

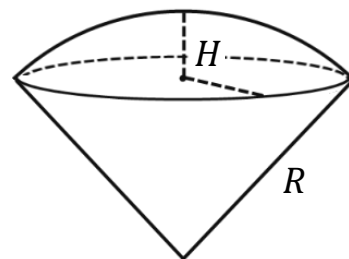
- ① Мы привыкли, что промежутки времени между двумя последовательными восходами Солнца в течение года становятся то больше, то меньше – ведь продолжительность дня должна как-то изменяться. Но у одного астронома каждый день Солнце восходило ровно через один и тот же промежуток времени – 23 часа 56 минут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

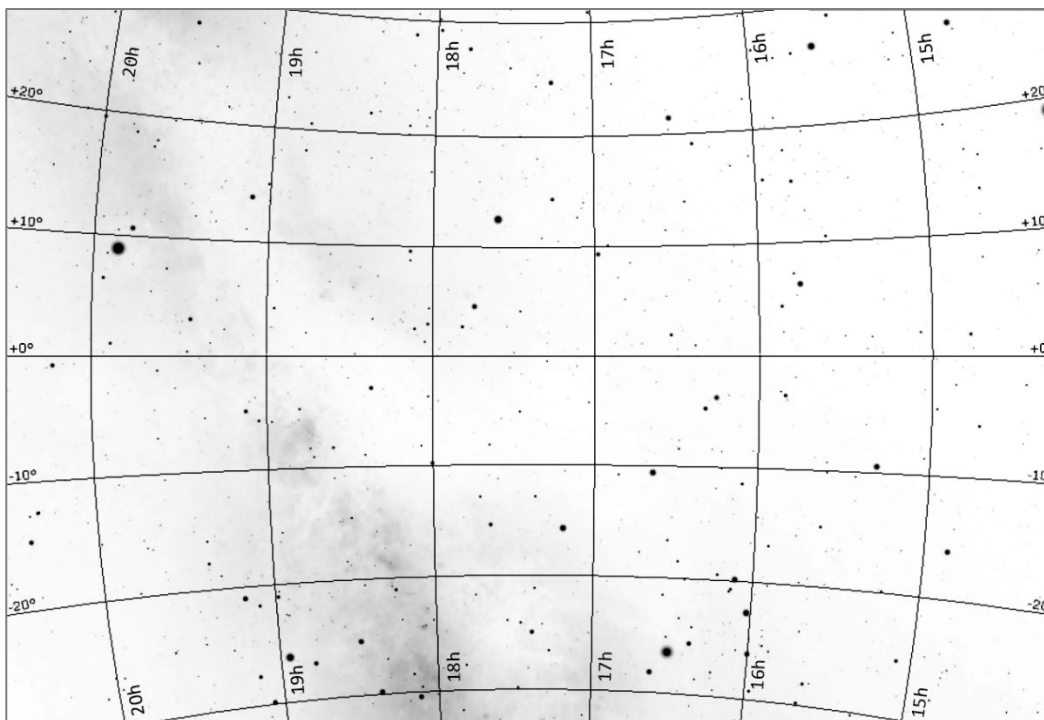
Давайте допустим, что большинство спутников будут выведены на высоты около 550 км над земной поверхностью (пока все выведенные аппараты находятся как раз на этой высоте) и допустим, что в любой момент времени все спутники будут распределены равномерно вокруг земного шара (в реальности в околополярных 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).

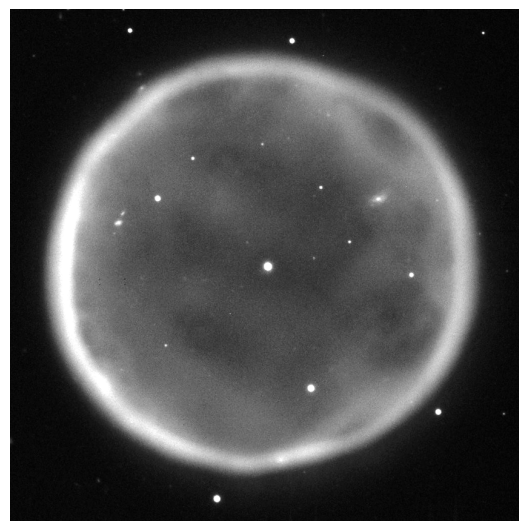


- ③ Сириус – наша звезда-соседка. Его прямое восхождение составляет $\alpha = 06^h 45^m$, склонение $\delta = -16^\circ 43'$, параллакс $\pi = 0,379''$, собственное движение $\mu = 1,33''/\text{год}$. Известно, что это двойная звезда – у Сириуса есть спутник, называемый Сириусом В. Спутник представляет 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 $24,4^m$).



- а) 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.

