

7 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 10 км/с , а скорость обращения экзопланеты вокруг этой звезды равна 20 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 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 45° 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 **Тяжёлая вода**

Внесолнечная планета Kepler-62 e, обнаруженная у звезды Kepler-62 в созвездии Лиры, считается возможной планетой-океаном. Масса планеты равна 4.5 массам Земли, радиус составляет 1.6 радиуса Земли. Во сколько раз средняя плотность планеты больше плотности воды? Средняя плотность Земли составляет 5.5 г/см^3 .

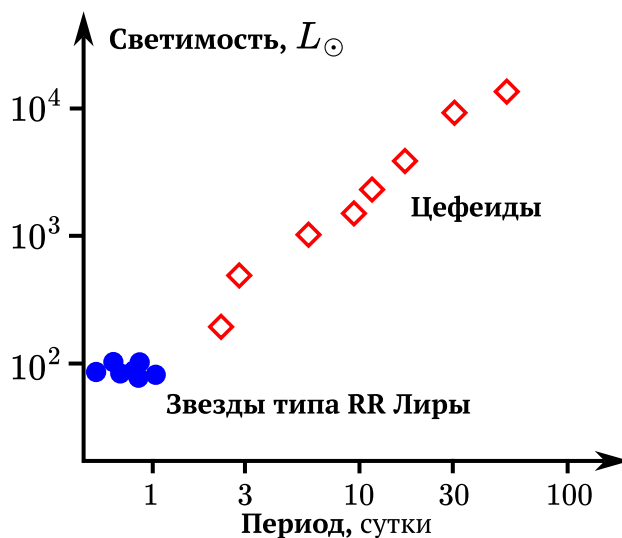
⑤ **Глизе не ответит**

В далёком будущем исследователи космоса высаживаются на поверхность планеты Gliese 581 c, обращающейся вокруг звезды Gliese 581 на расстоянии 0.07 а. е. Радиус звезды составляет 0.3 радиуса Солнца. Каким будет видимый угловой диаметр звезды при наблюдении с планеты?

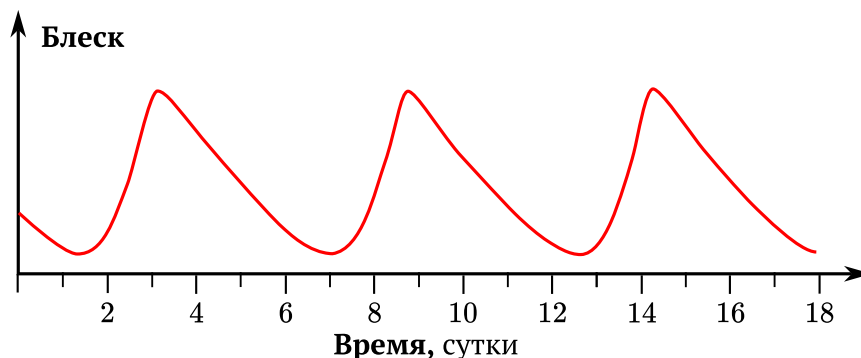
⑥ **Ветер перемен**

Некоторые звёзды периодически изменяют свой блеск, причём период колебаний может быть напрямую связан со средней светимостью звезды (количеством энергии, которую звезда излучает за единицу времени).

На рисунке справа представлена зависимость «период — светимость» для двух типов переменных звёзд. Светимость выражена в светимостях Солнца L_{\odot} .



Вам также дана кривая блеска (рис. ниже) — зависимость блеска некоторой звезды от времени. Определите период изменения блеска этой звезды. К какому из двух типов переменных она принадлежит? Объясните свой выбор.



Решения заданий будут опубликованы на сайте struve.astroedu.ru.

Справочные данные

Некоторые основные физические и астрономические постоянные

| | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Гравитационная постоянная | $G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$ |
| Скорость света в вакууме | $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ |
| Масса протона | $m_p = 1.673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ |
| Масса электрона | $m_e = 9.109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ |
| Астрономическая единица | $1 \text{ а. е.} = 1.496 \cdot 10^{11} \text{ м}$ |
| Парсек | $1 \text{ пк} = 206\,265 \text{ а. е.} = 3.086 \cdot 10^{16} \text{ м}$ |

Данные о Солнце, Земле и Луне

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Светимость Солнца | $L_{\odot} = 3.88 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$ |
| Видимая звёздная величина Солнца | $m_{\odot} = -26.8^{\text{m}}$ |
| Эффективная температура Солнца | $T_{\odot, \text{eff}} = 5.8 \cdot 10^3 \text{ К}$ |
| Поток энергии на расстоянии Земли | $E_{\odot} = 1.4 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2$ |
| Тропический год | $= 365.24219 \text{ сут.}$ |
| Средняя орбитальная скорость | $= 29.8 \text{ км/с}$ |
| Звёздные сутки | $= 23 \text{ ч } 56 \text{ мин } 04 \text{ с}$ |
| Наклон экватора к эклиптике | $\varepsilon = 23.44^{\circ}$ |
| Сидерический месяц | $= 27.32 \text{ сут.}$ |
| Синодический месяц | $= 29.53 \text{ сут.}$ |
| Видимая звёздная величина полной Луны | $m_{\zeta} = -12.7^{\text{m}}$ |

Характеристики Солнца, планет Солнечной системы и Луны

| | Радиус орбиты, а. е. | Орбитальный период | Масса, кг | Радиус, 10^3 км | Осевой период |
|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|------------------|
| ☉ Солнце | | | $1.989 \cdot 10^{30}$ | 697 | 25.38 сут. |
| ☿ Меркурий | 0.3871 | 87.97 сут. | $3.302 \cdot 10^{23}$ | 2.44 | 58.65 сут. |
| ♀ Венера | 0.7233 | 224.70 сут. | $4.869 \cdot 10^{24}$ | 6.05 | 243.02 сут. |
| ♁ Земля | 1.0000 | 365.26 сут. | $5.974 \cdot 10^{24}$ | 6.37 | 23.93 ч |
| ☾ ↔ Луна | 0.0026 | 27.32 сут. | $7.348 \cdot 10^{22}$ | 1.74 | <i>синхр.</i> |
| ♂ Марс | 1.5237 | 686.98 сут. | $6.419 \cdot 10^{23}$ | 3.40 | 24.62 ч |
| ♃ Юпитер | 5.2028 | 11.862 лет | $1.899 \cdot 10^{27}$ | 71.5 | 9.92 ч |
| ♄ Сатурн | 9.5388 | 29.458 лет | $5.685 \cdot 10^{26}$ | 60.3 | 10.66 ч |
| ♅ Уран | 19.1914 | 84.01 лет | $8.683 \cdot 10^{25}$ | 25.6 | 17.24 ч |
| ♆ Нептун | 30.0611 | 164.79 лет | $1.024 \cdot 10^{26}$ | 24.7 | 16.11 ч |