

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- (1)** Длина параллели, на которой находятся города, составляет  $l_{\pi} = 2\pi R_3 \cdot \cos \varphi = 22\,960$  км. Тогда расстояние по параллели можно вычислить из пропорции:

$$l = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{360^\circ} \cdot l_{\pi} = 2600 \text{ км.}$$

Чтобы отыскать расстояние по дуге большого круга, найдем сначала длину хорды, соединяющей города:  $l_x = 2R_3 \cdot \cos \varphi \cdot \sin \Delta\varphi/2 = 2500$  км. Определим теперь угол, под которым эта хорда видна из центра Земли:  $\rho = 2 \arcsin l_x/2R_3 = 22.6^\circ$ . Тогда расстояние по дуге большого круга можно получить из пропорции:

$$l = \frac{\rho}{360^\circ} \cdot 2\pi R_3 = 2500 \text{ км.}$$

- (2)** Склонение Солнца в день солнцестояния составляет  $\delta_{\odot} = 23.5^\circ$ . Тогда высота в верхней кульминации составит  $h_{\odot\text{ВК}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\odot} = 59.5^\circ$ .

- (3)** Для наблюдателя на Луне одни солнечные сутки будут длиться синодический месяц (период смены фаз), за это время Солнце опишет по небу окружность в  $360^\circ$ . Узнаем, за какое время оно пройдет  $32'$ , из пропорции:

$$t = \frac{32'}{360^\circ} \cdot 29.5^d = 0.0437^d = 1^h 03^m.$$

- (4)** Определим среднюю продолжительность года в персидском календаре:

$$\frac{25 \cdot 365^d + 8 \cdot 366^d}{33} = 365.24242^d.$$

Разность этого значения и продолжительности тропического года составляет  $365.24242^d - 365.24219^d = 0.00023^d$ . Следовательно, ошибка в одни сутки набежит за  $1/0.00023 = 4300$  лет. Аналогично, средняя продолжительность григорианского года составляет

$$\frac{303 \cdot 365^d + 97 \cdot 366^d}{400} = 365.2425^d,$$

что соответствует ошибке в 1 сутки за 3300 лет. Как видим, персидский календарь был точнее.

- (5)** Найдем первоначальную скорость корабля:

$$v = \sqrt{\frac{GM_3}{R_3 + h}} = 7670 \text{ м/с.}$$

После торможения орбита станет эллиптической. Апогейное расстояние составит  $R_3 + h$ , а большая полуось будет равна  $R_3 + h/2$ . Тогда скорость в апогее будет равна

$$v_A = \sqrt{GM_3 \left( \frac{2}{R_3 + h} - \frac{1}{R_3 + h/2} \right)} = 7550 \text{ м/с.}$$

Следовательно, для выполнения условия задачи скорость надо уменьшить на  $v_A - v = 120$  м/с.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

⑥ Туманность Андромеды M31 (галактика), Аш и Хи Персея (рассеянное звездное скопление),  
Плеяды M45 (рассеянное звездное скопление), Гиады (рассеянное звездное скопление), Туманность  
Ориона M42 (диффузная туманность), Ясли M44 (рассеянное звездное скопление).

- ⑦ 1 – Солнце (звезда)  
2 – Туманность Андромеды M31 (галактика, Андромеда)  
3 – Юпитер (планета)  
4 – Плеяды M45 (рассеянное звездное скопление, Телец)  
5 – Туманность Ориона M42 (диффузная туманность, Орион)