Aβ 7. 굴절

7.1.

식으로 계산해 보면 Zm ≤ 70°까지는 맞고, Zm = 80°에서는 차이가 벌써 10″이다. 답: Zm ≤ 70°.

7. 2.

$$Z_t = Z_m + R \approx (Z_m),$$
$$R(Z_m) \approx 17'' \approx 0.3'$$
$$Z_t = 16°34.4' + 0.3' = 16°34.7'$$

6월에 고도가 가장 높은 태양을 보는 것이므로 관측 장소는 북반구에만 있을 수 있고, 다음 식을 쓸 수 있다:

$$Z_t = \phi - Z_t,$$
$$\phi = Z_t + \varepsilon.$$

위도는 $$\phi = 16°34.7' + 23°26.4' = 40°01.1'N$$

7.3.

이 문제의 소문항 1의 답에 따르면, 이 문제를 풀 때는 식이 아니라 표를 써야 한다. 지평선에서 Zm = 90°, R = 2123″ ≈ 35.4′이다. 따라서 일몰이 끝나는 것을 볼 때 태양의 위 가장자리는 실제로 지평선 아래 35.4′에 있다. 그러므로 태양 중심의 천정 거리는

$$90°\ 35.4'\ +16'\ =90°\ 51.4'\ .$$

7. 4.

태양 원반의 위 끝점을 A, 아래 끝점을 B라 하자. 태양이 지평선에 걸려 있을 때 ZmB = 90°이므로

$$Z_{tB} = 90° + 2123'' \approx 90°35.4'.$$

A 점의 참 천정 거리는

$$Z_{tA} = Z_{tB} - 32' = 90°03.4'$$

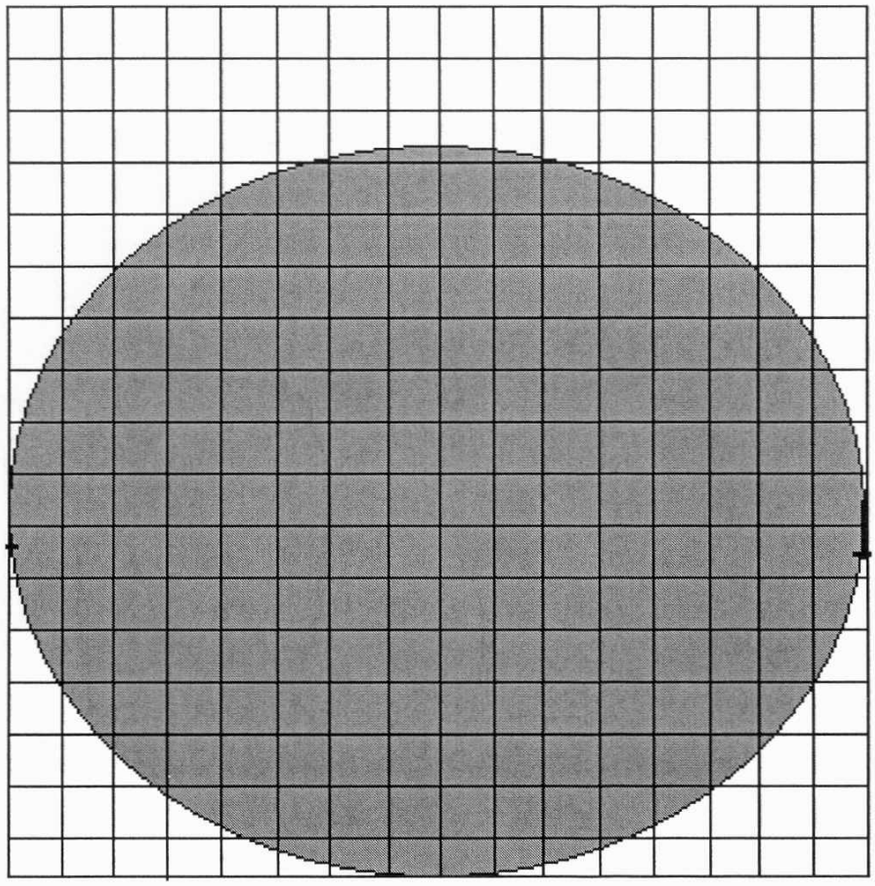
보간하여 R 대 Zt를 그리면 (주의: 89° 30′ < Zm < 90° 사이) 다음을 얻는다

$$Z_{mA} = 89°33.5'\ \ (\mathrm{R}(89°\ 33.5'\ ) \approx 29.9'\ ).$$

마찬가지로 태양 중심의 참 천정 거리는

$$Z_{m0} = 89°46.9'\ \ (\mathrm{R}(89°\ 46.9'\ ) \approx 32.5'\ ).$$

태양은 납작하게 보여 32′ × 26.5′의 타원 모양이다. 또 위쪽 절반(13.4′)이 아래쪽 절반(13.1′)보다 크다. 그림은 대략 다음과 같다:



A8.1:

이 문제는 지평 좌표계로 푼다. 먼저 케플러 법칙으로 우주선과 지구 사이의 거리를 쉽게 구할 수 있다.

h = 348 km

우창(Wuqiang)에서는 우주선이 북극성 가까이 있으므로 고도 A1 = 38˚, 방위각은 0˚(북쪽에서 잼)이다. 두 곳의 경도는 같다. 그러므로 같은 시각에 다른 곳에서 관측하면 우주선은 남쪽에 있다. 우주선의 위치는 그림과 같다. O는 지구 중심, W는 우창, X는 시린하오터, S는 우주선이다.

이제 사인 법칙과 코사인 법칙으로 답을 구한다.

$$\frac{R+h}{\sin(90°+A_1)}=\frac{R}{\sin\theta}$$

$$\theta=\arcsin(\frac{R}{R+h}\cos A_1)=48°.4$$

$$sow:\varphi_1=180°-(90°+A_1)-\theta=3°.6$$

$$sox:\varphi_2=43°.9-38°-3°.6=2°.3$$

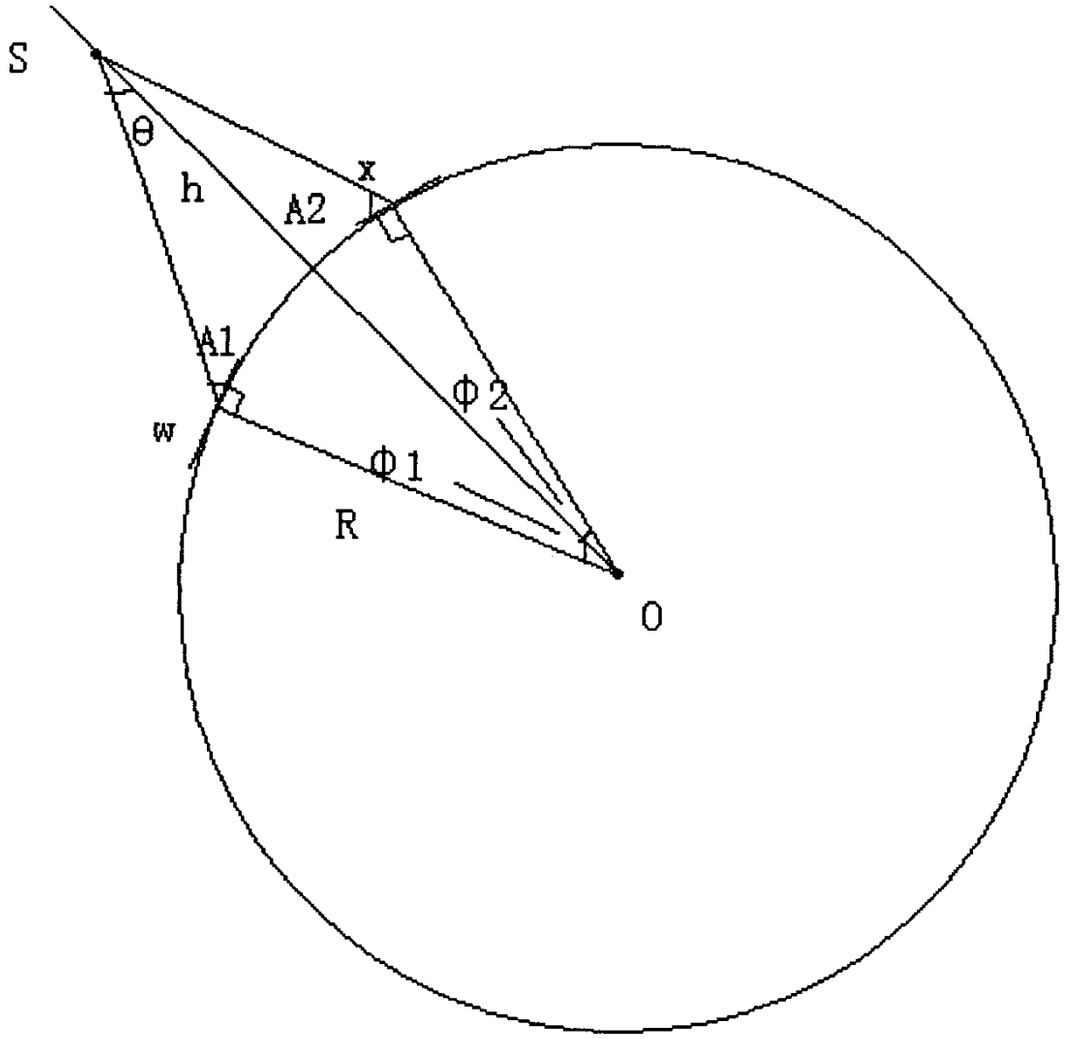
= latitude difference
$= \phi_X - \phi_W - \phi_1$

$$\overline{sx}^2=R^2+(R+h)^2-2R(R+h)\cos\varphi_2$$

$$sx=300.0km$$

$$\frac{sx}{\sin\varphi_2}=\frac{R+h}{\sin(90°+A_2)}=\frac{R+h}{\cos A_2}$$

$$A_2=\arccos(\frac{R+h}{sx}\sin\varphi_2)=51°.8$$

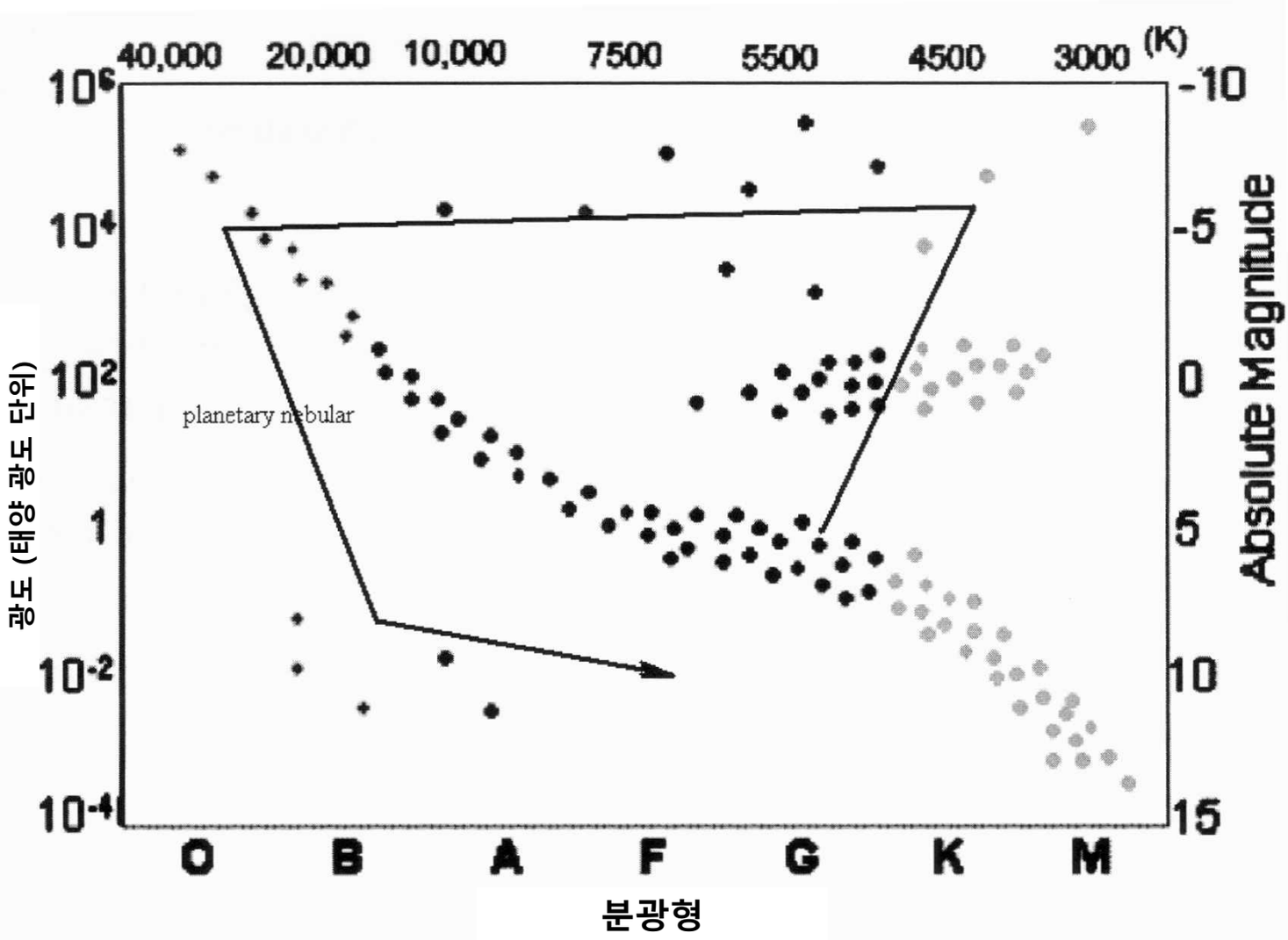


이제 시린하오터에서 우주선은 남쪽 하늘 고도 A2 = 51.8°에 있음을 안다. 성도에서 보면 이 위치는 오리온자리와 외뿔소자리 사이이다.

A8.2:

지구의 자전 주기는 24시간이고 우주선의 공전 주기는 약 1.5시간이다. 따라서 하루가 지나면 우주선은 같은 위치에 오고, 두 곳 모두에서 볼 수 있다.

B8.1. 아래의 대략적인 그래프를 보라



8.2.

그림 2에 따르면 껍질의 팽창 속도는 다음에서 구할 수 있다:

$$v\cos\phi / c = \Delta\lambda / \lambda,$$

여기서 Δλ는 실험실 파장과 관측 파장의 차이이고, 그림에서 φ는 약 30˚로 보인다.

$$v = c\cdot(\Delta\lambda/\lambda)/\cos\phi \approx c\cdot(2\Delta\lambda/\lambda)/\sqrt{3} \approx 3\times10^8\times0.53/5200.26/1.732 \approx 17.6 km/s.$$

행성상 성운의 지름은:

$$D = \alpha\cdot L = 330 pc\times12'' = 5.95\times10^{11} km$$

$$D = \alpha\cdot L = 330\times3.09\times10^{13} km\times12\times\pi/(3600\times180) \approx 5.95\times10^{11} km$$

또는 (가장 쉬운 풀이로) 천문단위로 나타내면:

$$D = 330\times12 AU = 3960 AU \approx 5.95\times10^{11} km$$

따라서 행성상 성운 IC418의 역학적 나이는:

$$T = R/v = D/2v = 5.95\times10^{11} km/35 km/s \approx 1.7\times10^{10} s \approx 540 yrs.$$