

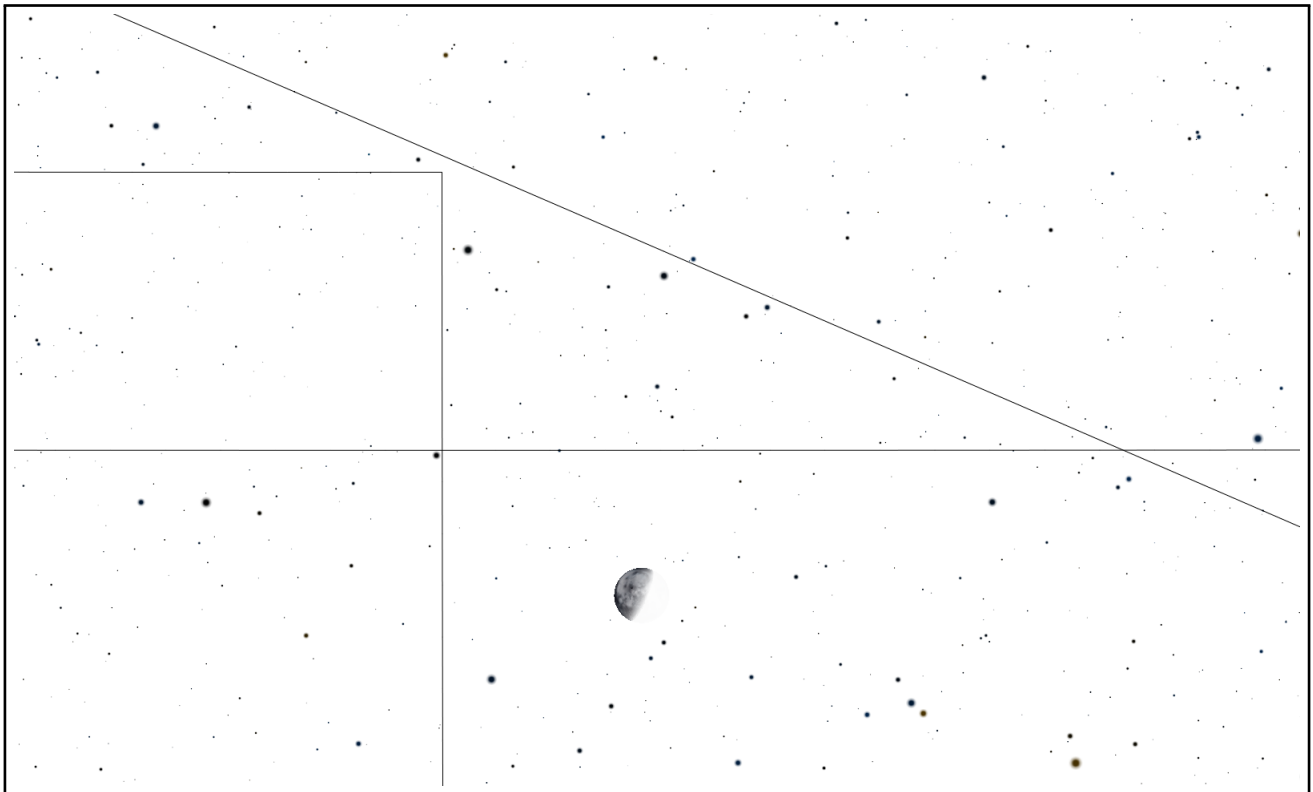
XXXI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур, решения

2024
3
марта

5–6 классы

Вам дана карта звездного неба, на которой видна Луна. Кроме этого, на карту нанесены небесный экватор, эклиптика и граница между созвездиями Кита (слева) и Рыб (справа).

Известно, что каждый год диск Солнца задевает созвездие Кита. Определите примерные даты, когда это происходит, и оцените время, в течение которого хотя бы малая часть диска Солнца оказывается в созвездии Кита.



Решение:

Для начала определимся с тем, что вы видим. На карте есть горизонтальная прямая — небесный экватор, наклоненная к ней прямая — эклиптика, а также ломаная из двух участков, один из которых параллелен экватору, а другой перпендикулярен — граница между созвездиями. Экватор и эклиптика пересекаются в точке весеннего равноденствия (именно весеннего, поскольку мы видим, что интересующая нас точка находится в созвездии Рыб). Кроме этого, на карте есть Луна.

Поскольку угловые размеры Луны и Солнца примерно равны $\alpha_0 = 30' = 0^\circ.5$, то, измерив размер Луны на карте, мы сможем получить масштаб изображения. В результате измерений получаем $d_0 \approx 7$ мм (конкретное значение может чуть отличаться из-за особенностей масштабирования задания при печати, но на итоговом результате это не скажется).

Тогда масштаб изображения равен $k = \frac{\alpha_0}{d_0}$, то есть угловой радиус Солнца $\frac{\alpha_0}{2} = 0^\circ.25$ соответствует $\frac{d_0}{2} \approx 3.5$ мм.

Проведем параллельные границе созвездий прямые на расстоянии 3.5 мм справа и сверху от границы. Измерив отрезок на эклиптике, ограниченный этими прямыми, получим $d_1 = 6.5$ мм. Этому расстоянию соответствует угловая длина участка эклиптики

$$\alpha_1 = kd_1 = \frac{d_1\alpha_0}{d_0} \approx \frac{6.5 \cdot 0.5}{7} \approx 0.5^\circ.$$

Поскольку угловая скорость движения Солнца по эклиптике составляет приблизительно $1^\circ/\text{сут}$, получаем, что хотя бы малая часть диска Солнца будет находиться в созвездии Кит приблизительно половину суток, то есть 12 часов. Полученная оценка оказывается достаточно близкой к истинному значению, равному 14 часам.

Теперь измерим расстояние от точки весеннего равноденствия до точки на эклиптике, в которой диск Солнца начинает задевать созвездие Кита. При измерениях получаем $d_2 = 95$ мм, что соответствует угловому расстоянию

$$\alpha_2 = kd_2 = \frac{d_2\alpha_0}{d_0} \approx \frac{95 \cdot 0.5}{7} \approx 7^\circ.$$

Поскольку весеннее равноденствие происходит 20–21 марта, а Солнце перемещается на 1° за сутки в левом (для карты) направлении, то диск Солнца будет попадать на созвездие Кита примерно 27–28 марта.

С.А.Русаков