

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 11 класс

Задания 1-4

1. Земной наблюдатель видит, что угловое удаление Венеры и Марса от Солнца одинаково и больше нуля. В тот же момент на Марсе можно наблюдать верхнее соединение Венеры с Солнцем. Определите угловое удаление Венеры от Солнца для земного наблюдателя. Орбиты всех планет считать круговыми и лежащими в плоскости эклиптики. Определите минимально возможное время, за которое одна из планет окажется на одной линии с Солнцем для земного наблюдателя. Рассмотрите все возможные варианты и конфигурации. Сопроводите решение подробным чертежом.

2. Координаты звезды  $\alpha_0 = 6^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ ,  $\delta_0 = 23.5^\circ$ . Расстояние до звезды  $r_0 = 20$  пк. У звезды имеется собственное движение  $\mu_\alpha = 0''/\text{год}$  и  $\mu_\delta = 0.74''/\text{год}$ . Лучевая скорость звезды  $v_r = -39$  км/с. Определите:

- Координаты звезды, когда она удалится от нас на бесконечность
- Время, за которое звезда окажется в текущем полюсе мира
- Координаты звезды в момент минимального сближения

Прецессию земной оси и движение звезд внутри галактики не учитывать.

3. **Условие.** Повторная новая RS Змееносца в 2021 году наблюдалась во всех спектральных диапазонах, в том числе и в гамма-диапазоне. В первые 2 дня поток фотонов от новой составлял  $2.4 \cdot 10^{-6}$  фотонов  $\cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$  для фотонов с энергией 100 МэВ. Определите светимость от повторной новой для фотонов с такой энергией, если расстояние до объекта 1.6 кпк. Определите светимость в оптическом диапазоне, если в максимуме блеска видимая звездная величина составляла  $4.8^{\text{m}}$ . Сравните со светимостью на 100 МэВ. Межзвездным поглощением и поглощением в атмосфере Земли пренебречь. Поток солнечной энергии на Земле в видимом диапазоне равен  $600 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . Абсолютная звездная величина Солнца в видимом диапазоне равна  $4.79^{\text{m}}$ .

4. В далекой звездной системе по круговой орбите вокруг звезды главной последовательности массой  $1.5 M_\odot$  обращается планета – копия Земли по размерам. Сходство дополняется тем, что планета получает от звезды ровно столько же энергии, сколько Земля получает от Солнца. Вокруг планеты обращается спутник–копия Луны по размерам, только наклон орбиты спутника равен  $0^\circ$ , а период обращения составляет 50 земных суток. Определите период смены фаз спутника для наблюдателя на планете.

Задания 5 и 6 – на следующих листах

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 11 класс

Задание 5

5. 26 сентября 2022 года Юпитер оказался в «великом» (ближайшем к Солнцу и Земле) противостоянии и подошел к Земле на рекордно малое расстояние за последние 59 лет – 591.3 млн км. Это уникальный шанс для получения наиболее детальных фотографий атмосферы планеты. Астроном-любитель решил снять планету с помощью телескопа с диаметром объектива  $D_T = 150$  мм и относительным отверстием, равным 1:5, используя трехкратную линзу Барлоу (ЛБ, увеличивающую эффективное фокусное расстояние в 3 раза) и астрокамеру с размером пикселя матрицы  $2.4 \times 2.4$  мкм. Считать, что Юпитер обращается вокруг Солнца в плоскости эклиптики.

Определите:

- а) масштаб (в угловых секундах на пиксель) и предел разрешающей способности оптической системы «телескоп-камера» (для длины волны  $\lambda = 555$  нм. Следует полагать, что величина атмосферных искажений во время наблюдения не меньше  $1.5''$ );
- б) максимальную допустимую выдержку для одного кадра видеоролика, на котором еще не будет размытия изображения планеты в результате суточного движения Земли (при неподвижной трубе телескопа);
- в) оптимальные размеры одного кадра для съемки Юпитера с использованием ЛБ из возможных форматов ( $1936 \times 1096$ ,  $1280 \times 960$ ,  $640 \times 480$ ,  $968 \times 548$ ,  $320 \times 240$  пикселей), с целью минимизации размера файла;
- г) максимальную продолжительность видеоролика, из кадров которого еще можно собрать изображение планеты без размытия деталей, обусловленного суточным вращением Юпитера. Следует полагать, что съемка видеоролика осуществляется в режиме точного ведения трубы телескопа на роботизированной монтировке за Юпитером, компенсирующего суточное вращение Земли.

Задание 6 – на следующем листе

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 11 класс

Задание 6

6. В романе Александра Дюма «Граф Монте-Кристо» Эдмон Дантес четырнадцать лет просидел в одной темнице в Замке Иф (на схеме темница под номером 4) высотой 3 метра. В этой камере для света было только маленькое окошко-бойница, размером 70 см в высоту и 20 см в ширину, которое сужается к внешней части стены до высоты 30 см и ширины 10 см. Окно находится ровно посередине внешней стены под самым потолком, оно симметрично по ширине, верхняя грань окна строго горизонтальная. В определенный момент Эдмон, чтобы не сойти с ума, начал наблюдать за звездами из окна. Оцените, сколько всего звезд на небе мог наблюдать Эдмон из своей камеры. Дантес имел рост 180 см и был настолько истощен, что прыгать или подтягиваться он не мог. Толщина внешних стен Замка Иф 1.5 м. Считайте распределение звезд по небу равномерным, Эдмон Дантес может видеть звезды до  $6^m$ . Широта Замка Иф –  $43^\circ$  с. ш.

