XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Региональный этап. 9 класс
Задания 1-5

1. Самолёт летит на высоте 10400 м. В местный полдень 21 июня самолёт пересёк параллель +50°. В это время под ним оказался плотный ровный слой облаков с высотой 2800 м и ниже. На каком расстоянии (линейном) от проекции надира на облаках будет видна тень самолета? В каком направлении (север, юг, запад, восток) относительно точки надира на облаках она будет находиться? Какова была угловая высота Солнца в этот момент?

2. На поверхности Солнца появилось стационарное экваториальное пятно. Для его изучения был запущен на орбиту вокруг Солнца космический аппарат так, чтобы он находился постоянно над этим пятном. В силу конструкции аппарата передавать данные он может только в противоположную от точки наблюдения сторону, а угол поля зрения (диаграмма направленности) антенны составляет $\theta = 3°$. С каким промежутком времени и как долго на Земле можно будет принимать сигнал от этого спутника? Орбиты аппарата и Земли считать круговыми. Плоскость орбиты Земли считать совпадающей с плоскостью экватора Солнца и плоскостью орбиты аппарата. Период осевого вращения Солнца составляет 24.47 суток.

3. В момент наибольшей восточной квадратуры для земного наблюдателя лучевая скорость астероида составила +20 км/с. Определите радиус орбиты астероида, считая её круговой и лежащей в плоскости эклиптики. Направления вращения Земли и астероида совпадают.

4. Обнаружена планетная система у звезды радиусом $R = 2R_0$, которая имеет три планеты, расположенные близко к родительской звезде: горячий нептун и два горячих юпитера ($R_1 = 2\,R_{ю}$, $R_2 = 1.4R_{ю}$, $R_3 = 1.5R_{н}$). Найдите максимальное падение блеска в звёздных величинах этой системы для наблюдателя, находящегося достаточно далеко от системы в плоскости орбит планет этой системы. Потемнением диска звезды к краю пренебречь. R_0 – радиус Солнца, $R_{ю}$ – радиус Юпитера и $R_{н}$ – радиус Нептуна.

5. Условие. В телескоп с диаметром 20 см и фокусным расстоянием 1000 мм фотографируют Марс в момент великого противостояния (расстояние между Марсом и Землей 0.38 а.е.) на ПЗС-матрицу с размером пикселя 5 мкм. Сколько пикселей занимает Марс? Сколько фотонов будет в каждом пикселе при выдержке 1/200 секунды?

Считайте, что от звезды нулевой звёздной величины приходит 10^6 фотонов за 1 секунду на 1 см^2. Звёздная величина Марса во время великих противостояний -2.9^m.

Задание 6 – на следующем листе

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 9 класс

Задание 6

6. Условие. В серии книг «Космоолухи» цивилизация нашла способ сильно сократить время перемещения по Вселенной. Космические корабли могут совершить прыжок в пространстве очень быстро на любое расстояние до 0.5 кпк. Главные герои занимаются грузоперевозками. В какой-то момент они стартуют с Земли и имеют заказы к планетам или астероидам около звезд: Алькор, Звезды Людвига и α Малой Медведицы. Они хотят пройти кратчайшим путем, завезя все заказы и вернувшись на родную планету, Новый Бойбруйск, до Нового Года. Постройте для них трассу (порядок звезд, в котором им надо лететь) и посчитайте длину этой трассы. Вам дана вырезка из навигационного атласа XXV века.

Звезда	**Прямое восхождение**	**Склонение**	**Параллакс**
Алькор	13ч 25м	+54° 59′	0.0399″
Звезда Людвига	13ч 25м	+54° 53′	0.0109″
α Малой Медведицы	02ч 31м	+90° 00′	0.0073″
Новый Бойбруйск	01ч 25м	+73° 00′	0.0050″

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Региональный этап. 10 класс
Задания 1-4

1. В романе «Таинственный остров» путешественники, чтобы удостовериться, что они на острове, взобрались на одиночную высокую гору. Находясь на самой вершине, инженер Сайрус Смит заметил, что на закате, когда диск Солнца коснулся горизонта, подножие горы как раз скрылось в тени. Найдите из этих данных высоту горы. Рефракцию не учитывать. Решение сопроводите чертежом.

2. Координаты звезды $\alpha_0 = 6^h\,40^m$, $\delta_0 = 23.5°$. Расстояние до звезды $r_0 = 20$ пк. У звезды имеется собственное движение $\mu_\alpha = 0\,''$/год и $\mu_\delta = 0.74''$/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. Про одно из самых ярких шаровых скоплений NGC 104 или 47 Тукана сказано следующее: «Центральная часть (ядро) шарового звездного скопления имеет светимость, равную $10^{4.88} \cdot L_0$ (L_0 – светимость Солнца) на кубический парсек, и угловой радиус центральной части скопления $0.36'$.» Определите видимую звездную величину ядра шарового скопления, если расстояние до него $r_0 = 4.5$ кпк. Межзвездным поглощением пренебречь.

4. Околоземный спутник массой 99.9 кг двигался по высокой круговой орбите. В некоторый момент времени он испытал лобовое соударение с обломком космического мусора массой 0.1 кг, двигавшимся в том же направлении с вдвое меньшей скоростью, после чего продолжил движение с застрявшим обломком. Чему в % от радиуса первоначальной орбиты равна разность высот перицентра и апоцентра новой орбиты спутника?

Задания 5 и 6 – на следующих листах

XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 10 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 $D_Т = 150$ 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 2.4×2.4 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 (1936×1096, 1280×960, 640×480, 968×548, 320×240 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.

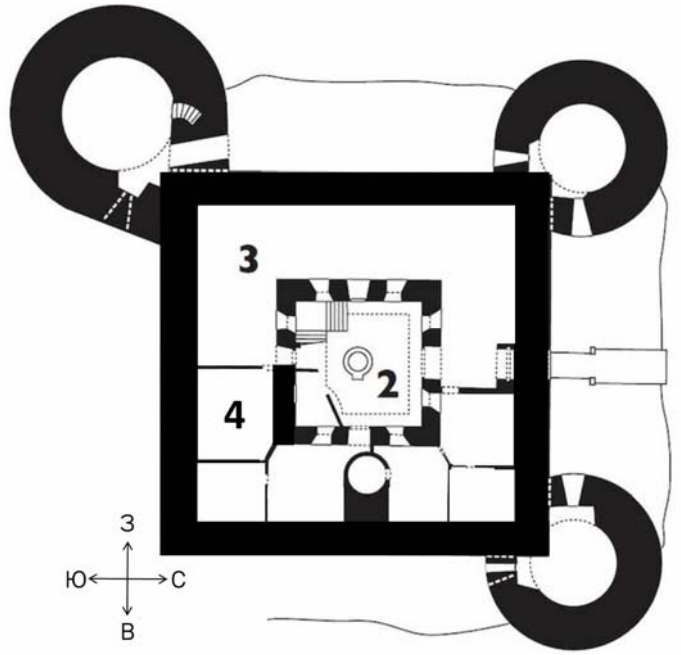
Задание 6 – на следующем листе

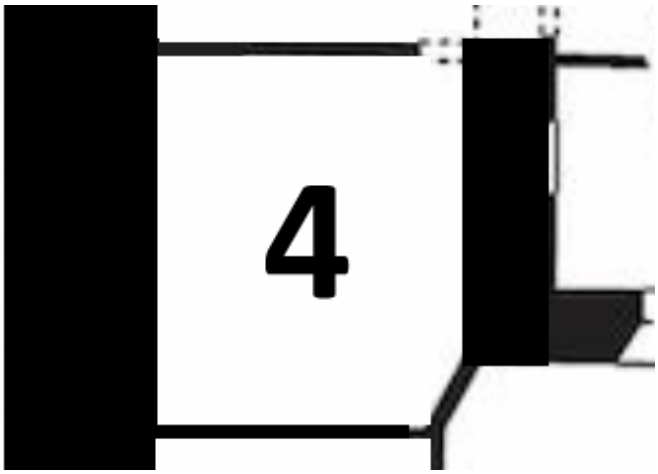
XXX Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

Региональный этап. 10 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 $-43°$ с. ш.





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 $\alpha_0 = 6^h\,40^m$, $\delta_0 = 23.5°$. Расстояние до звезды $r_0 = 20$ пк. У звезды имеется собственное движение $\mu_\alpha = 0''$/год и $\mu_\delta = 0.74''$/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$\cdot$с$^{-1}\cdot$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^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 Вт/м^2. Абсолютная звездная величина Солнца в видимом диапазоне равна 4.79^m.

4. В далекой звездной системе по круговой орбите вокруг звезды главной последовательности массой $1.5\,M_0$ 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^o, 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 $D_Т$ = 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 2.4×2.4 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 λ = 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 (1936×1096, 1280×960, 640×480, 968×548, 320×240 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 $-43°$ с. ш.

