

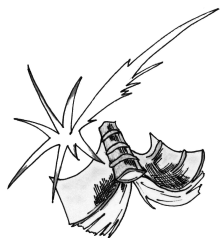


**XIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
теоретический тур

2012
10
марта

11 класс

1. Максимальная база (расстояние между антеннами) космического радиоинтерферометра «Радиоастрон» составляет 350 тыс. км. Масса черной дыры в центре Галактики составляет $4 \cdot 10^6$ масс Солнца, расстояние до нее — 8 кпк. Определите длину волны, на которой должен вести наблюдения «Радиоастрон», чтобы наблюдаемые угловые размеры черной дыры превышали предельное угловое разрешение радиоинтерферометра.
2. В космических гонках участвуют фотонные ракеты массой 10 тонн с мощностью двигателя $1.2 \cdot 10^{13}$ Вт. Определите, какую максимальную скорость сможет развить такая ракета на гонках вокруг Луны, где правилами запрещено удаляться от поверхности более чем на 10 км. Каким образом для этого она должна двигаться?
3. Давным-давно, в далекой-далекой галактике Уилхуфф Таркин, демонстрируя мощь первой «Звезды Смерти», превысил свои служебные полномочия и уничтожил безоружную и мирную планету Алдераан, двигавшуюся вокруг звезды, похожей на Солнце, по круговой орбите с радиусом 1 а.е. Обломки планеты разлетелись во все стороны со скоростью 1 км/с относительно ее центра. Оцените время, за которое обломки образуют кольцо вокруг звезды.
4. Солнечная система движется со скоростью 600 км/с относительно реликтового фонового излучения. С какой абсолютной погрешностью требуется уметь измерять температуру реликтового фонового излучения, чтобы заметить это движение?
5. Оцените разность между поверхностными яркостями (в звездных величинах на квадратную секунду) верхнего и нижнего края диска Солнца во время его восхода (или захода). Можно считать, что атмосфера Земли имеет постоянную плотность и фиксированную высоту, равную 8 км, а поглощение света атмосферой у горизонта ослабляет блеск звезд на 8^m .

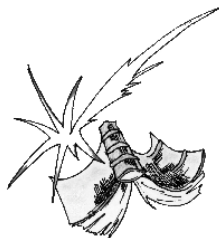


XX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2013
16
февраля

11 класс

1. Объект, принадлежащий Солнечной системе, находится в полюсе эклиптики, и при этом известно, что у этого объекта величина годичного параллакса и годичной аберрации совпадают. Оцените расстояние до объекта. Какой будет видимая с Земли траектория движения этого объекта на небесной сфере в течение одного земного года?
2. При радионаблюдениях внегалактического водородного облака было обнаружено, что оно излучает на длине волны 28 см, причем ширина линии излучения составляет 0.1 мм. Известно также, что угловые размеры облака на небе составляют 4". Оцените массу этого облака.
3. Оцените величину разности между экваториальным и полярным радиусами Юпитера. Радиус Юпитера примерно в 11 раз больше радиуса Земли, период вращения Юпитера вокруг своей оси составляет 10 часов.
4. Двойная система состоит из двух белых карликов, вращающихся вокруг общего центра масс по круговым орбитам. Известно, что такая система испускает гравитационные волны с частотой, равной удвоенной орбитальной частоте системы. Оцените минимально возможную длину волны гравитационного излучения такой двойной системы.
5. Поверхностная яркость солнечного пятна в 5 раз меньше поверхностной яркости фотосферы Солнца. Оцените индукцию магнитного поля в пятне, если известно, что поле с индукцией B создает магнитное давление $p = \kappa B^2$, коэффициент $\kappa \approx 4 \cdot 10^5$ Па/Тл². Плотность вещества фотосферы составляет около 10^{-4} кг/м³.

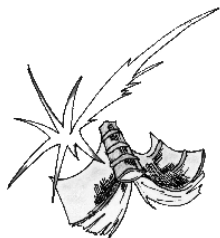


**XXI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2014
15
февраля**

11 класс

1. Комета совершает один оборот вокруг Солнца за 8 лет. Чему равна большая полуось ее орбиты? С какими планетами Солнечной системы такая комета заведомо не может столкнуться?
2. Антенна дальней космической связи (АДКС) диаметром 34 м передает сигнал на автоматическую межпланетную станцию (АМС) на частоте 2.3 ГГц. Передатчик АДКС имеет мощность 20 кВт. Оцените минимально возможный диаметр принимающей антенны на АМС, если известно, что минимальный предел чувствительности приемника, установленного на АМС, составляет 10^{-10} мкВт, а принимающая антенна должна обеспечивать прием на расстоянии до 100 а.е. от Земли.
3. На звездном глобусе диаметром 60 см звезды ярче 0^m обозначаются кружочками диаметром 6 мм. Площадь кружочков, изображающих звезды от 0^m до $+1^m$, в 6 раз меньше, от $+1^m$ до $+2^m$ — еще в 6 раз меньше и т. д. Оцените максимально возможную долю площади глобуса, занятую изображениями звезд.
4. В начале этого года телевидение города Апатиты сообщило, что полярная ночь в Апатитах закончится в некоторый день. По-видимому, журналисты позаимствовали эту информацию у коллег из Мурманска, для которого названная дата действительно была верной. На сколько суток раньше по сравнению с «прогнозом» закончилась полярная ночь в Апатитах? Широта Апатитов — $67^\circ 34'$, широта Мурманска — $68^\circ 58'$.
5. При наблюдении одной и той же области в межзвездной среде наблюдаются две отдельные линии, соответствующие переходам электронов в атоме водорода со 158 на 157 уровень и со 157 на 156 уровень. Оцените длины волн, на которых наблюдаются эти линии. Получите оценку максимально возможного давления газа, испускающего такое излучение.



XXII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2015
28
февраля

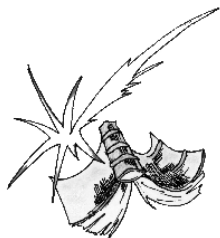
11 класс

1. На небе есть много звезд с названиями «ε такого-то созвездия». Оцените среднюю видимую звездную величину таких звезд.
2. Как известно, черные дыры должны «испаряться» со временем, причем испускаемое ими излучение является чернотельным, а длина волны, соответствующая максимуму интенсивности в спектре излучения, равна гравитационному радиусу черной дыры. Оцените время, которое пройдет между моментом, когда светимость черной дыры окажется равной светимости Солнца, и моментом, когда черная дыра полностью «испарится». В каком спектральном диапазоне электромагнитного излучения будет в основном излучать дыра в тот момент, когда ее светимость равна солнечной?
3. Цитата из журнала «Вокруг света»:

Четыре раза в год в Нью-Йорке можно наблюдать явление, которое с подачи астрофизика Нила ДеГрасса Тайсона названо «Манхэттенхэндж»: закатное Солнце освещает все улицы Манхэттена, идущие с востока на запад. 29 мая 2013 года десятки тысяч горожан и туристов остановились на несколько минут, чтобы полюбоваться этим явлением — и сфотографировать его.

Известно, что широта Нью-Йорка равна 40° , а улицы на Манхэттене расположены под прямым углом друг к другу. Какой угол образуют они с географическими параллелями? Верно ли утверждение, что это явление можно наблюдать четыре раза в год (если речь идет не только о закате, но и о восходе Солнца)? На каких широтах может располагаться город, в котором подобное явление можно наблюдать четыре раза в год?

4. Найдите максимальное по абсолютной величине значение лучевой скорости Марса при наблюдении с Земли. Орбиту Марса можно считать круговой, радиус орбиты — 1.5 а.е.
5. Оцените ширину рукава Галактики на расстоянии от центра Галактики, равном расстоянию от центра Галактики до Солнца.

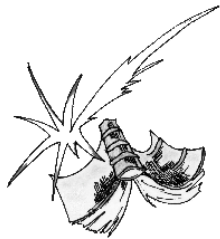


XXIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2016
14
февраля

11 класс

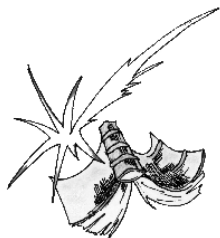
1. Наблюдатель, находящийся в северном полушарии, наблюдал восход Солнца в 9^h04^m по местному времени. На следующий день Солнце оказалось на горизонте ровно в 9^h00^m . Определите дату наблюдения. Во сколько и на какой высоте произойдет ближайшая верхняя кульминация Капеллы ($\alpha = 5^h17^m$, $\delta = +46^\circ$)? Угловыми размерами Солнца и уравниванием времени пренебречь.
2. В будущем астрономы обнаружили объект в Солнечной системе, орбита которого лежала в плоскости эклиптики. В момент, когда одновременно углы «перигелий орбиты объекта – Солнце – объект» и «Солнце – объект – Земля» стали прямыми, ученые зарегистрировали внезапный рост блеска объекта. Считая, что на самом деле это была металлическая летающая тарелка, плоскость которой перпендикулярна плоскости ее орбиты, а ребро повернуто по направлению движения, найдите эксцентриситет орбиты объекта и перигелийное расстояние объекта, если известно, что его угловое расстояние от Солнца в момент наблюдения составляло 30° .
3. Двойной пульсар PSR B1913+16 состоит из двух нейтронных звезд с примерно одинаковыми массами, равными 1.4 масс Солнца, среднее расстояние между которыми равно $2 \cdot 10^6$ км. Известно, что в результате излучения системой гравитационных волн орбитальный период системы уменьшается на 80 микросекунд за год. Оцените отношение гравитационной светимости PSR B1913+16 к его светимости в оптическом диапазоне, если известно, что он находится на расстоянии 7 кпк от Солнца и в оптическом диапазоне его блеск равен $+22^m$.
4. Согласно «Сильмариллиону», эльфы появились в Средиземье, пробудившись у вод озера Куивизьен под светом звезд еще до создания Солнца и Луны. Предполагая, что освещенность от звезд совпадала с освещенностью от полной Луны (земной), оцените, во сколько раз больше звезд на небосводе Арды должно быть видно невооруженным глазом.
5. Двойная звезда состоит из одинаковых компонент, имеющих радиус 1.3 радиуса Солнца и температуру 6500 К, вращающихся по круговой орбите с радиусом 1.2 а.е. Может ли вокруг одного из компонентов вращаться планета, находящаяся в «зоне жизни» (на поверхности может существовать вода в жидком состоянии), если геометрическое альbedo планеты равно 0.3?



11 класс

1. Работавший в России австрийский астроном Й. фон Литтров предлагал для связи с марсианами выкопать в Сахаре каналы, заполнить их смесью воды с керосином и поджечь. Допустим, таким образом «написаны» буквы размером 500 км каждая. Оцените минимально необходимый диаметр объектива телескопа, угловое разрешение которого достаточно для того, чтобы прочесть такой текст с Марса.
2. Предположим, что в результате катастрофы Солнце мгновенно сжалось настолько, что период его осевого вращения стал равен 3 секундам. Оцените среднюю температуру Солнца сразу после катаклизма. Считайте, что теплопотери во время сжатия и взаимодействие с какими-либо другими телами отсутствовало.
3. При обработке данных о регистрации нейтрино от вспышки сверхновой в Большом Магеллановом облаке (БМО) 23.02.1987 возникло предположение, что нейтрино «опоздали» на 50 минут от ожидаемого момента из-за того, что скорость движения нейтрино была чуть меньше скорости света в вакууме. Оцените в рамках этого предположения массу нейтрино, если известно, что энергия каждого из зарегистрированных нейтрино составляла около 10^{-12} Дж. Расстояние до БМО — 50 кпк.
4. При вспышке сверхновой SN1987A выделилась энергия 10^{46} Дж. Оцените массу звезды, которая излучит столько же энергии за всю свою жизнь на стадии Главной последовательности.
5. «Так стояли Эльвэ и Мелиан, а вращающийся над ними звездный небосвод отсчитывал долгие годы. И деревья Нан Эльмота стали выше и темнее, прежде чем Мелиан и Эльвэ произнесли хоть одно слово».

Предположим, что они стояли в центре поляны диаметром 30 м, скорость роста деревьев Нан Эльмота составляла 0.5 м/год, а в момент встречи высота деревьев не превышала 15 м. Через какое время количество света звезд (вроде бы Солнце и Луна тогда еще не были созданы), достигающее поляны, уменьшится вдвое? Можно считать, что звезды равномерно распределены по небесной сфере Арды.

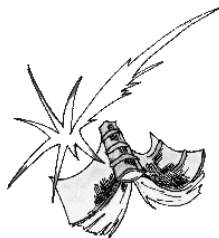


XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2018
4
февраля

11 класс

1. В повести Н.Носова «Незнайка на Луне» приключения главного героя проходили внутри полой Луны, среди коротышек, живущих на ядре внутри Луны. Представим, что в результате тотальной войны между обитателями Луны внешняя оболочка распалась на небольшие фрагменты, не связанные друг с другом. За какое время эти фрагменты упадут на ядро? Считайте, что масса Луны распределена поровну между ядром и оболочкой, масса оболочки распределена по ней равномерно, толщина оболочки и размер ядра пренебрежимо малы в сравнении с радиусом Луны.
2. Солнечный парус, изначально покоившийся на земной орбите, вследствие солнечной вспышки приобрел скорость $v_0 = 3$ м/с, направленную от Солнца. Как далеко от Солнца он сможет улететь? Гравитационным взаимодействием с планетами пренебречь, парус полностью отражает все падающее на него излучение.
3. Транснептуновый объект (174567) Варда в настоящее время имеет видимую звездную величину 21^m (при наблюдении с Земли) и находится на расстоянии 48 а.е. от Солнца. Оцените диаметр Варды, если ее поверхность отражает 10% падающего на нее света. Видимая звездная величина Солнца (также при наблюдении с Земли) составляет -27^m .
4. Определите, на какой широте можно одновременно наблюдать звезды α For ($\alpha = 3^h 12^m, \delta = -28^\circ 59'$) и ε CMa ($\alpha = 6^h 58^m, \delta = -28^\circ 58'$) на горизонте? Атмосферной рефракцией пренебречь.
5. При рентгеновских наблюдениях нейтронной звезды с массой, равной $1.4 M_\odot$, и радиусом 11 км была найдена эмиссионная линия с энергией квантов 400 кэВ. В результате какого процесса эта линия образовалась? На какой высоте над поверхностью звезды этот процесс происходил?

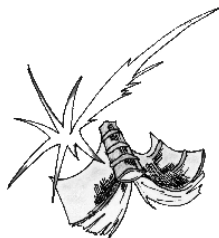


**XXVI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2019
3
февраля**

11 класс

1. ИСЗ движется по круговой орбите с высотой 200 км и пролетает через зенит. Найдите время, в течение которого его наблюдаемая угловая скорость будет больше половины максимальной.
2. Работавший в Париже «ловец комет» Шарль Мессье составил свой знаменитый каталог туманных объектов в конце XVIII века по данным наблюдений на нескольких телескопах, в среднем соответствующих рефрактору с диаметром входного отверстия 6 см, находящемуся в идеальных условиях. В каталог, в частности, вошли 28 спиральных галактик. Оцените полное число спиральных галактик, в которых при использовании современных оптических телескопов принципиально возможно наблюдать отдельные звезды (без учета вспыхивающих).
3. Американский спутник Vanguard-1 является четвертым искусственным спутником Земли. Он представляет собой алюминиевую сферу диаметром 16 см с шестью длинными тонкими антеннами. Спутник был запущен 17 марта 1958 года на орбиту, период обращения для которой составляет 134 минуты, эксцентриситет орбиты $e = 0.184$, наклон $i = 34^\circ$. 2. Когда проще увидеть спутник при наблюдении из Петербурга: в апогее или перигее? Альbedo алюминия считать равным единице.
4. Известно, что концентрация фотонов, испущенных абсолютно черным телом, непосредственно около этого тела может быть вычислена как $n \approx 20 T^3$ (где температура дана в кельвинах, а концентрация выражена в см^{-3}). Оцените суммарное количество фотонов, находящихся в данный момент внутри Галактики.
5. Космический аппарат находится на геостационарной орбите Земли. Удельный импульс его двигателя 4500 м/с. Масса космического аппарата без топлива составляет одну тонну. Масса топлива — 6.4 тонны. Сможет ли он покинуть Солнечную систему? Если нет — почему? Если да — как?



**XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

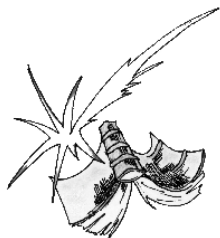
**2020
2
февраля**

11 класс

1. Гномон (палочка в центре) горизонтальных солнечных часов расположен вертикально. Длина полуденной тени гномона в течение года изменяется на две длины гномона. Определите широту, на которой находятся солнечные часы.
2. В 2003 году у пульсара XTE J1807-294 (масса 1.4 масс Солнца) был обнаружен спутник с периодом обращения 0.03 суток и массой 14.5 масс Юпитера. Что можно сказать про вещество, из которого состоит спутник? Обоснуйте свою точку зрения.
3. Гравитационные телескопы LIGO в Ливингстоне ($30^{\circ}33'$ с.ш., $90^{\circ}47'$ з.д.) и Хэнфорде ($46^{\circ}27'$ с.ш., $119^{\circ}25'$ з.д.), а также гравитационный телескоп VIRGO ($43^{\circ}38'$ с.ш., $10^{\circ}30'$ в.д.) 31 декабря в 22^h00^m UT (Всемирного времени) зарегистрировали гравитационный сигнал, причем моменты регистрации на всех трех телескопах отличались не более чем на $3 \cdot 10^{-3}$ секунды. Затем в течение полчаса в Специальной Астрофизической обсерватории РАН ($43^{\circ}40'$ с.ш., $41^{\circ}26'$ в.д.) было зарегистрировано оптическое послесвечение гамма-всплеска, связанного с гравитационным сигналом. Определите примерные экваториальные координаты источника гравитационного сигнала.
4. В спектре звезды наблюдается линия поглощения оксида титана. Лабораторная длина волны данной линии равна 5170.7 \AA , в центре диска наблюдаемая длина волны равна 5174.1 \AA , а на краю диска на экваторе линия имеет длину волны 5174.2 \AA . Плотность звезды известна и равна 0.7 г/см^3 . Оцените наименьшую возможную светимость данной звезды.
5. Протопланетный диск — достаточно тонкий газовый диск, вращающийся вокруг молодой звезды. Считая диск находящимся в термодинамическом и гидростатическом равновесии, найдите зависимость плотности вещества от высоты над плоскостью симметрии диска для радиуса r от звезды, отсчитываемого в плоскости симметрии. Масса звезды M , температура диска T и молярная масса газа диска μ известны.

Решения задачи и результаты тура будут опубликованы на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>

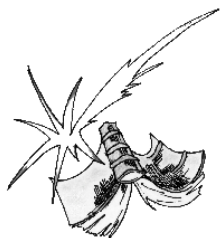


XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2021
31
января

11 класс

1. Геостационарный спутник потребовалось перевести на новую орбиту с помощью двухимпульсного перехода. Предполагалось, что первый импульс придаёт спутнику добавку скорости 10%, а второй импульс через половину периода промежуточной орбиты уменьшает скорость на 10%. Но что-то пошло не так и импульсы поменяли местами. Определите разность орбитальных периодов предполагавшейся и реально получившейся новых орбит.
2. Известен анекдот:
Стоим с сестрой вечером на улице, любуемся на Сириус — самую яркую звезду ночного неба. Я ей говорю:
— Давай поближе подойдём, чтобы лучше видно было.
И мы пошли. Секунд через 30 до неё дошло.
Допустим, дело происходит на широте $+28^\circ$ в новогоднюю полночь, пешеходы перемещаются со скоростью 1 м/с. Оцените изменение видимой звездной величины Сириуса. Координаты Сириуса $\alpha = 6^h 45^m$, $\delta = -17^\circ$.
3. Вокруг звезды главной последовательности с массой 2 массы Солнца по круговой орбите с периодом 4 года обращается планета земных размеров с разреженной атмосферой, совершающая оборот вокруг своей оси, перпендикулярной плоскости орбиты, за 20 часов. На экваторе этой планеты находится научная станция, для нужд которой рядом с ней была установлена солнечная батарея площадью 100 м^2 и эффективностью 10%. Батарея покоится на поверхности планеты и расположена в горизонтальной плоскости. Какое количество энергии за сутки производит батарея?
4. В одном и том же направлении на небе наблюдаются звезда и шарообразная однородная туманность, причем туманность подсвечивается звездой. Известно, что интегральная видимая звездная величина туманности и видимая звездная величина звезды совпадают и равны $5^m.7$, расстояние до звезды равно 0.31 кпк, абсолютная звездная величина звезды равна $-2^m.5$. Оцените расстояние между центром туманности и звездой. Что из них находится ближе к нам?
5. Аккрецирующая нейтронная звезда имеет светимость 10^{30} Вт, массу $1.4 M_\odot$ и радиус 10 км. Измерения спектра нейтронной звезды показали наличие циклотронной линии с энергией фотонов 30 кэВ (частота излучения соответствует частоте вращения электрона в магнитном поле), гравитационное красное смещение уже учтено. Известно, что на границе магнитосферы динамическое давление падающего вещества уравнивается давлением магнитного поля. Считая аккрецию сферически-симметричной и учитывая, что циклотронная линия образуется около поверхности звезды, а индукция магнитного поля зависит от расстояния до центра звезды как $B \propto r^{-3}$, оцените радиус магнитосферы для этой звезды. Давление магнитного поля можно найти по формуле $p = \kappa B^2$, где $\kappa = 4 \cdot 10^5 \text{ Па/Тл}^2$.

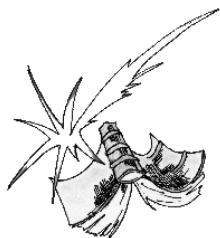


XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2022
6
февраля

11 класс

1. На экваторе и на полюсе планеты, имеющей форму шара, установлены два одинаковых математических маятника. Период колебаний маятника на экваторе на 2% больше, чем на полюсе. Если же маятник на полюсе поднять на высоту 130 км, то периоды колебаний маятников станут равными. Планета совершает оборот вокруг своей оси за 10 земных часов. С какой максимальной скоростью можно двигаться по поверхности такой планеты без использования двигателей?
2. На небе наблюдаются две двойных звезды, компоненты которых разрешимы в оптическом диапазоне. Известно, что из четырех звезд, образующих эти системы, две являются карликами, две — гигантами, две — красного цвета, две — голубого, при этом светимости двух гигантов совпадают, двух карликов — также совпадают. Определите, какая из звезд с какой входит в состав одной системы. Какая из двух этих систем старше?
3. Оцените минимальное расстояние, начиная с которого у галактик не будет наблюдаться фиолетовое смещение линий в спектре.
4. При наблюдении двойной системы, один из компонентов которой — белый карлик, обнаружено, что линия H_α расходится с полуамплитудой 0.46 ангстрем. При этом, в полосе V фиксируются падения блеска с периодом 0.5 лет. В каких пределах может быть заключена масса звезды-компаньона белого карлика? Луч зрения находится в орбитальной плоскости системы, орбиты круговые.
5. В 1961 году при расчете траектории орбитальных спутников советские инженеры моделировали потенциал сплюснутой Земли при помощи двух негравитирующих масс (каждая равна половине массы Земли), находящихся на некотором расстоянии друг от друга вдоль оси вращения Земли. Современная модель потенциала Земли в **третьем** приближении описывается формулой $V(r, \varphi) = \frac{GM_\oplus}{r} \left[1 - J_2 \left(\frac{R_\oplus}{r} \right)^2 \frac{3 \sin^2 \varphi - 1}{2} \right]$, где r — расстояние от центра Земли до данной точки, φ — широта, G — гравитационная постоянная, M_\oplus и R_\oplus — масса и радиус Земли, $J_2 \approx 1.08 \times 10^{-3}$ — коэффициент. Определите расстояние между этими двумя массами.



XXX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2023
12
февраля

11 класс

1. Оцените минимально необходимое время, за которое при проведении наземных наблюдений с использованием радиоинтерферометра со сверхдлинной базой можно будет обнаружить аберрацию, связанную с движением Солнечной системы вокруг центра Галактики.
2. Звезда с видимой звездной величиной 4^m находится на расстоянии 100 пк от Солнца. Температура звезды по оценкам составляет $15 \cdot 10^3$ К, масса равна 5 массам Солнца, болометрическая поправка для звезды равна $-1^m.5$. Известно, что скорость вращения звезды на экваторе составляет $2.0 \cdot 10^2$ км/с. Оцените разность между экваториальным и полярным радиусами звезды.
3. Находящиеся рядом с поверхностью нейтронной звезды электроны, двигаясь в магнитном поле, поглощают тепловое излучение звезды на циклотронной частоте, в результате чего в рентгеновском диапазоне в наблюдаемом спектре звезды появляется линия поглощения, соответствующая энергии фотонов $8 \cdot 10^2$ эВ. Определите индукцию магнитного поля нейтронной звезды, если известно, что ее масса равна $1.4 M_{\odot}$, а радиус равен 10 км.
4. С целью изучения процесса сгорания комет во внешних слоях атмосферы Солнца на одну и ту же гелиоцентрическую орбиту было запущено 20 космических аппаратов (КА). Орбита лежит в плоскости эклиптики, ее большая полуось равна 0.25 а.е., эксцентриситет равен 0.6, КА располагаются на орбите примерно равномерно. В некоторый момент времени оказалось, что угловые расстояния между исследуемой кометой и некоторой опорной звездой при наблюдении со всех КА оказались одинаковыми и равными 33° . Определите эклиптическую широту опорной звезды, а также расстояние от Солнца до исследуемой кометы в описываемый момент времени.
5. Вокруг звезды класса G2V обращается планета. При наблюдении продолжавшегося 3 часа транзита планеты по диску звезды блеск системы в минимуме составил 97% исходного блеска звезды. При этом примерно в середине транзита наблюдалось увеличение блеска; в локальном максимуме, продолжавшемся менее 2 минут, блеск достиг 98% исходного. Найдите причину увеличения блеска во время транзита и оцените физические характеристики этой причины, которые можно получить из имеющихся данных.