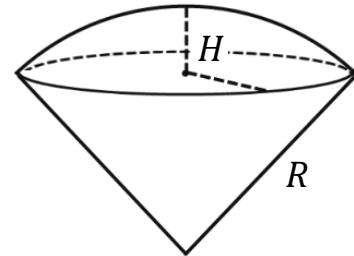


## Теоретический тур

1. Международная космическая станция (МКС) летает по практически круговой орбите на высоте около 415 км над поверхностью Земли. Орбита МКС наклонена относительно экватора под углом 51,63°.

- а) Определите, какой процент земной поверхности может видеть космонавт в конкретный момент времени.
- б) Какая часть земной поверхности доступна наблюдениям с МКС вообще (т. е. в течение большого промежутка времени)?
- в) Сколько времени максимально можно наблюдать МКС над горизонтом с Земли? Рефракцией и вращением Земли пренебречь (да, мы в курсе, что это грубо).

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



2. Минчанин в день осеннего равноденствия заметил, что по часам Солнце только что зашло, на земле стало темнеть. При этом равноденствие как раз наступило в момент захода Солнца. Однако верхушка телевышки по ул. Киселева все еще оставалась освещенной солнечными лучами. Высота вышки составляет 176 м, угловым диаметром Солнца, суточным изменением уравнения времени, рефракцией и рельефом местности пренебречь. Координаты центра Минска: 53°54' с. ш., 27°33' в. д., уравнение времени на эту дату составляет  $\eta = -8$  мин.

- а) Во сколько по белорусскому времени должно было зайти Солнце для наблюдателя на земле?
- б) В какой момент времени исчез последний луч Солнца с вершины башни?
- в) В какой момент времени Солнце перестанет освещать самолеты, пролетающие ровно над башней в зените? Типичная высота эшелона пассажирского лайнера – 10 000 метров.
- г) Во сколько зайдет Солнце в этом же месте завтра? (для наблюдателя на земле)

3. 11 ноября произошло редкое астрономическое событие – Меркурий прошел по диску Солнца.

- а) В какой конфигурации был Меркурий относительно Земли в этот момент?
- б) Почему мы не наблюдаем прохождения Меркурия по диску Солнца через каждый синодический период? Синодический период Меркурия меньше земного года, но предыдущие прохождения были только в 2006 и 2016 году, а следующее можно ожидать лишь в 2032-м.
- в) Прохождения Меркурия могут наблюдаться только в мае и в ноябре. Почему?
- г) 11 ноября Меркурий прошел практически через самый центр солнечного диска. Сколько длится такое центральное прохождение? В данном пункте орбиты планет считайте круговыми и лежащими в одной плоскости, угловыми размерами Меркурия пренебрегайте.
- д) Прохождению Меркурия по диску Солнца предшествовала восточная (вечерняя) элонгация. В какой день она наблюдалась?

4. Светимость Сириуса превышает солнечную в 25 раз, а расстояние до этой звезды  $r = 2,64$  пк. На каком расстоянии от Солнца видимый блеск Солнца и Сириуса будет одинаков?

### Справочные данные

Гравитационная постоянная  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$

Сидерический период Меркурия 88 суток

Радиус орбиты Меркурия 0,384 а. е.

1 а. е. = 149,6 млн км

Радиус Солнца

696 000 км

Средний радиус Земли

6371 км

Масса Земли

$5,97 \cdot 10^{24}$  кг