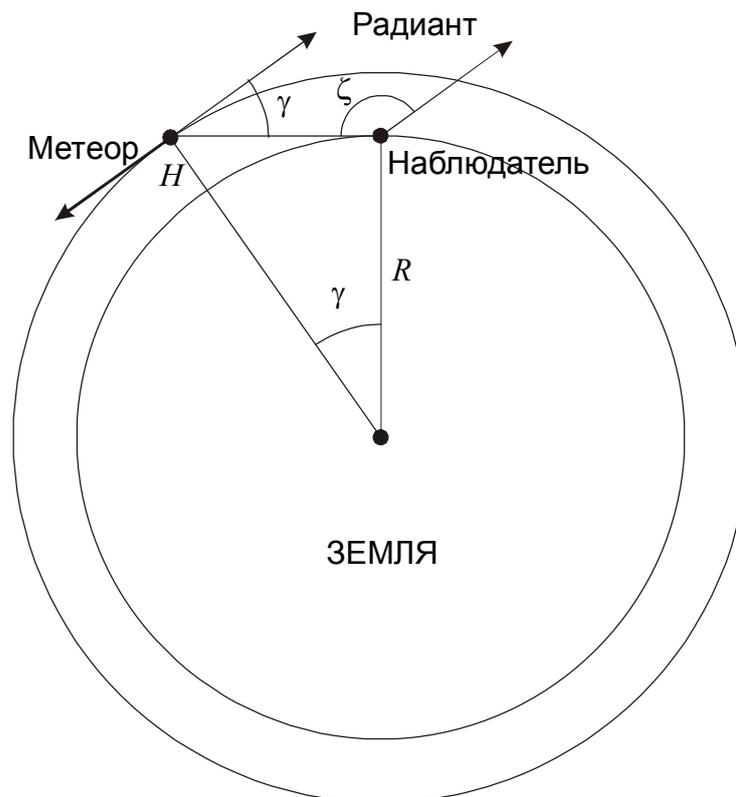


1. **Условие.** Для наблюдателя на экваторе высота Солнца в момент равноденствия равна 30° , азимут $+90^\circ$. Определить среднее солнечное время в данной точке, если уравнение времени $\eta = +7^m$. Рефракцией и суточным параллаксом Солнца пренебречь.

Решение. Азимут Солнца составляет $+90^\circ$, следовательно, Солнце находится в западной части неба и уже прошло точку верхней кульминации. Так как наблюдения происходят на экваторе в момент равноденствия, точка верхней кульминации Солнца оказывается в зените, а его часовой угол равен зенитному расстоянию, то есть 60° (или 4 часам). Это означает, что истинное солнечное время составляет 16 часов. Среднее солнечное время получается прибавлением величины уравнения времени к истинному солнечному времени. Таким образом, среднее солнечное время составляет 16 часов 07 минут.

2. **Условие.** Определите максимальное угловое расстояние между радиантом метеорного потока и началом пути метеора, принадлежащего этому потоку и наблюдающегося с поверхности Земли. Считать, что метеоры загораются в атмосфере на высоте 100 км.

Решение. Очевидно, что метеор не может наблюдаться в 180° от радианта, в точке, противоположной ему на небе, так как для этого он должен был вначале пролететь через точку наблюдения, находящуюся на поверхности Земли. Так как метеор загорается на высоте 100 км, он должен оказаться на этой высоте, двигаясь из более высоких слоев атмосферы или, по крайней мере, по касательной к данному слою. Рассмотрим этот предельный случай.



Наиболее удаленной точкой от места возгорания метеора, откуда оно еще будет видно, будет точка, в которой метеор будет виден на горизонте. Как видно на рисунке, именно в этой точке поверхности Земли угловое расстояние между радиантом и метеором будет наибольшим. Его можно вычислить как

$$\zeta = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - \arccos \frac{R}{R+H} = 170^\circ.$$

Здесь R – радиус Земли, H – высота возгорания метеора.

3. **Условие.** На далекой обитаемой планете тепловые условия аналогичны земным, но местное Солнце имеет вдвое меньший угловой диаметр. Найдите температуру этой далекой звезды.

Решение. Пусть T_0 – температура Солнца, R_0 – его радиус, D_0 – расстояние от Солнца до Земли, а T , R и D – аналогичные характеристики далекой звезды и ее планеты. Учитывая, что энерговыделение звезды пропорционально четвертой степени ее температуры и квадрату радиуса (по закону Стефана-Больцмана), мы можем записать условие равенства температур на Земле и далекой планете как

$$\frac{T^4 R^2}{D^2} = \frac{T_0^4 R_0^2}{D_0^2}.$$

При этом, звезда при наблюдении с планеты имеет вдвое меньший угловой диаметр, чем Солнце при наблюдении с Земли:

$$\frac{R}{D} = \frac{R_0}{2D_0}.$$

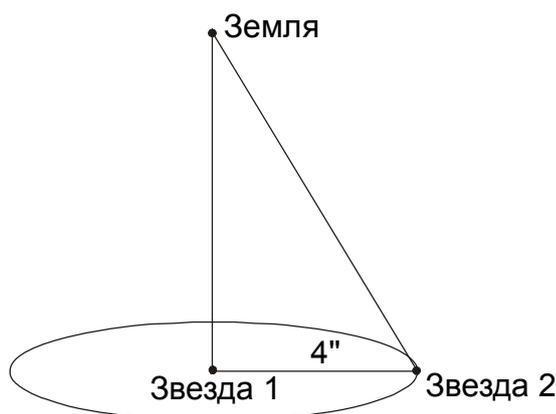
Подставляя второе уравнение в первое, получаем:

$$T = T_0 \sqrt{2}$$

или около 8500 К.

4. **Условие.** Двойная звезда состоит из одинаковых компонент, каждая из которых вдвое тяжелее Солнца, движущихся по круговым орбитам вокруг общего центра тяжести. При наблюдении с Земли угловое расстояние изменяется от $2''$ до $4''$ с периодом в 10 лет. Найдите расстояние до двойной звезды.

Решение. Перейдем для простоты в систему отсчета, связанную с одной из звезд. В этом случае вторая обращается вокруг нее по круговой траектории. Так как расстояние между звездами постоянно, видимое угловое расстояние между ними может изменяться только из-за эффекта проекции, связанного с тем, что мы наблюдаем систему под углом.



Как видно из рисунка, когда угловое расстояние между звездами достигает максимума ($4''$), прямая, соединяющая их, перпендикулярна направлению на Землю. Но это происходит дважды за орбитальный период звезд T , составляющий, таким образом, 20 лет. Если выразить суммарную массу звезд M в массах Солнца (она будет равна 4), то расстояние между звездами, выраженное в астрономических единицах, составляет

$$a = (T^2 M)^{1/3} = 11.7.$$

Расстояние в 11.7 а.е. видно с Земли под углом $4''$, следовательно, двойная звезда находится в 2.9 пк от нас.

5. **Условие.** Блеск Венеры в момент наибольшей элонгации равен -4.5^m (фаза 0.5, угловой диаметр $24''$), а Сириуса -1.5^m . Сравните их поверхностную яркость для наблюдателя с телескопом диаметром 100 мм и увеличением 100 крат. Влиянием атмосферы пренебречь, разрешающую способность глаза принять равной $1'$.

Решение. Определим, какую угловую площадь будут иметь Венера и Сириус при наблюдении в данный телескоп. Диаметр дифракционного диска для диаметра телескопа D составляет

$$\delta = \frac{0.14''}{D (m)} = 1.4''.$$

При увеличении в 100 крат этот диск будет иметь размеры в $140''$, что больше разрешающей способности глаза. Следовательно, дифракционная картина будет заметна в телескоп для Сириуса, и он будет наблюдаться как полный диск диаметром δ , равным $1.4''$ ($140''$ с учетом увеличения). Размеры дифракционного диска существенно меньше видимых размеров Венеры, и последняя будет наблюдаться в своем истинном виде – как половинка диска с размером d , равным $24''$ ($2400''$ с учетом увеличения). Соотношение видимых площадей Венеры и Сириуса составит

$$\frac{S}{s} = \frac{\pi(d/2)^2/2}{\pi(\delta/2)^2} = \frac{d^2}{2\delta^2} = 147.$$

При этом Венера на 3 звездных величины или в 15.8 раз ярче Сириуса. Получается, что поверхностная яркость Венеры примерно в 9 раз меньше поверхностной яркости Сириуса.

6. **Условие.**

*«А звезды, тем не менее,
а звезды, тем не менее,
чуть ближе, но все так же холодны...»*

(группа «Земляне», «Трава у дома»).

А как на самом деле изменятся визуальные характеристики звезд при наблюдении из ближайшего космического пространства, если расстояние и температуру оценивать по их видимому блеску и показателю цвета?

Решение. При вылете за пределы земной атмосферы мы освобождаемся от поглощения света звезд в ней. Поэтому та же самая звезда при наблюдении из космоса покажется нам несколько ярче, то есть как будто бы действительно ближе. Но будет ли она «столь же холодна»? Как известно, поглощающая способность атмосферы усиливается в коротковолновой области спектра. Поэтому при наблюдении из космоса звезда усилит свой блеск в синих лучах больше, нежели в красных. Ее показатель цвета уменьшится, и звезда «поголубеет», что, с точки зрения нашего цветового восприятия, будет указывать на увеличение ее температуры.