

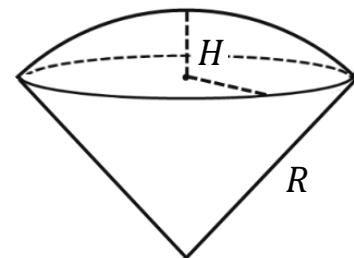
1) Мы привыкли, что промежутки времени между двумя последовательными восходами Солнца в течение года становятся то больше, то меньше – ведь продолжительность дня должна как-то изменяться. Но у одного астронома каждый день Солнце восходило ровно через один и тот же промежуток времени – 23 часа 56 минут и 4 секунды!

- а) На какой широте жил этот астроном? Давайте рассмотрим только случай северного полушария.
- б) Чему была равна продолжительность светового дня для этого астронома в дни равноденствий и солнцестояний? Угловыми размерами Солнца, уравнением времени и рефракцией пренебречь.
- в) В какие дни года можно было наблюдать описанную в задаче картину?

2) Проект Starlink давно на слуху у тех, кто интересуется космосом. Ведь до середины этого десятилетия компания SpaceX обещает запустить в космос 12 000 спутников, которые будут обеспечивать высокоскоростной интернет практически в любой точке Земли.

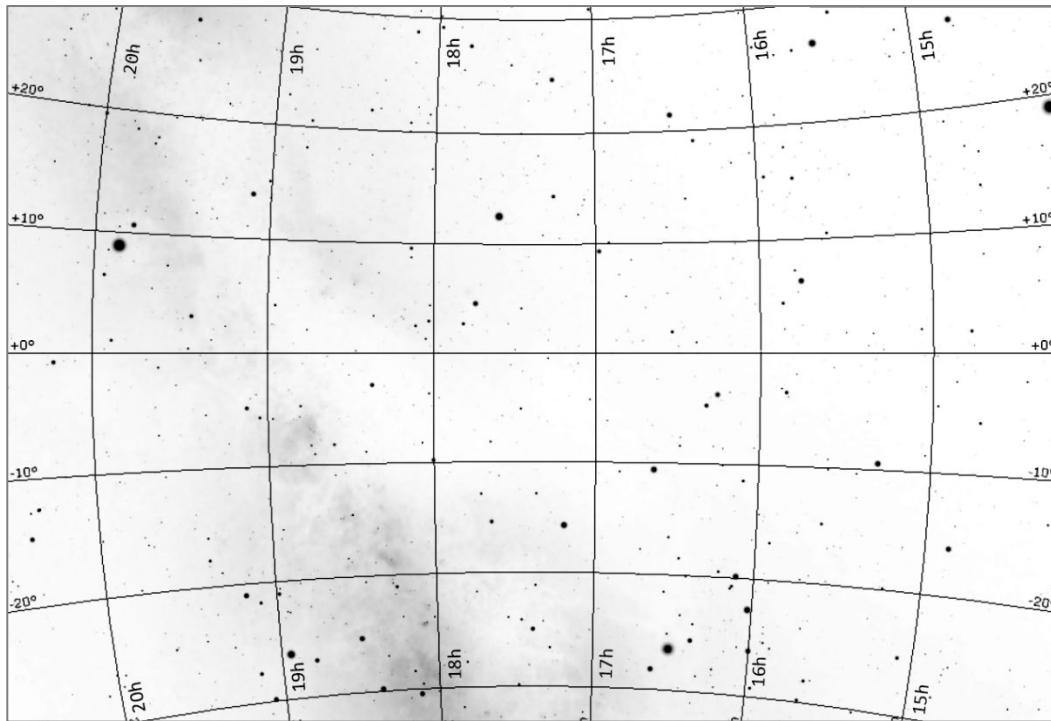
Давайте допустим, что большинство спутников будут выведены на высоты около 550 км над земной поверхностью (пока все выведенные аппараты находятся как раз на этой высоте) и допустим, что в любой момент времени все спутники будут распределены равномерно вокруг земного шара (в реальности в околосеверных регионах их почти не будет). Определите, сколько спутников в среднем будут одновременно находиться над горизонтом для произвольно взятого земного наблюдателя.

**Подсказка:** возможно, вам понравится формула для площади сферической поверхности шарового сегмента:  $S = 2\pi RH$ , где  $R$  – радиус сферы, а  $H$  – высота шарового сегмента (см. рисунок справа).



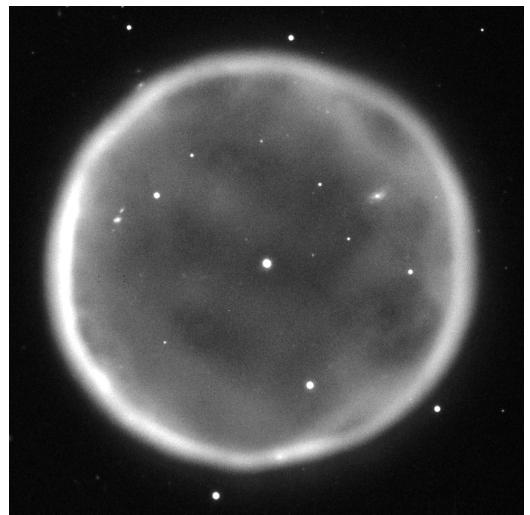
3) Сириус – наша звезда-соседка. Его прямое восхождение составляет  $\alpha = 06^h45^m$ , склонение  $\delta = -16^\circ43'$ , параллакс  $\pi = 0,379''$ , собственное движение  $\mu = 1,33''/\text{год}$ . Известно, что это двойная звезда – у Сириуса есть спутник, называемый Сириусом В. Спутник представляет собой белый карлик со светимостью всего  $0,026L_\odot$ , движущийся по орбите с большой полуосью 19,9 а. е. и эксцентриситетом 0,592''.

- а) Небо Сириуса слабо будет отличаться от нашего неба, созвездия останутся практически такими же. Однако на небе появится новая звезда – Солнце. Нанесите его на карту (сдайте потом этот лист вместе с работой) и скажите, в каком “нашем” созвездии будет находиться Солнце для наблюдателя с Сириуса.
- б) Для наблюдателя, находящегося у самой поверхности Сириуса, какая звезда будет ярче – Сириус В или Солнце? Ответ подтвердите расчетами.
- в) Определите собственное движение Солнца для наблюдателя из системы Сириуса.



- 4** Планетарная туманность Abell 39 расположена в созвездии Геркулеса и имеет угловой радиус  $77''$ . Анализ показал, что туманность представляет собой практически идеально сферически симметричную оболочку из газа. Расстояние до нее равно 2,1 кпк, центральная звезда имеет видимую звездную величину  $15,5^m$ , а поверхностная яркость туманности вблизи ее центра составляет  $24,4^m/\square''$  (т. е. одна квадратная угловая секунда туманности светит как звезда с видимой величиной  $24,4^m$ ).

- a) На фото видно, что поверхностная яркость возрастает к краю туманности. Объясните, почему.
- б) Определите радиус этой туманности в парсеках.
- в) Допустим, мы стали ближе к туманности ровно в два раза. Какие значения теперь будет иметь блеск центральной звезды и ее поверхностная яркость вблизи центра?
- г) Представим теперь, что мы наблюдаем туманность из ее центра. Определите ее поверхностную яркость в этом случае.



- 5** Перед Вами кадр из видеоролика, снятого Марком Джи, во время восхода полной Луны. Известно, что видео снималось через телескоп на цифровую камеру с матрицей размером 24x36 мм, а сам кадр приведен без обрезки по краям. В расчетах лунную орбиту принимайте круговой. Радиус Луны составляет  $R_L = 1737$  км, среднее расстояние до нее –  $a_L = 384\,400$  км.

- а) Исходя из того, что средний рост человека составляет около 170 см, оцените расстояние до людей на горе.
- б) Определите фокусное расстояние телескопа, через который велась съемка.
- в) В каком полушарии было сделано фото?



- ⑥ Ниже приведены карты шести созвездий, на которых нет ничего, кроме звезд. Укажите названия этих созвездий. **Примечание:** на некоторых картах могут частично присутствовать более чем одно созвездие, в таком случае указывайте то, которое занимает наибольшую площадь. Масштаб на картах отличается.

