

Подборка задач по астрономии для подготовки к региону

Продолжаем серию листочков для самостоятельной подготовки к региональному этапу. По каждой теме вам будет предложено решить от 8 до 15 задач. В конце каждой подборки будут ответы, указания или подсказки.

Лучший способ качественно подготовиться к олимпиадам и глубоко разобраться в темах, это решать тематические подборки. А вот проверять Ваши знания я рекомендую на заданиях прошедших олимпиад.

Часть I

4.2 Двойные звезды

1. Двойная звезда эpsilon Гидры имеет период обращения 15.3 года, параллакс $0.02''$ и угловой размер большой полуоси $0.23''$. Найдите линейные размеры системы и массу компонент.

2. Расстояние между компонентами системы 19 а.е., период 55 лет, отношение масс 2.6. Найдите массу более тяжелой звезды.

3. Определите массы компонент следующих затменно-переменных звезд. Орбиты звезд считайте круговыми.

Звезда	Скорости компонент	Период переменности
β Персея	44 и 220 км/с	2.867 дня
U Змееносца	180 и 205 км/с	1.677 дня
WW Возничего	117 и 122 км/с	2.525 дня
U Цефея	120 и 200 км/с	2.493 дня

4. Двойная звезда состоит из одинаковых компонент, обращающихся по круговой орбите вокруг общего центра масс. Система является затменной переменной, а линия водорода H_α (6563А) каждые 5 лет сначала раздваивается на 1.0А, а потом вновь сливается воедино. Чему равно расстояние между звездами? (Рег-2011)

5. При наблюдении спектрально двойной звезды линия H_α было обнаружено периодического расщепление на две не симметричные компоненты 0.9 А и 0.2 А. Максимальное расщепление линий повторяется каждый 9 месяцев. Определите массы звезд и большую полуось орбиты системы. (ВИ)

6. Двойная система из звезд солнечного типа имеет параллакс $0.1''$. При центральном покрытии Луной, видимом в зените с экватора Земли, звезды скрылись за лунным лимбом с интервалом 1 секунда. Найдите минимальный период обращения звезд в системе. Наклоном орбиты Луны к экватору и ее эксцентриситетом пренебречь. (Всеросс-2018)

7. На рисунке 1 изображена видимая орбита спутника двойной системы относительно главного компонента и положение круга склонений, проходящего через главную звезду. Определить графически позиционный угол большой полуоси проекции на небесную сферу. (ВВ)

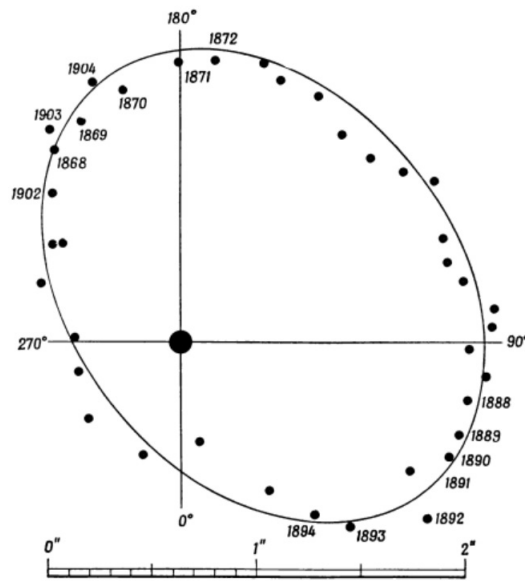


Рис. 1: Фотография к задаче №7

8. Перед вами график лучевой скорости двойной звезды. Определите массу, компактного невидимого компонента, если масса видимого компонента, у которого измеряли лучевую скорость, составляет $0.5M_{\odot}$. К какому типу объектов может относиться невидимый компонент?

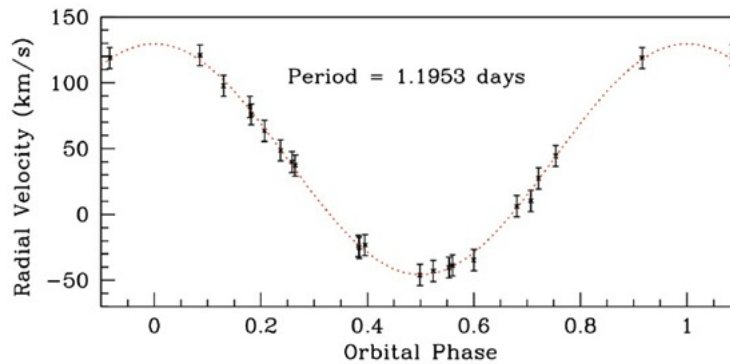


Рис. 2: График к задаче №8

9. Двойная система состоит из двух звезд, вращающихся вокруг центра масс по круговым орбитам с орбитальным периодом 10 дней. Первая звезда наблюдается в видимом диапазоне и у нее измерено при помощи доплеровского смещения скорость орбитального движения 20 км/с. Вторая звезда рентгеновский пульсар. Она имеет радиус орбиты вокруг центра масс $3 \cdot 10^{10}$ м. Определите радиус орбиты визуальной звезды и расстояние между компонентами. Определите сумму масс и массу каждой компоненты. (ВИ)

10. Систему 32 Волос Вероники (32 Comae) образуют две звезды класса F5, $m_A = m_B = 5,22^m$. Наклонение орбиты принимается равным 90° . Фактически оно отличается от 90° , так как затмения в этой системе не наблюдаются. Найти наименьшее

значение угла $90^\circ - i$, исходя из того, что большая полуось орбиты в этой системе равна $0.66''$, параллакс $0.057''$, а спектры компонент F5V. В уточнение полученных результатов учесть дополнительно, что орбита этой пары эксцентрична, $e = 0.37$, а линия апсид приблизительно направлена на Землю. Найти также, как долго длилось бы затмение, если бы было точно $i = 90^\circ$. Период 26 лет. (Мартынов)

11. Угловой размер звезды блеском 4.7 составляет $0.004''$. Спектроскопические наблюдения этой звезды показывают, что линия натрия с длиной волны 5890 \AA имеет две компоненты: яркую и слабую. Длина волны слабой компоненты меняется синусоидально с амплитудой 0.6 \AA и периодом 30 лет, причем один раз за этот период слабая линия исчезает на 230 дней. Оцените расстояние до звезды, ее массу и температуру поверхности. К какому типу звезд она относится?

1 Экзопланеты

12. Астроном наблюдал прохождение экзопланеты по диску звезды. Длительность транзита 180 минут. Период обращения экзопланеты 84 часа. Померив доплеровское смещение линий, астроном посчитал, что разница между лучевыми скоростями в начале и в конце прохождения составляет 30 км/с . Найдите радиус и массу звезды, а также радиус орбиты экзопланеты. (ИОАА)

13. Астрономы наблюдали далекую звезду, физически похожую на Солнце, и зафиксировали падение ее яркости на 0.1% в течение 5 часов, вызванное прохождением по ее диску планеты. Найдите расстояние между планетой и звездой, считая орбиту планеты круговой. Определите размер планеты, считая, что она прошла по центру диска звезды. На какую планету Солнечной системы похожа эта далекая планета по размерам? (Рег-2015)

14. У звезды 12^m спектрального класса $G2V$ обнаружили колебания блеска с периодом 10 лет, вызванные прохождением планеты по ее диску – в полосе V глубина составила 1.500% по яркости, а в линии H_α – 1.520% по яркости. Оцените размеры планеты и высоту ее атмосферы, считая атмосферу состоящей из атомарного водорода и непрозрачной в линии H_α , а орбиту планеты – круговой, лежащей на луче зрения. Определите максимальное угловое расстояние между планетой и звездой. (Рег-2018, А. Татарников)

2 Дополнительные усложненные задачи

15. Орбитальный период двойной звезды, в которой происходит перетекание вещества с одного компонента системы на другой, составляет 2.5 суток, причем известно, что за последние 100 лет этот период увеличился на 20 секунд. Массы компонентов составляют 3 и 5 масс Солнца. Оцените темп аккреции в системе – массу вещества, перетекающую с одного компонента на другой, за год. Какой из компонентов отдает вещество, а какой – получает? (СПБАО, П. Тараканов)

Часть II

Ответы и решения

1. $11.5 \text{ а.е.}, 6.5M_{\odot}$ 2. $1.637M_{\odot}$ 3. $4.6M_{\odot}$ и $0.9M_{\odot}$; $5.2M_{\odot}$ и $4.6M_{\odot}$; $1.8M_{\odot}$ и $1.8M_{\odot}$; $5.3M_{\odot}$ и $3.2M_{\odot}$ 4. 15.4 а.е. 5. $2.5 \text{ а.е.}, M_1 = 5.73M_{\odot}, M_2 = 1.27M_{\odot}$
6. $T_{\min} \approx 1.3 \text{ года}$. Важно учесть, что орбита двойных звезд зачастую эллиптическая. И минимальный период будет при максимально возможном эксцентриситете. 7. Около 85° . Большая полуось орбиты проходит через главную звезду, а центр видимого эллипса совпадает с центром истинного эллипса. 8. $0.42M_{\odot}$. Это белый карлик. 9. $M_{\text{sum}} = 13.9M_{\odot}, M_p = 1.17M_{\odot}, M_{vc} = 12.73M_{\odot}$ 10. $90 - i = 89^\circ 56'$. Длительность затмений в апоцентре и перицентре $t_a = 76^h, t_p = 35^h$ 11. $r = 1 \text{ кпк}, T = 2\,700 \text{ К}, M = 30M_{\odot}$ 12. $a = 6.5 \cdot 10^6 \text{ км}, R = 720\,000 \text{ км}, M = 0.9M_{\odot}$ 13. $R = 0.03R_{\odot} \approx 22\,000 \text{ км}, v_{orb} = 80 \text{ км/с}, d = 0.15 \text{ а.е.}$ 14. $0.02''$ 15. Для решения нужно воспользоваться законом сохранения момента импульса. $\Delta M = -2.5 \cdot 10^{-6}M_{\odot}$. Перетекание происходит с менее массивной на более массивную звезду.

©Игнатьев В.Б., Долгопрудный, 2021