 시작될 때 하늘은 분당 1회전씩 3번의 완전한 회전을 한다. 그 후 하늘은 관찰자의 자정에 회전을 멈춘다. 이 하늘은 7분 동안 돔에 남아 있다.
하늘이 회전을 멈추면 다음 문제를 풀어라.

(OP02.1) 보이는 행성의 위성 10개 중 4개(오직 4개)의 위치를 성도에 ⊗ 기호로 표시하고 각각에 "M"으로 표기(labelling)하라. **[8]**

(OP02.2) 아래에 표시된 그림은 행성의 북극(north pole)에서 행성을 내려다 본 모습이며, 수평선(horizontal lines)은 모항성(parent star)에서 오는 평행 광선(parallel light rays)이다.



돔에 보이는 행성의 고리(ring)를 이용하여, 고리의 내부 및 외부 경계를 이 그림에 그리시오. **[12]**
Summary Answersheet에 재현된 그림에 그려야 하며, 반드시 비율에 맞춰 그려야 한다.

(OP02.3) 행성의 반지름이 6.00 × 10^4 km일 때, 위의 그림을 이용하여 고리(ring)의 너비(width) w_{ring} (단위: km)을 구하시오. **[5]**