

10 класс.

1. Какое расстояние прошла Земля за время своего существования, обращаясь вокруг Солнца?

- а) до ближайшей звезды и обратно;
- б) до центра нашей Галактики и обратно;
- в) до ближайшей галактики и обратно.

Решение. Орбитальная скорость Земли составляет 30 км/с, а время ее жизни – 4.5 миллиардов лет или  $1.4 \cdot 10^{17}$  секунд. Путь, пройденный Землей, составляет  $4 \cdot 10^{18}$  км или 140 кпк. Это близко к расстоянию до ближайших карликовых галактик.

2. Около 3 тысяч лет назад в день летнего солнцестояния полуденное зенитное расстояние Солнца в одном из мест земной поверхности было  $26^{\circ}15'$  (к югу от зенита), а в день зимнего солнцестояния полуденная высота Солнца над южным горизонтом равнялась  $+16^{\circ}03'$ . Вычислить наклонение эклиптики к небесному экватору в ту эпоху.

Решение. Кульминация Солнца в летнее солнцестояние происходит к югу от зенита, следовательно, широта места  $\phi$  больше угла наклона экватора к эклиптике на тот момент  $\varepsilon$ . Значения высоты Солнца в верхней кульминации в летнее и зимнее солнцестояние выражаются формулами:

$$h_1 = 90^{\circ} - \phi + \varepsilon,$$

$$h_2 = 90^{\circ} - \phi - \varepsilon.$$

По условию задачи, величина  $h_1$  равна  $63^{\circ}45'$  ( $90^{\circ}$  минус зенитное расстояние), а величина  $h_2$  составляет  $16^{\circ}03'$ . Отсюда получаем значение наклона экватора к эклиптике:

$$\varepsilon = (h_1 - h_2)/2 = 23^{\circ}51'$$

3. В телескоп с равнозрачковым увеличением проводятся наблюдения Венеры в наибольшей восточной элонгации, и она кажется такого же размера, как Луна при наблюдении невооруженным глазом. Угловой диаметр Венеры в момент наибольшей элонгации составляет  $25''$ . Найти диаметр объектива телескопа.

Решение. Угловой диаметр Венеры в момент наибольшей элонгации составляет  $25''$ , а угловой диаметр Луны равен  $30'$ . Увеличение телескопа составляет 72, а диаметр его объектива в 72 раза превышает диаметр зрачка глаза, то есть он равен примерно 44 см.

4. Пароход отправился из Неаполя 1 февраля 1900 года и прибыл в Новороссийск 25 января 1900 года. Определите среднюю скорость парохода в

километрах в час, если он находился в плавании целое число суток. Расстояние, пройденное пароходом, равно 3000 км.

Решение. Очевидно, что дата прибытия меньше, чем дата отправления, потому что в это время в Италии уже использовался григорианский календарь, а Российская империя всё ещё жила по юлианскому календарю, т. н. старому стилю. Отличие григорианского летоисчисления от юлианского в том, что если номер года кратен 100 и не кратен 400, то он не является високосным. 1900 год как раз относится к таким. Сейчас разница между юлианским и григорианским календарями составляет 13 дней. Но до 13 марта 1900 года по григорианскому календарю (29 февраля 1900 года по юлианскому) эта разница составляла всего 12 дней. Значит, по юлианскому календарю пароход отправился из Неаполя 20 января, а, следовательно, в плавании он находился 5 дней, или 120 часов. Тогда его средняя скорость равна  $v = 3000 \text{ км} / 120 \text{ часов} = 25 \text{ км/ч}$ .

5. Некий астероид вращается вокруг Солнца по круговой орбите в плоскости эклиптики. В середине ноября этого года он вступил в противостояние с Солнцем. Предыдущее противостояние этого астероида наблюдалось в ноябре 1961г. Определите расстояние между Землей и астероидом во время противостояния. Орбиту Земли считать круговой, взаимодействие астероида с Землей не учитывать.

Решение. Синодический период астероида  $S$  составляет ровно 59 лет, при этом он внешний, радиус его орбиты больше 1 а.е. Такое может быть, только если астероид обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и Земля, а период обращения  $T$  связан с периодом обращения Земли  $T_0$  соотношением:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{S}$$

Отсюда получаем, что период обращения астероида составляет 1.0172 года. По III закону Кеплера получаем, что радиус орбиты астероида равен 1.0115 а.е. В момент противостояния астероид находился 0,0115а.е. или в 1.7 млн км от Земли.

6. Абсолютная звездная величина Солнца приблизительно равна  $5^m$ . Могли бы современные астрономы, способные фиксировать звезды до  $30^m$ , обнаружить звезду, аналогичную Солнцу, на другом конце Галактики? Принять, что диаметр Галактики составляет 24 кпк, а Солнечная система расположена на расстоянии 8 кпк от ее центра. Межзвездное поглощение света не учитывать.

Решение. Расстояние до звезды составляет  $8+24/2 = 20\text{кпк}$ . По сравнению с расстоянием в 10 пк, для которого вычисляются абсолютные звездные величины, это в 2000 раз больше. Значит блеск звезды будет ослаблен в  $2000^2$

= 4 млн раз. Если ослабление в 100 раз соответствует увеличению на  $5^m$ , то ослабление в 1 млн раз ( $= 100 * 100 * 100$ ) — на  $15^m$ . А в 4 млн раз — чуть менее чем на  $17^m$ . Таким образом, блеск Солнца, удаленного на другой конец Галактики, составил бы  $5^m + 17^m = 22^m$ . Или же по формуле  $M=m+5-5lgD$  вычислить видимую звездную величину. Такой объект «по зубам» любому крупному телескопу.