



11.1. ВИФЛЕЕМСКАЯ КОМЕТА

Условие. Перед Новым годом (по григорианскому календарю) на небе появилась яркая комета с тонким прямым газовым хвостом длиной в 120° . В некотором пункте Земли комета (голова и хвост) хорошо видна целиком, причем в течение всей ночи (при погружении Солнца под горизонт более 12°). Определите возможные значения широты этого пункта. Рефракцией и поглощением света в атмосфере пренебречь. Считать, что газовый хвост кометы направлен в пространстве точно от Солнца, а угловые размеры головы кометы малы.



11.2. НАТРИЕВАЯ ЗВЕЗДА

Условие. Большой наземный телескоп нового поколения оснащен лазером, работающим в спектральной линии натрия с длиной волны 5890 ангстрем. Освещая слой натрия в атмосфере Земли на высоте 100 км, лазер создает "искусственную звезду". Ее свет анализируется системой адаптивной оптики телескопа для исправления атмосферных искажений над местом наблюдений. Определите, какая мощность узконаправленного лазерного луча необходима для создания в небе на высоте 45° над горизонтом искусственной звезды с визуальной звездной величиной 6^m . Вертикальную оптическую толщину слоя натрия в атмосфере Земли в спектральной линии считать равной 0.010, излучение атомов натрия изотропно. Поглощением и рассеянием света в более низких слоях атмосферы пренебречь (в реальности проблема рассеяния в нижних слоях решается небольшим смещением лазера относительно телескопа).



11.3. НАЧАЛО ДОЛГОГО ПУТИ

Условие. Протозвезда (будущая звезда, в недрах которой еще не начались термоядерные реакции) имеет массу, равную массе Солнца, солнечный химический состав и абсолютную звездную величину 0^m . Оцените, за какое время эта протозвезда сожмется до солнечных размеров. Считать, что во время сжатия протозвезда не вращается, не теряет массу и сохраняет постоянную эффективную температуру поверхности в 3500 К.



11.4. ГАЛАКТИЧЕСКОЕ ШОУ

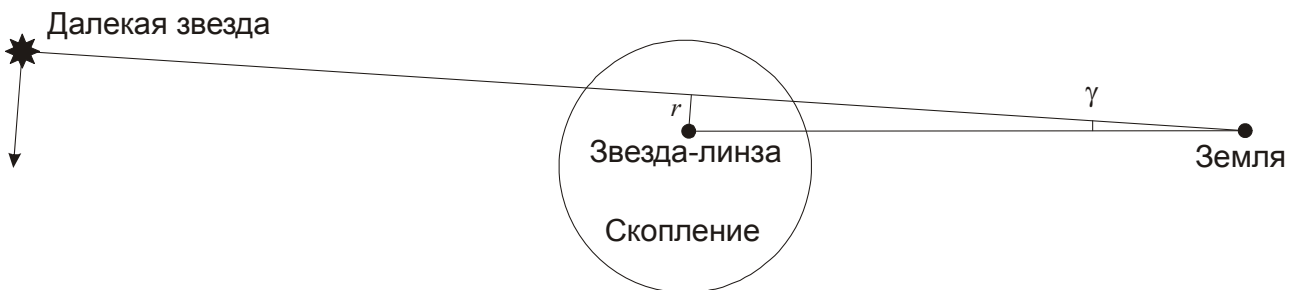
Условие. В дисковой галактике вспыхнула сверхновая звезда типа Ia. В этой галактике много звезд с обитаемыми планетными системами. На каком-то этапе после максимума сверхновая в течение отрезка времени в 100 суток ослабла ровно на 1^m , а количество жителей галактики, которые будут способны увидеть ее невооруженным глазом на текущей стадии, сократилось в полтора раза. Найдите абсолютную звездную величину сверхновой в начале и конце данного 100-дневного интервала. Галактика имеет радиус диска 20 кпк, толщину диска 300 пк, сверхновая располагается в плоскости симметрии диска неподалеку от его центра. Обитаемые планеты равномерно заполняют объем диска галактики, плотность населения также однородна и не меняется со временем. Свойства зрения жителей галактики одинаковы и идентичны людям на Земле. Диск галактики заполнен пылью, создающей эффект поглощения света ровно в 2^m на килопарсек, одинаковый во всем диске.



11.5. ВСПЫШКИ ЗА СКОПЛЕНИЕМ

Условие. Яркая быстрая звезда пролетает далеко позади шарового звездного скопления с массой 300 тысяч масс Солнца и диаметром 30 пк. При наблюдении в небольшой телескоп на Земле скопление имеет однородную поверхностную яркость. Видимая траектория звезды проходит за центром скопления. Во время пролета у звезды могут наблюдаться вспышки видимой яркости за счет сильного гравитационного микролинзирования на звездах скопления. Вспышка происходит, если геоцентрический угол γ между направлениями на далекую звезду-источник и звезду-линзу становится меньшим или равным $2r_G/r$ (радиан), где r – минимальное расстояние между отрезком «Земля – далекая звезда» и линзой, r_G – гравитационный радиус линзы (см. рисунок). При каком расстоянии от Земли до скопления у далекой звезды за время пролета вероятно ожидать хотя бы одну вспышку?

Считать, что скопление находится в небе Земли на эклиптике, движение далекой звезды происходит вдоль эклиптики. Собственным движением скопления и его звезд пренебречь.





11.6. СЖИМАЮЩИЙСЯ КАРЛИК

Условие. Звезда HD 49798 выглядит в телескоп как одиночная, но ее лучевая скорость колеблется с периодом $T_0=1.55$ дня, данные измерений лучевой скорости показаны на рисунке 1. Рядом с оптической звездой был обнаружен рентгеновский источник RX J0648.0–4418, оказавшийся белым карликом. Источник проявляет быструю переменность с периодом своего осевого вращения 13.2 секунды, но его максимумы регистрируются неравномерно, с задержкой τ , зависимость которой от орбитальной фазы также показана на рисунке 1. Еще позже выяснилось, что этот белый карлик сжимается и за счет этого ускоряет осевое вращение, его период уменьшается на $2.5 \cdot 10^{-15}$ секунды в секунду. Этот объект стал первым белым карликом, у которого был замечен процесс сжатия.

(1) Считая, что луч зрения лежит в плоскости круговых орбит двойной системы, определите массы оптической звезды и белого карлика.

(2) Пренебрегая изменением момента вращения белого карлика за счет аккреции газа с оптической звезды и считая, что он сжимается при постоянной массе, оцените, за какое время радиус белого карлика уменьшится на 1 км. Считать распределение плотности внутри белого карлика однородным. Приливное взаимодействие с оптической звездой не учитывать. На рисунке 2 приведена связь характерных значений масс и радиусов белых карликов (величины заданы в десятичных логарифмах отношения масс и радиусов к солнечным).

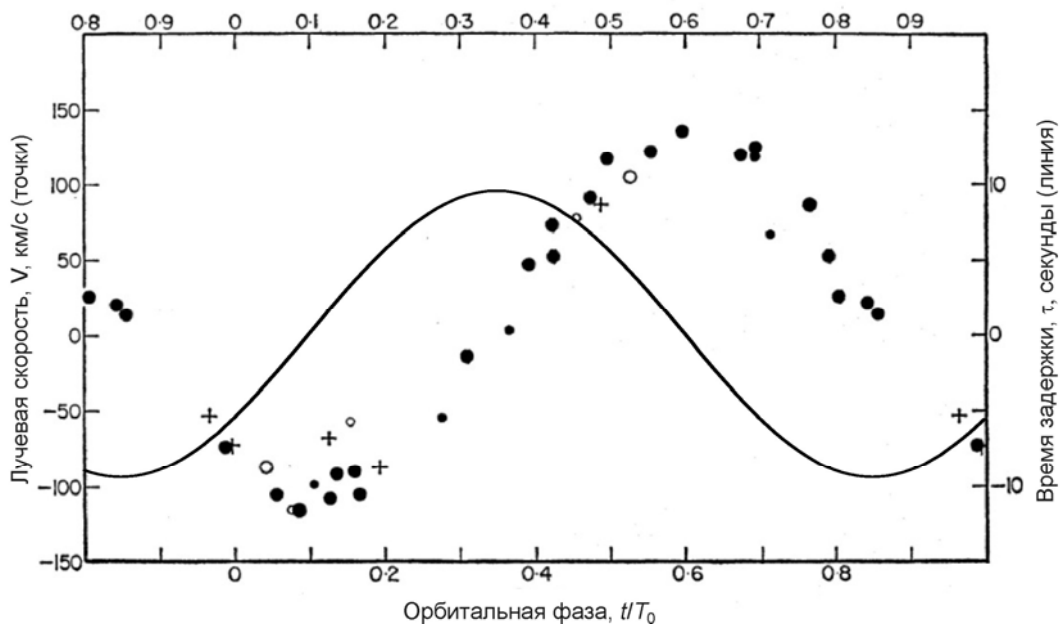


Рисунок 1.

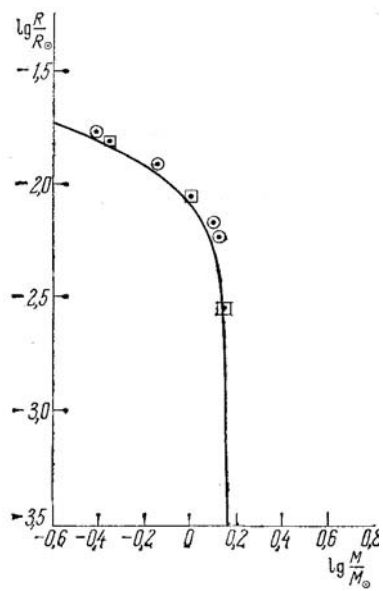


Рисунок 2.