문제 I CCD 영상 (35점)

자료:

그림 1은 CCD 카메라를 단 망원경으로 찍은 하늘의 음화 영상이다. 망원경의 매개변수는 함께 실린 표(FITS 자료 파일 머리글의 일부)에 있다. 그림 2는 영상 두 장으로 이루어져 있다. 하나는 그림 1의 일부를 확대한 것이고, 다른 하나는 같은 하늘 영역을 얼마 전에 찍은 영상을 확대한 것이다. 그림 3은 CCD 영상에 나온 영역을 포함하는 성도이다.

영상 속의 별들은 아주 멀리 있으므로 이상적으로는 점광원으로 보여야 한다. 그러나 망원경 구경에서 일어나는 회절과 대기 요동의 효과('시상'이라고 한다)가 별빛을 번지게 한다. 별이 밝을수록 퍼진 빛 가운데 배경 하늘보다 밝게 보이는 부분이 넓어진다.

물음:

1. 영상에서 밝은 별 아무거나 5개를 골라(로마 숫자로 표시하라) 영상과 성도 양쪽에 표시하라.

2. 성도에 카메라의 시야를 표시하라.
3. 이 정보를 써서 CCD 칩의 물리적 크기를 mm 단위로 구하라.
4. 그림 2의 별 영상을 살펴 번짐 효과의 크기를 각초 단위로 어림하라. (인쇄할 때 대비를 바꾸어야 했기 때문에, 영상 속 별의 지름은 별 윤곽의 반치전폭(FWHM)의 약 3.5배로 보인다는 점에 주의하라.)
5. 그 결과를 망원경의 이론적 회절 원반 크기와 비교하라.

6. 시상이 1각초이면 흔히 관측 조건이 좋다고 본다. 대기 시상이 1각초일 때 별 영상의 크기를 픽셀 단위로 계산하고 물음 4의 결과와 비교하라.

7. 배경 별들에 대해 움직이는 것으로 관측된 천체 두 개가 그림 1에 표시되어 있다. 하나('물체 1')는 움직임이 충분히 빨라 영상에 뚜렷한 궤적을 남겼다. 다른 하나('물체 2')의 움직임은 확대한 영상(그림 2A)과 얼마 뒤에 찍은 다른 영상(그림 2B)에서 더 쉽게 보인다. 첫 부분의 결과를 써서 두 물체의 하늘에서의 각속도를 구하라. 두 물체가 원 궤도를 따라 움직인다고 가정하고, 아래 목록에서 옳은 진술을 골라라. (옳은 답을 하나 고를 때마다 점수를 주고, 틀린 답을 하나 고를 때마다 점수를 깎는다.) 각속도가 다른 까닭으로 그럴듯한 것은:

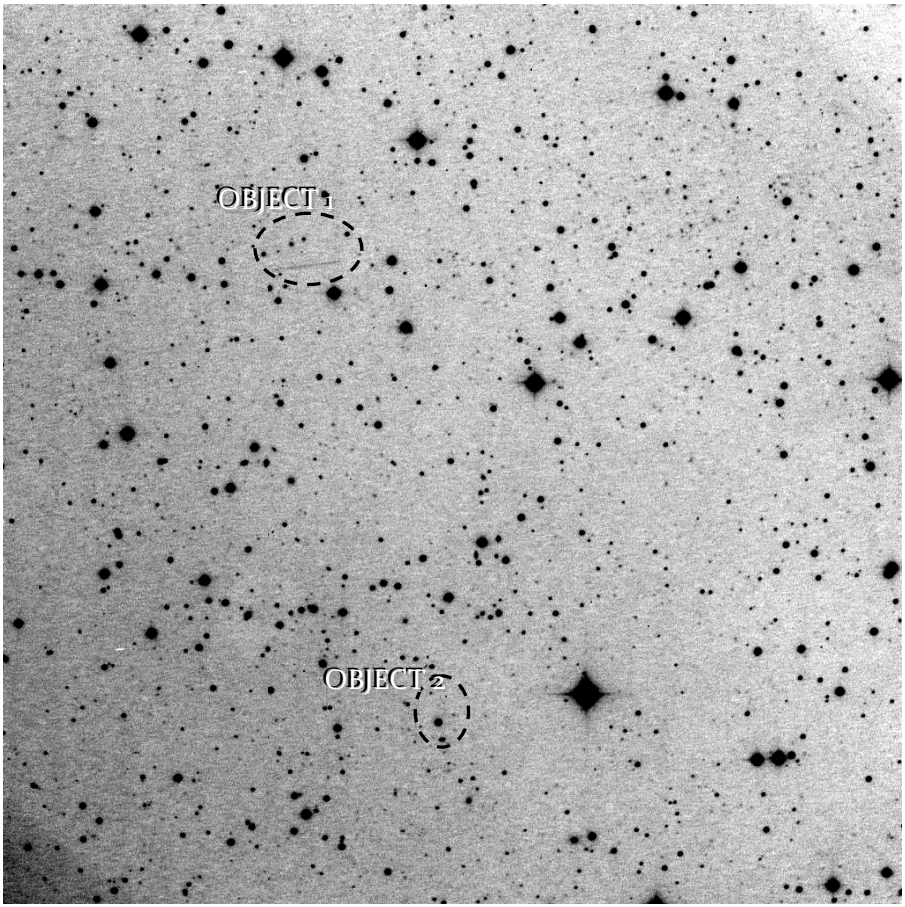
a) 두 물체의 질량이 다르다,
b) 지구에서 두 물체까지의 거리가 다르다,
c) 두 물체의 궤도 속도가 다르다,
d) 두 물체 속도의 투영이 다르다,
e) 물체 1은 지구를 돌고 물체 2는 태양을 돈다.

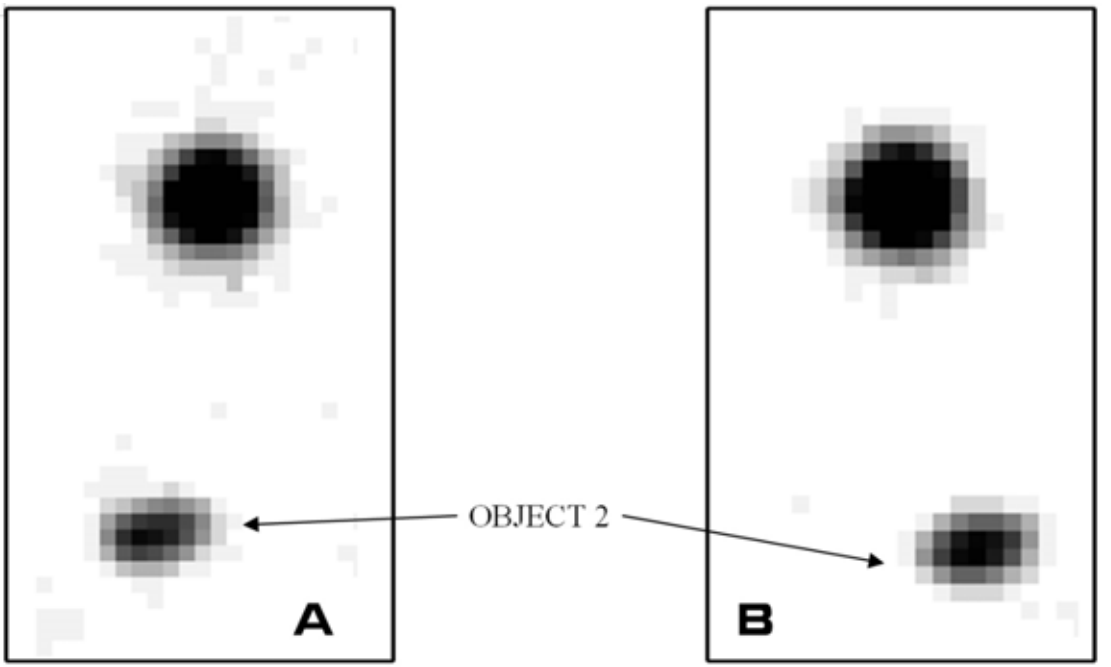
자료:

그림 1의 자료는 다음과 같다.

```
BITPIX    =                   16  / 픽셀당 비트 수
NAXIS     =                    2  / 축의 수
NAXIS1    =                 1024  / 영상 너비(픽셀)
NAXIS2    =                 1024  / 영상 높이(픽셀)
DATE-OBS= '2010-09-07   05:00:40.4'  / 노출 중간 시각
TIMESYS = 'UT'                     / 시간 척도
EXPTIME =                  300.00  / 노출 시간(초)
OBJCTRA = '22 29 20.031'           / 영상 중심의 적경
OBJCTDEC= '+07 20 00.793'          / 영상 중심의 적위
FOCALLEN= '3.180m'                 / 망원경의 초점 거리
TELESCOP= '0.61m '                 / 망원경 구경
```

문제의 그림 1





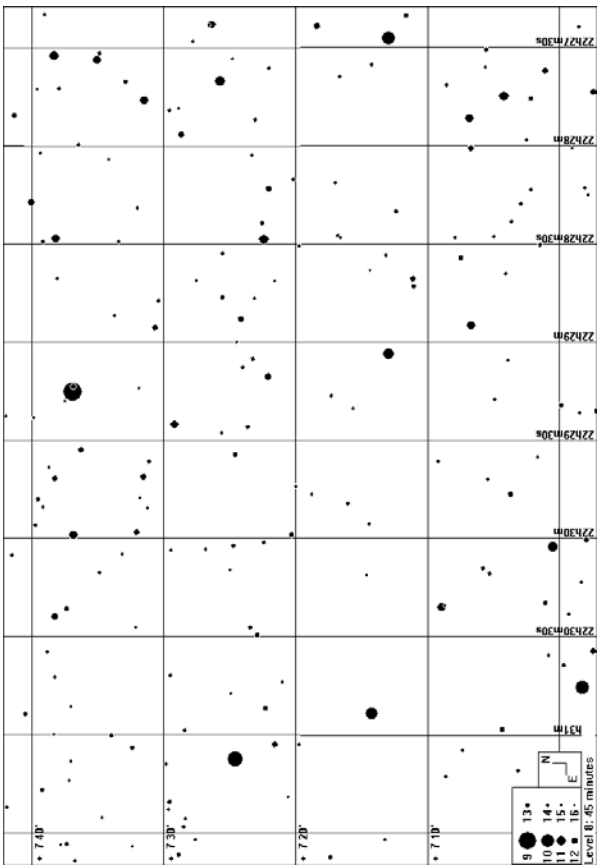
문제 I의 그림 2:

A: 같은 영역을 얼마 전에 관측한 영상. 이 영상의 자료는 다음과 같다:

DATE-OBS= '2010-09-07 04:42:33.3' / 노출 중간 시각

B: 물체 2 주변의 그림 1 확대 영상

문제 I의 그림 3:


22h27m30s
22h28m
22h28m30s
22h29m
22h29m30s
22h30m
22h30m30s
22h31m
+7 40'
+7 30'
+7 20'
+7 10'
N
E
9
10
11
12
13
14
15
16
Level 8: 45 minutes

답: