10 класс

Решения заданий обязательно перенесите в бланки ответов.
Решения в черновиках не оцениваются.
В начале решения задания указывайте его номер.
Время выполнения 150 минут. Максимум 48 баллов.

Задача 1. Далекая радуга (8 баллов)

Мы привыкли видеть радугу как дугу, но ее полная форма — окружность, каждая точка которой находится на угловом расстоянии $\theta = 138^{o}$ от Солнца, а центр – точно напротив Солнца. Горизонт закрывает от нас часть радуги, а иногда и всю окружность. В рамках этой задачи будем считать радугу не имеющей толщины.

А. Выберите пригодную систему астрономических координат, нарисуйте в ней и обозначьте на рисунке: Солнце, наблюдателя, центр радуги - точку S, всю окружность радуги, угол θ между Солнцем и наивысшей точкой радуги, высоты h Солнца и наивысшей точки радуги. Солнце расположите не на горизонте и предусмотрите, чтобы радуга на рисунке не превращалась в отрезок.

Б. С каких угловых высот Солнца наблюдение радуги становится невозможным?

В. На каких широтах Земли в истинный солнечный полдень дня летнего солнцестояния радугу увидеть нельзя? Рефракцией и угловыми размерами Солнца пренебрегите.

Задача 2. Звезда и ее пятна (8 баллов)

Красная звезда имеет температуру невозмущенной поверхности T_0=3000K. На поверхности звезды находится одна крупная активная область, покрытая более холодными пятнами одинаковой температуры. Площадь активной области и температура пятен за время наблюдений не меняются. Из наблюдений известно, что пятна занимают от 30% до 60% полной площади поверхности звезды. Вследствие вращения звезды вся активная область периодически оказывается то на видимой, то на противоположной стороне звезды. Наблюдения проводились достаточно долго, чтобы зарегистрировать положения с наибольшим и наименьшим возможным блеском. Разность между минимальной и максимальной наблюдаемыми звёздными величинами звезды составила $\Delta m = 0{,}45^{m}$. Считайте, что фотосфера и пятна излучают как абсолютно чёрные тела. Эффекты проекции пятен можно не учитывать.

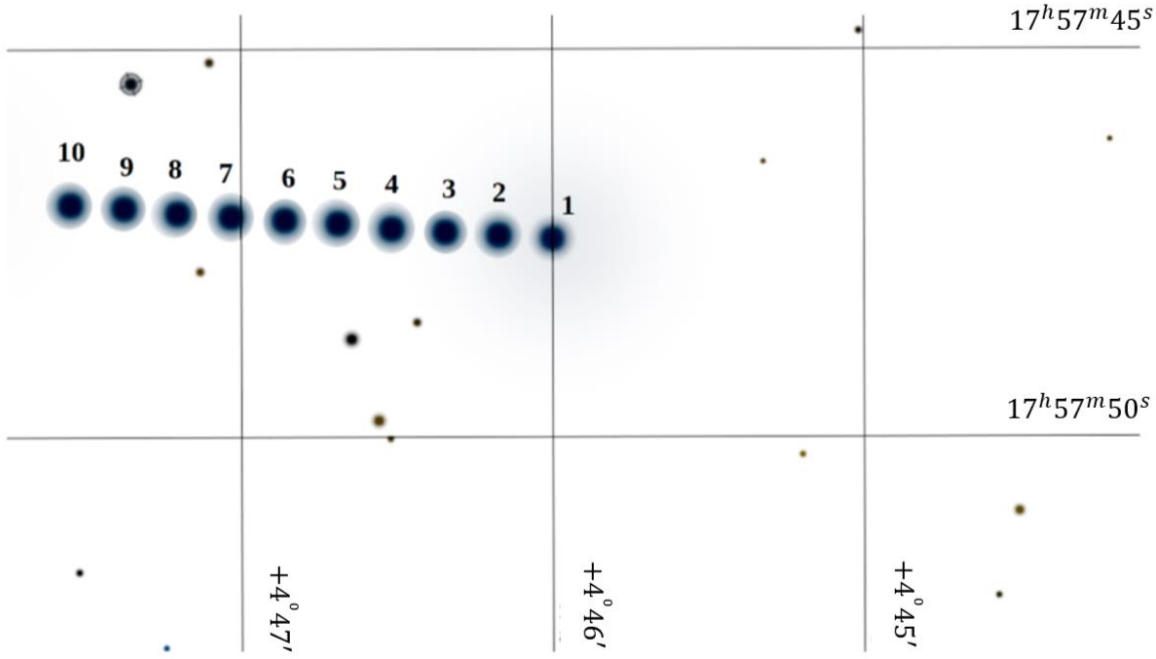
А. Найдите отношение максимального к минимальному наблюдаемым потокам излучения с поверхности звезды. Ответ округлите до сотых.

Б. При какой площади пятен (доля от всей поверхности звезды) отношение наибольшего потока к наименьшему будет максимально? Ответ обоснуйте.

В. Найдите наибольшую возможную температуру пятен. Ответ округлите до сотен кельвинов.

Задача 3. Ежегодное внимание (8 баллов)

На мозаике изображений показаны 10 положений звезды через равные промежутки времени в 1 год. В точке 1 параллакс звезды 0,546″, а лучевая скорость -110,8 км/с.



1. С какими скоростями μα и μδ изменяются экваториальные координаты звезды за год? Почему эти значения можно считать постоянными в течение времени наблюдений?
2. Чему равна пространственная скорость звезды?
3. Сколько времени должно пройти, чтобы видимая звёздная величина данной звезды уменьшилась на 1^m?

Задача 4. Прощай, полное затмение! (8 баллов)

Луна удаляется от Земли со скоростью 4см/год. Предположим, что в некоторый момент времени Луна оказалась между Землёй и Солнцем в точке, где притяжение Солнца в три раза больше земного. Заметим, что, двигаясь по спирали, Луна еще долго будет оставаться на орбите вокруг Земли.

1. На каком минимальном расстоянии от земного наблюдателя будет находиться Луна?
2. Каким будет видимый угловой диаметр Луны?
3. Какую максимальную часть Солнца Луна сможет затмить на этом расстоянии?

Задача 5. Хочу портрет! (8 баллов)

Астероид с большой полуосью орбиты a = 0,69 а.е. пытаются сфотографировать в момент наибольшего углового удаления от Солнца камерой в фокусе телескопа с фокусным расстоянием F = 15 м и диаметром объектива D = 4,8 м. Размер астероида 2R =10 км.

1. На каком расстоянии d от наблюдателя находится астероид в момент съемки?
2. Какой линейный размер l имеет изображение астероида в фокальной плоскости телескопа? Что будет представлять собой «портрет» астероида, сделанный с помощью имеющегося оборудования?
3. Какое максимальное количество пикселей займёт изображение, если размер одного пикселя $l_{\text{п}} = 1$ мкм?
   Орбиты Земли и астероида считать круговыми, лежащими в одной плоскости. Атмосферным дрожанием пренебречь.

Задача 6. Орбитальный … чайник (8 баллов)

Земные астрономы с помощью новейшего телескопа сверхвысокого разрешения смогли обнаружить в космосе объект экзотической формы, похожий на чайник, летящий по круговой орбите вокруг Солнца. В ходе расчётов орбиты этого объекта выяснилось, что его синодический период равен сидерическому.

А) Чему численно равны эти периоды?

Б) Между орбитами каких планет находится орбита такого объекта?

В) Как долго идет до наблюдателя свет, отраженный от такого объекта при максимальном приближении его к Земле?