

1. Вокруг звезды главной последовательности с радиусом 1.4 радиуса Солнца и температурой 6600 К по орбите с большой полуосью 3 а.е. и эксцентриситетом 0.3 обращается небольшая каменная планета.
 - (а) Сколько времени проходит между летним и зимним «солнцестояниями» на планете, если известно, что летнее солнцестояние в северном полушарии планеты наступает ровно в день наибольшего удаления планеты от звезды?
 - (б) На поверхности планеты горизонтально на почве на широте 55° с. ш. установили датчик, измеряющий принятую энергию излучения, с площадью приемника 0.04 м^2 . Чему равна разность показаний датчика в день летнего и зимнего солнцестояний, если известно, что экватор планеты наклонен к плоскости орбиты на 23° ?

Светимость L подобных звезд главной последовательности связана с их массами M соотношением $l \sim M^4$.

2. Согласно модели, используемой в статье K.P. Schroder, R.C. Smith (2008), через 12.17 млрд лет после своего образования Солнце достигнет наибольшего размера в течение своей эволюции. Радиус Солнца будет в 256 раз больше нынешнего, светимость станет в 2730 раз больше нынешней, а масса уменьшится на 33.2%. Считайте, что потеря массы Солнцем происходит медленно в течение всей стадии красного гиганта, а физические свойства других тел Солнечной системы при росте температуры не меняются. Определите для момента времени, описанного выше:
 - (а) Какие планеты Солнечной системы будут поглощены Солнцем?
 - (б) Найдите среднюю температуру поверхности самой горячей планеты, которая не будет поглощена Солнцем.
 - (в) Какие крупные тела Солнечной системы окажутся в зоне жизни (средняя температура от 250 до 300 К без учета парникового эффекта в атмосфере)?
3. Диск далекой спиральной галактики расположен «плашмя» по отношению к лучу зрения. Характерная величина поверхностной яркости диска спиральной галактики 20^m с квадратной секунды. Определите характерное количество звезд в 1 пк^3 диска. Межзвездным поглощением света пренебречь.
4. В Ваше распоряжение попал наземный телескоп со специальным прибором, позволяющим разрешать видимые диски далеких звезд, если их угловой диаметр не меньше $0.02''$. Какими могут быть эффективные температуры звезд, диски которых Вы сможете различить? Атмосферные помехи и межзвездное поглощение не учитывать.
5. Шаровое звездное скопление состоит из 500 тысяч одинаковых звезд со светимостью, втрое меньшей солнечной. В небе Земли оно имеет звездную величину 6.0^m и угловой диаметр $30'$. Через некоторое время шаровое скопление пролетит

сквозь диск нашей Галактики под углом 20° к его плоскости. Оцените, сколько звезд солнечного типа в результате на какое-то время окажутся внутри скопления, если сейчас они расположены в диске однородно, а блеск соседней такой звезды (α Центавра) в нашем небе равен 0^m . Толщина диска составляет 300 пк, движением звезд диска, их гравитационным взаимодействием со скоплением и межзвездным поглощением света пренебречь.

6. Ядро слабой кометы располагается в противосолнечной точке неба на расстоянии 1 а.е. от Земли, находясь при этом в перигелии своей параболической орбиты. В этот момент в ядре происходит взрыв, разбивающий его на миллион одинаковых осколков, разлетающихся во все стороны со скоростью до 10 м/с. Вскоре после взрыва комета на короткое время становится видимой на пределе в телескоп с диаметром объектива 8 см. Оцените время, в течение которого комета будет превосходить по своей поверхностной яркости фон неба (21^m с квадратной секунды).
7. Оцените число фотонов в секунду, которые попадают в наш глаз от звезды класса G2V с видимой звёздной величиной $m = 6^m$ при длине волны $\lambda = 550$ нм (V-диапазон). Предположите, что всё излучение этой звезды приходится на эту длину волны.
8. Астроном на Земле наблюдает шаровое звёздное скопление с угловым диаметром α , содержащим N звёзд, каждая из которых имеет одну и ту же абсолютную звёздную величину M_0 , и находится на расстоянии D от Земли. В то же время биолог находится в центре этого скопления.
 - (а) Какова разница между суммарными видимыми звёздными величинами всех звёзд, наблюдаемых астрономом и биологом? Считайте, что звёзды в скоплении распределены идеально равномерно, а биолог измеряет совокупную величину всего скопления.
 - (б) Каков должен быть диаметр телескопа астронома, если он хочет увидеть скопление с той же яркостью, что и биолог?
 - (с) Как будет отличаться видимая звёздная величина, наблюдаемая двумя учёными, если диаметр поля зрения биолога также равен α ?
9. Красная и оранжевая звезды составляют затменную двойную систему. Красная звезда на 0.5^m ярче оранжевой, а ее радиус в 2.6 раза больше. Определите падение блеска двойной в главном и вторичном минимуме, если затмения в системе центральные. Чему равно отношение температур звезд? Потемнением дисков звезд к краю пренебречь.
10. Перед Вами кривые блеска пяти переменных звезд (следующая страница). Соотнесите их с пятью типами переменных А-Е и поставьте соответствующие буквы на листе ответов. Известно, что каждый тип переменности представлен один раз.

А: Пульсирующая переменная горизонтальной ветви, масса – не более массы Солнца. Период пульсации – от нескольких часов до нескольких суток.

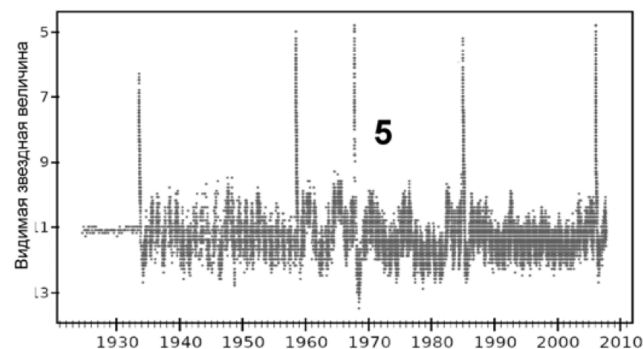
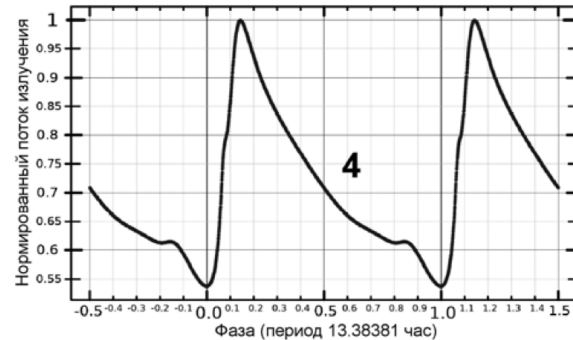
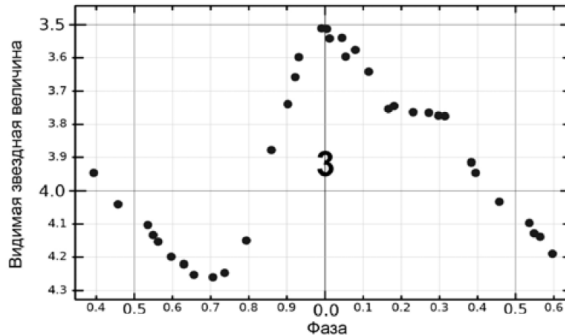
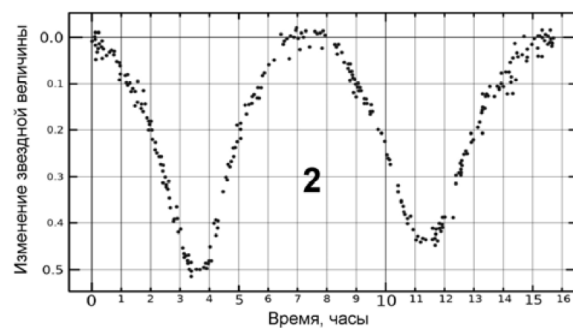
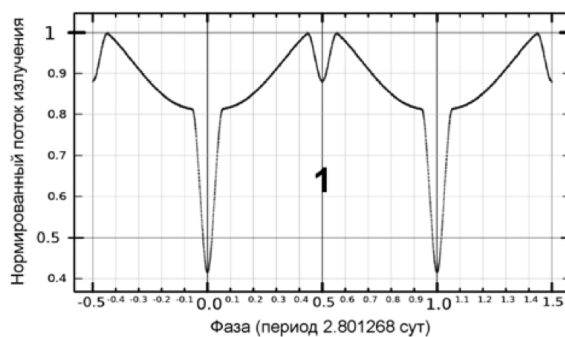
В: Два компонента образуют контактную двойную, возможно перетекание веще-

ства с одного компонента на другой. Луч зрения наблюдателя лежит в плоскости относительной орбиты звезд. Температуры компонентов практически одинаковы, возможно наличие общей оболочки.

С: Пульсирующая переменная (цефеида) первого типа звездного населения.

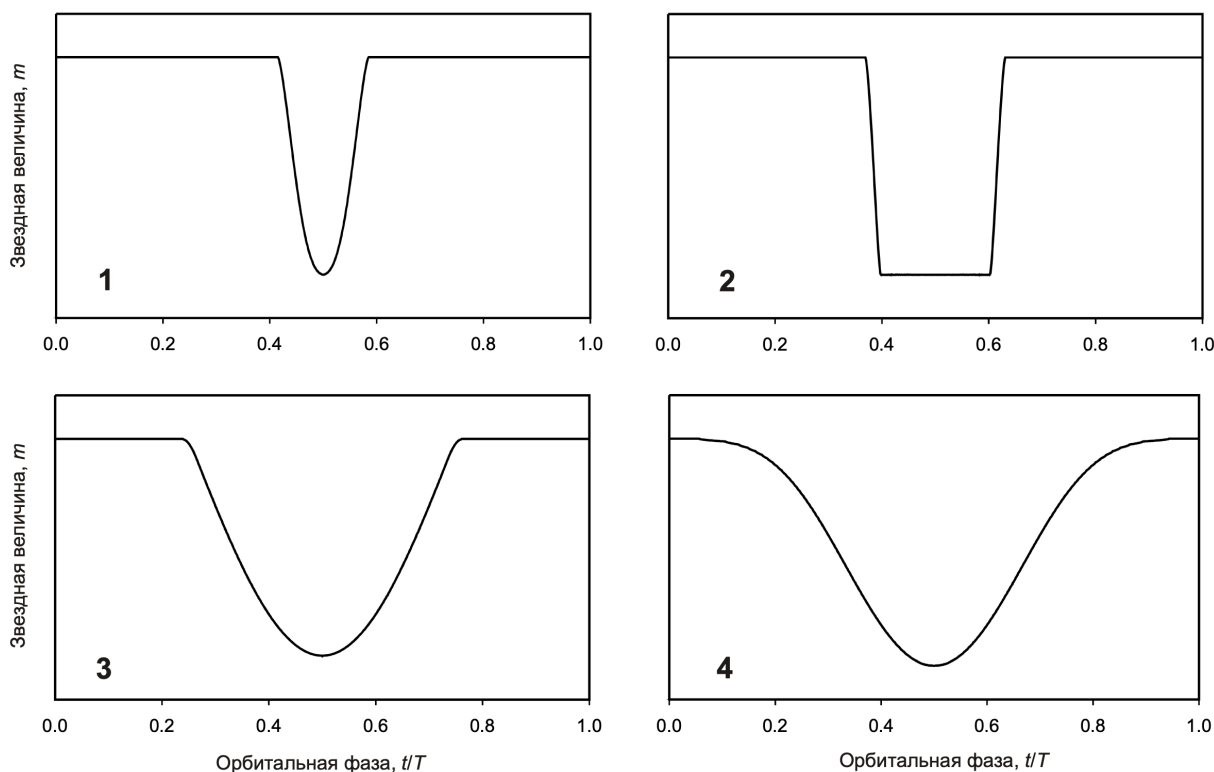
Д: Два компонента почти сферически-симметричны и отделены друг от друга. Температуры звезд заметно различаются. Луч зрения наблюдателя лежит в плоскости относительной орбиты звезд.

Е: Компонентами двойной системы являются красный гигант и массивный белый карлик. Переменность звезды вызвана аккрецией вещества на белый карлик с последующими взрывоподобными процессами.

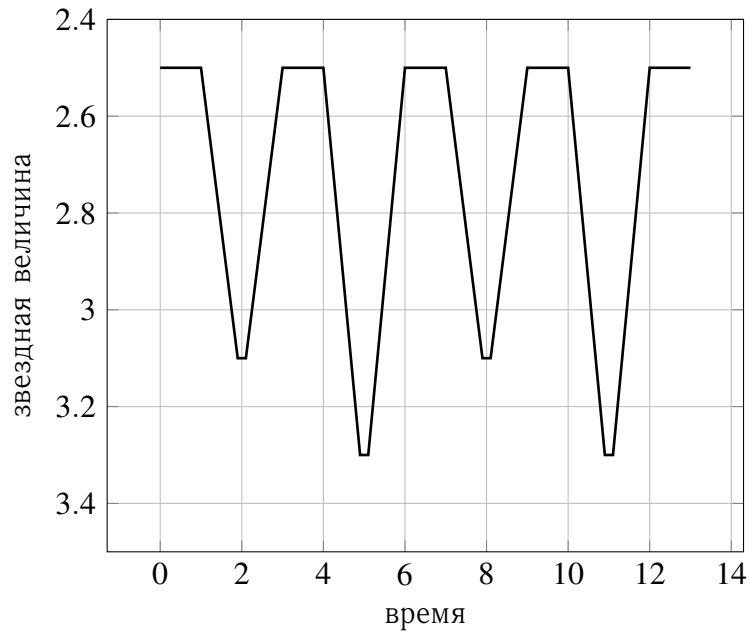


11. Перед Вами кривые блеска некоторых звезд: с пятном на экваторе (А); с пятном в высоких широтах (В); с планетой, проходящей по центру видимого диска звезды

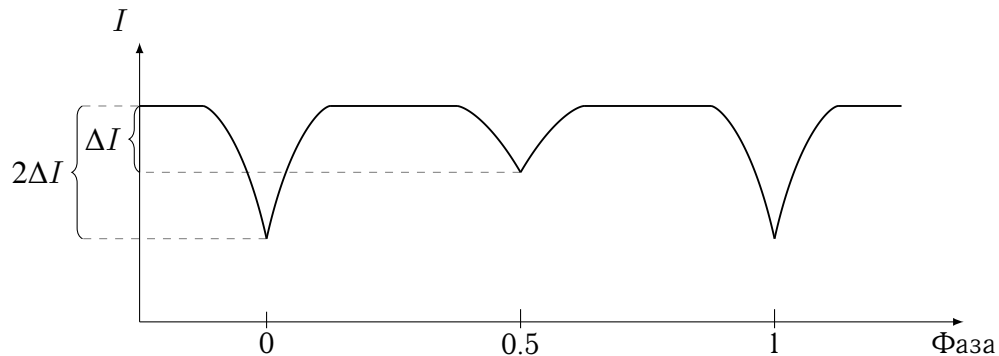
(С); с планетой, проходящей по короткой хорде (D). Расставьте буквы А, В, С и D напротив цифр 1, 2, 3 и 4; известно, что каждая буква встречается в ответе один раз. По оси абсцисс отложена орбитальная фаза (t/T , где t – время, T – период вращения звезды с пятном или планеты), вертикальный масштаб четырех графиков (звездные величины) может различаться. Пятно имеет круглую форму с постоянным радиусом, звезды и планеты – сферические. Орбиты планет – круговые. Пятно движется только вместе с вращающейся звездой, не перемещаясь по ее поверхности и не меняя размер. Радиус планеты и пятна в несколько раз меньше радиуса звезды. Во всех случаях наблюдатель находится в плоскости экватора звезды. Потемнение звезд к краю не учитывать.



12. На каком примерно расстоянии надо поместить 75-ваттную лампочку дневного света (КПД = 10%), чтобы она имела блеск 0^m в тумане с коэффициентом рассеяния $1^m/\text{км}$?
13. В Галактике Млечный Путь раз в 20 лет вспыхивают Сверхновые II типа с абсолютной звездной величиной -18^m . Насколько часто такие Сверхновые появляются в небе Земли с блеском ярче Венеры (-4^m)? Радиус Галактики считать равным 15 кпк, поглощение света составляет $2^m/\text{кпк}$.
14. На рисунке приведена кривая блеска затменно-переменной звезды. Определите по графику соотношения светимостей, радиусов и температур звезд.
15. Фотометрические наблюдения, позволили построить интегральную кривую блеска



двойной системы (по вертикальной оси отложен поток), на которой оказалось два минимума. Чему равно отношение эффективных температур звезд, если первичный минимум в 2 раза глубже вторичного?



16. В некотором городе в результате засветки неба уличным освещением предельная звездная величина звезд, видимых невооруженным глазом, оказалась равной 3^m . Оцените поверхностную яркость неба (звездную величину, приходящуюся на квадратную угловую секунду небесной сферы) в этом городе.
17. Радиус Кастора равен 2.3 радиусам Солнца, температура – 9900 К, а видимая звездная величина – 1.58^m .
 - (а) Определите длину волны максимума излучения Кастора. Какая звезда краснее: Кастор или Солнце?
 - (б) Посчитайте светимость Кастора, ответ выразите в светимостях Солнца.
 - (в) Каков угловой размер Кастора и расстояние до него?