

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по астрономии
2018/19 учебный год**

10 класс

Дорогой друг! Желаем успеха!
Задания

№1. Черные дыры разрывают звезды. Оцените массу M черной дыры (ЧД), гравитация которой будет разрывать звезды вблизи ее горизонта событий. Данные о разрываемых звездах: $M_{зв} = 2 \cdot 10^{30}$ кг; $R_{зв} = 7 \cdot 10^8$ м. Массу ЧД выразите в единицах солнечной массы. Гравитационная постоянная: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (Н·м²/кг²). Масса Солнца: $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ кг. Скорость света в вакууме: $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

№2. Предельная масса звезды с термоядерным источником энергии. На основе общего соотношения «светимость-масса» $\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{M}{M_{\odot}}\right)^n$ выясните, какой может быть масса звезды с термоядерным источником энергии при $n = 3$. Критическая (эддингтоновская) светимость звезды определяется формулой

$$L_{кр} = 3 \cdot 10^4 L_{\odot} \left(\frac{M}{M_{\odot}}\right) \text{ эрг/с, где } M - \text{масса звезды.}$$

№3. Предел Оппенгеймера-Волкова (1939г). Нейтронная звезда удерживается от гравитационного коллапса давлением вырожденного нейтронного газа. В предельном (ультрарелятивистском) случае давление P_n нейтронного газа можно оценить по формуле $P_n \approx \hbar c n^{4/3}$, где $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с - постоянная Планка; $c = 3,0 \cdot 10^8$ м/с - скорость света в вакууме; n - концентрация нейтронов. Оцените максимальную массу нейтронной звезды (в единицах солнечной массы $M = 2,0 \cdot 10^{30}$ кг). Масса нейтрона $m_n \approx 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ (Нм²/кг²).

№4. Вокруг Луны.

Космический корабль движется вокруг Луны по эллиптической орбите с максимальным удалением от поверхности Луны (в апоселении) $h_A = 312$ км и минимальным удалением (периселении) $h_P = 112$ км. 1). На сколько надо изменить скорость корабля, чтобы перевести его на круговую орбиту с высотой полета $h_P = 112$ км над поверхностью Луны, если двигатель включался на короткое время, когда корабль находился в периселении? Данные о Луне: $M = 7,35 \cdot 10^{22}$ кг; $R = 1740$ км. 2). Сколько топлива будет израсходовано в таком маневре? Масса корабля на круговой орбите $m_0 = 20$ т. Скорость истечения газа из сопла двигателя равна $u = 4$ км/с относительно корабля.

№5. Покрытие звезд Луной. Во время астрономо-геодезических работ, проводившихся в Туркестане, капитан Генерального штаба Гедеонов наблюдал 29 сентября 1884 г. в урочище Чарбек покрытия звезд β Capricorni в $22^h 22^m 47^s,48$ и $22^h 29^m 10^s,16$ соответственно. Одновременно те же покрытия были наблюдаемы подполковником Залесским в Ташкентской обсерватории в

$21^{\text{h}}55^{\text{m}}19^{\text{s}},11$ и $22^{\text{h}}1^{\text{m}}44^{\text{s}},43$ соответственно. Определите разницу долгот между этими пунктами. Выразите ее в градусной мере. Какой из них находится западнее, а какой восточнее?

№ 6. Гонки карликовых планет. Период обращения карликовой планеты Цереры составляет 4,6 лет, а Титана – 16 дней. Какая из планет пройдет большее расстояние по своей орбите за одни земные сутки? Массу Сатурна считать равной $5,68 \cdot 10^{26}$ кг.