

## 8 класс

### ① Резонансное затмение

Известно, что спутники Юпитера Ио, Европа и Ганимед находятся в орбитальном резонансе  $4 : 2 : 1$ . Иными словами, их периоды обращения вокруг Юпитера соотносятся как целые числа, причём период обращения Европы в 2 раза больше, чем у Ио, но в 2 раза меньше, чем у Ганимеда. Также известно, что все три спутника обращаются в одной плоскости и могут отбрасывать тень на поверхность Юпитера.

Какое минимальное и максимальное количество «двойных» (то есть происходящих одновременно) солнечных затмений, вызванных этими спутниками, может произойти на Юпитере за один оборот Ганимеда? Заметим, что «тройных» затмений при этом не бывает.

### ② Космические гонки

Анализируя спектр источника излучения, можно определить скорость его приближения или удаления относительно наблюдателя. Находясь на Земле, астроном изучает внесолнечную планетную систему — звезду с обращающейся вокруг неё экзопланетой. Орбита экзопланеты находится в плоскости орбиты Земли и видна «с ребра». Астроном обнаружил, что звезда приближается к Солнечной системе со скоростью  $15 \text{ км/с}$ , а скорость обращения экзопланеты вокруг этой звезды равна  $20 \text{ км/с}$ .

С какой максимальной скоростью экзопланета может приближаться к Земле? Удаляться от неё? Чему равна минимальная (по модулю) скорость экзопланеты относительно Земли? Земля обращается вокруг Солнца со скоростью  $30 \text{ км/с}$ .

### ③ Таинственный остров

Любитель ночных пейзажей решил сфотографировать небольшой остров в море на фоне звёздного неба. Он обнаружил, что при съёмке из точки  $A$ , ближайшей к острову точки прямого берега, Полярная звезда наблюдается в  $30^\circ$  к западу от острова. Следующей ночью наблюдатель решил сфотографировать остров с крайней точки пирса, расположенного в  $300$  метрах от точки  $A$ . Полярная звезда при этом оказалась прямо над островом. Определите расстояние от берега до острова, если известно, что пирс перпендикулярен береговой линии и имеет длину  $50$  метров.

*Словарь.* Пирс — сооружение, выступающее в акваторию водоёма и служащее для швартовки судов или в рекреационных целях (купание, рыбалка и т. п.).

**4) Удаление Бетельгейзе**

В 2007 году была получена оценка годового параллакса Бетельгейзе, равная  $6.55 \cdot 10^{-3}$  угловой секунды. В 2020 году была получена оценка, равная  $5.95 \cdot 10^{-3}$  угловой секунды. На сколько процентов бóльшим получается расстояние до Бетельгейзе по данным 2020 года по сравнению с 2007 годом?

Заметим: различие оценок не связано с собственным движением Бетельгейзе в пространстве, а только с погрешностью измерения параллакса. Какая пространственная скорость соответствовала бы такому перемещению, будь оно реальным?

**5) Планета в глазури**

Представим планету-гигант моделью из трех слоёв: вокруг плотного ядра расположен менее плотный твёрдый слой, выше которого находится атмосфера. В таблице приведены границы слоёв в процентах радиуса планеты и средние плотности вещества этих слоёв. Определите среднюю плотность планеты.

Граничное расстояние от центра, % радиуса	25	85	100
Плотность, г/см <sup>3</sup>	8.0	2.0	0.4

**6) Провал века**

На рис. 1 (страница 3) представлена кривая блеска — зависимость блеска некоторой звезды от времени. На графике отчётливо видны моменты кратковременного падения блеска, вызванного прохождением экзопланеты по диску звезды.

- Определите период обращения этой экзопланеты вокруг звезды.
- Во сколько раз радиус звезды больше радиуса экзопланеты? Считайте прохождение центральным.
- Как называются такие планеты?

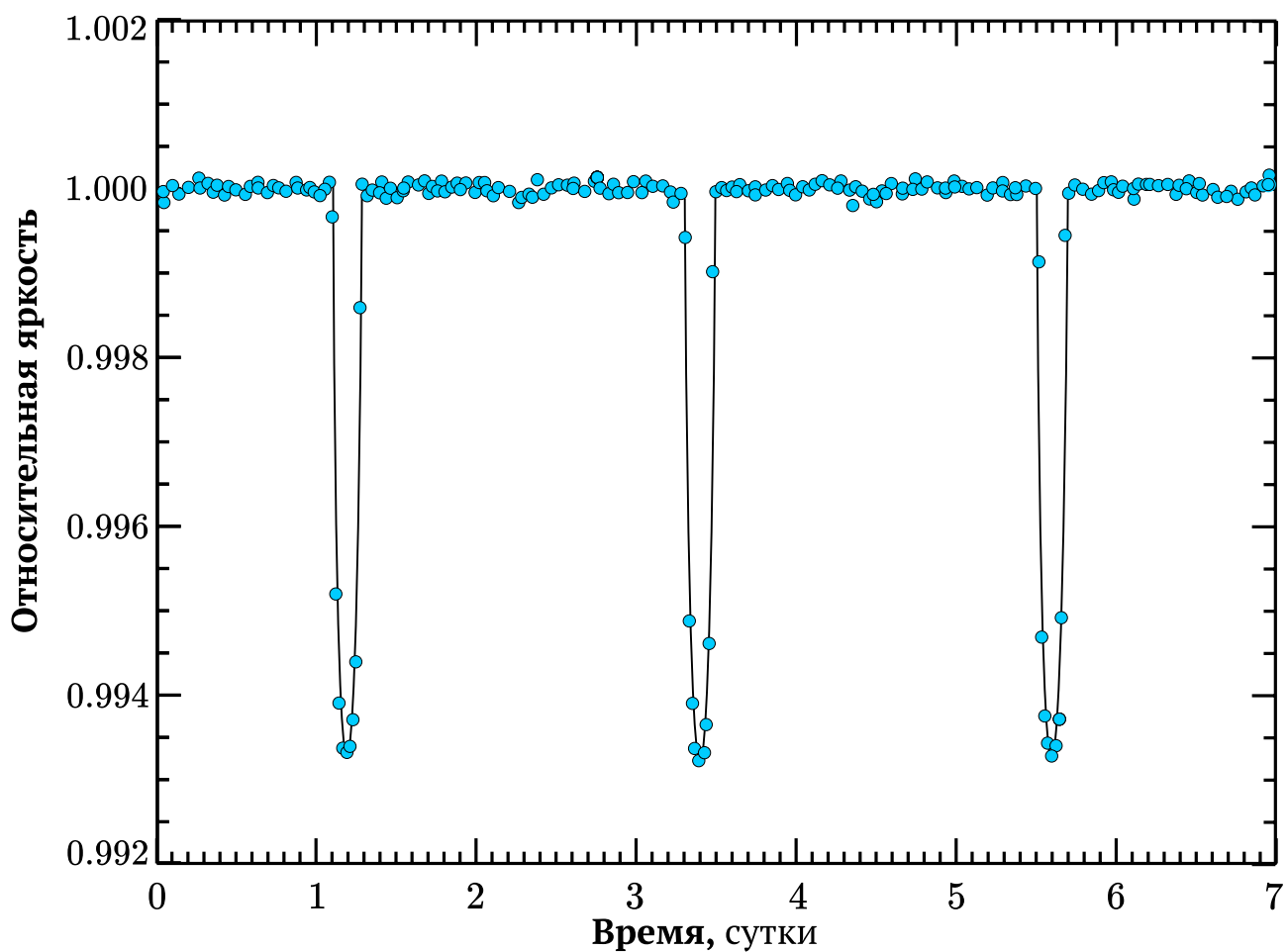


Рис. 1: Кривая блеска к задаче 8.6