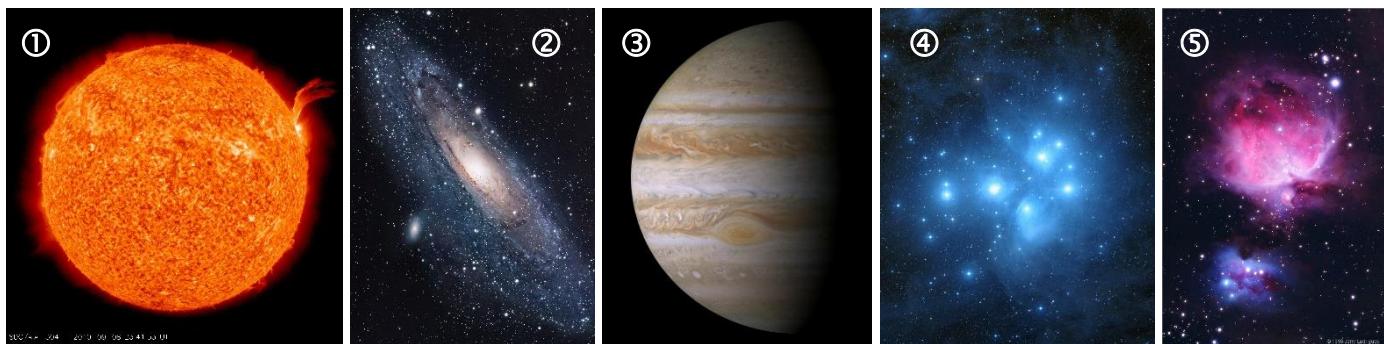


ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1** Два города имеют широту 55° с.ш. и долготы 30° и 70° в.д. Определите расстояние между ними по параллели и по дуге большого круга.
- 2** Многие считают, что в день летнего солнцестояния Солнце в наших краях в полдень стоит ровно в зените. Докажите, что это не так. Для этого рассчитайте, на какую максимальную высоту может подниматься Солнце в Минске в этот день.
- 3** На экваторе Земли Солнце восходит (пересекает линию горизонта) в течение двух минут. Сколько времени длится восход Солнца на экваторе Луны? Угловой диаметр солнечного диска составляет $32'$.
- 4** В IX веке в Персии был введен солнечный календарь, в основу которого положен цикл, составляющий 33 года: 25 простых и 8 високосных. Определите, за сколько лет в этом календаре набегала ошибка в одни сутки и сравните это значение с погрешностью григорианского календаря. Продолжительность тропического года составляет 265.24219 суток.
- 5** Космический корабль летит по круговой орбите вокруг Земли на высоте 400 км. На сколько надо мгновенно уменьшить его скорость, чтобы он упал на Землю в прямо противоположной точке орбиты?

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 6** Какие объекты глубокого космоса (звездные скопления, туманности, галактики) можно увидеть сегодня ночью невооруженным глазом? Для каждого из объектов укажите хотя бы одно из названий, а также тип (галактика, туманность и т.д.). **Будьте внимательны, не называйте объекты наугад, так как за каждый неправильный ответ будут сниматься баллы!**
- 7** Какие объекты Вселенной изображены на фотографиях ниже? Укажите их названия, тип (планета, туманность, галактика...), а также созвездие, в котором они расположены (если это можно указать).

**СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ**

| | | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------------|--|
| Средний радиус Земли | 6371 км | Синодический месяц | 29.5 суток |
| Широта Минска | 54° | Масса Земли | $5.97 \cdot 10^{24}$ кг |
| Наклон эклиптики к экватору | 23.5° | Постоянная всемирного | |
| Сидерический период Луны | 27.3 суток | тяготения | $6.67 \cdot 10^{-11}$ Н·м ² ·кг ⁻² |

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° . 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)