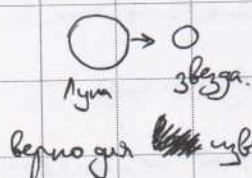


Освещенность, которую измеряют при наблюдении покрытия, несомненно содержит в себе компоненту, создаваемую Луной, поскольку Луна и звезда светят практически из одной точки. Можно было бы предположить, что в горизонтальный линейный участок графика приблизительно до 2100 мс - состояние, когда покрытие ещё не началось, Луна и звезда не перекрывают друг друга, а их суммарная светимость равна сумме их светимостей. ~~Введен индекс~~

1 - величину, относящуюся к Луне, 2 - величину, относящуюся к звезде.
 Тогда суммарная светимость $L = L_1 + L_2$, а регистрируемая освещенность $E = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{L_1 + L_2}{4\pi r^2}$, где $E = \frac{L_1}{4\pi r_1^2} + \frac{L_2}{4\pi r_2^2} + E_{const}$ где

r_1 и r_2 - расстояние от Луны до Земли и от звезды до Земли соответственно.
 E_{const} - константная компонента освещенности, создаваемая другим небесным телом.*
 То есть освещенность вначале равна суперпозиции освещенностей, создаваемых Луной и звездой. Изобразим, как движется Луна и звезда (для определенности изобразим ситуацию в северном полушарии, однако это не важно, т.к. картинка просто отобразится)

* поскольку при регистрации освещенности в какой-то точке на Земле, регистрируются все световые потоки, приходящие в эту точку от всех небесных тел.



На рисунке изображено, что диаметр углового диаметра Луны больше углового диаметра звезды, что верно для ~~известных~~ известных далеких звезд (кроме Солнца, которое близко), однако это ~~нужно~~ необходимо будет проверить.

Теперь поговорим о втором горизонтальном линейном участке графика (примерно с 2350 мс). Можно предположить, что на этом участке звезда полностью покрыта Луной (при условии $\varphi_1 > \varphi_2$, где φ_1 - угловой диаметр Луны, φ_2 - угл. диам. звезды), и тогда освещенность равна освещенности создаваемой ~~другим небесным телом~~ (плюс постоянная компонента освещенности, создаваемая другим небесным телом) Луной, либо Луна находится полностью "внутри" звезды (при $\varphi_1 < \varphi_2$), то есть



и поскольку освещенность не меняется, то Луна движется по звезде, имеющей примерно постоянную ^{небольшую} поверхностную яркость (различия

поверхностной яркости звезды в разных точках поверхности могут как раз и обуславливать, в том числе, несовпадение конкретных значений освещенности с кривой блеска на этом участке при $t > 2350$ мс (конечно, это несовпадение обуславливают и погрешности измерений)). ~~Впоследствии~~
~~светимости~~

Тогда можно предположить, что участок графика с 2100 мс по 2350 мс — непосредственно начала покрытия, процесс, когда Луна «выходит» в телесный угол, вершиной которого ~~Отметим, что время, в течение которого~~

движется Земля, а круговым сечением — звезда.

Отметим, что время, в течение которого наблюдается непосредственно процесс начала покрытия, крайне мало, и равно примерно $2350_{\text{мс}} - 2150_{\text{мс}} = 250 \text{ мс} = 0,25 \text{ с}$. ~~Вместо~~ Однако, что в течение этого времени мы можем

считать фазу Луны постоянной, а также освещенности, создаваемой другими ~~телами~~ небесными телами — тоже постоянными и неизменными. То есть, например, ~~весь фазу Луны блеск~~

при какой-то фазе Луны, освещенность, создаваемая Луной не меняется.



(зашифровано видение участка)

Луна закрывает собой звезду, при этом ее собственная светимость (релятивная) не меняется.

Давайте остановимся пока на варианте $\varphi_1 > \varphi_2$, как более вероятном в реальном мире, если это — переаппарти и другой вариант

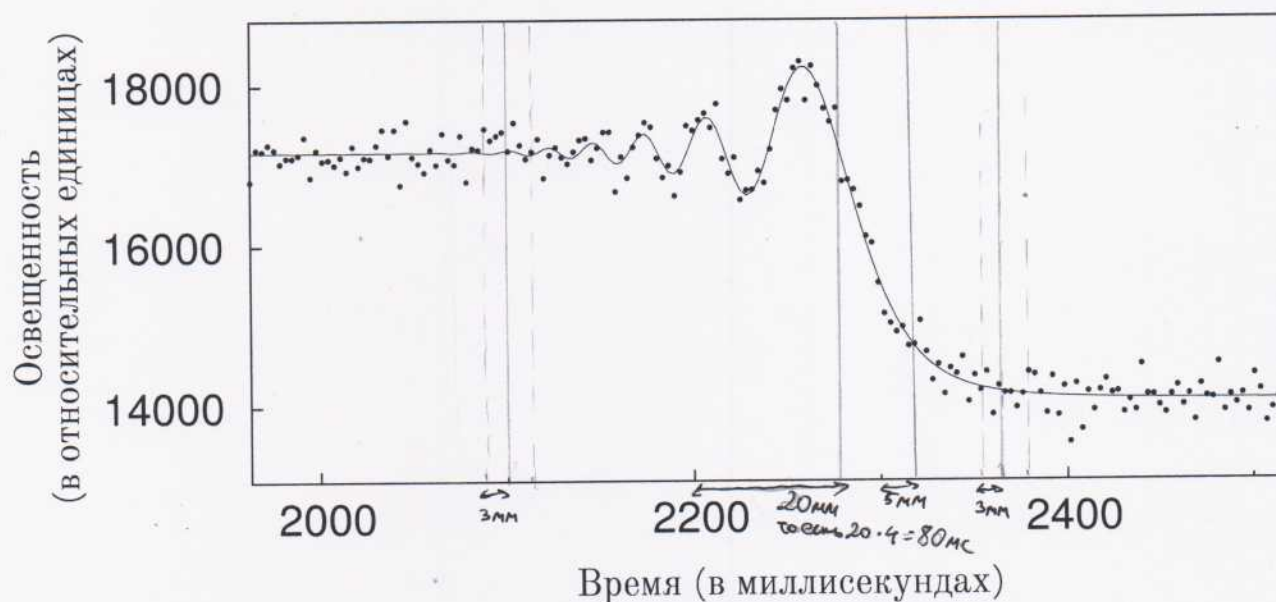


XXXII Санкт-Петербургская Астрономическая олимпиада практический тур

2025
2
марта

11 класс

Вам дана кривая блеска, полученная при наблюдении начала покрытия некоторой звезды Луной (точками обозначены конкретные результаты отдельных измерений освещенности, сплошной линией — собственно кривая блеска). Определите, в каких пределах может быть заключен угловой диаметр звезды. Поясните, почему кривая блеска имеет такой вид.



Участок графика между двумя горизонтальными участками можно разделить на ~~два~~ три:

1) синусоидальные колебания освещенности

$$c \approx (2100 \pm 12) \text{ мс}$$

$$g_0: 2200 + 20 \cdot 4 \text{ мс} = 2280 \text{ мс}$$

$$g_0: (2280 \pm 12) \text{ мс}$$

2) ~~линейное~~ ^и падение освещенности

$$c \approx (2280 \pm 12) \text{ мс}$$

$$g_0: 2300 + 5 \cdot 4 \text{ мс} = 2320 \text{ мс}$$

$$g_0: (2320 \pm 12) \text{ мс}$$

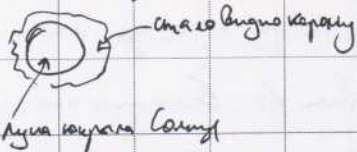
3) клиновидное падение освещенности:

$$c \approx (2320 \pm 12) \text{ мс}$$

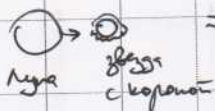
$$g_0: (2350 \pm 12) \text{ мс}$$

1) синусоидальные колебания можно объяснить неоднородностью диска.

~~Луна при затмении~~ — сначала по Звезде орудена короной, которая при повороте фотосферы становится хорошо видна (вспомните падение солнечного затмения — когда фотосфера покрывается Луной, отчетливо становится видна свечающаяся аура — корона). При ~~з~~ повороте частей короны



наблюдаются синусоидальные колебания, поскольку корона сама по себе находится в некотором неспокойствии и движении. То есть Луна начинает покрывать звезду, и падает, то она начинает покрывать — это корона.



=>



В момент, когда Луна покрывает

только корону, и движется по ней к фотосфере, корона ~~еще~~ ~~была~~ с ещё большей скоростью меняет свои параметры, и ~~поэтому~~ в том же положении, и поскольку ~~а~~ какая-то часть короны уже закрыта от наблюдателя, изменение ~~этого~~ ^{короны} положения короны приводит к тому, что какая-то часть ^{короны} выходит из-под покрытия, какая-то — заслонит, и эти изменения состояния короны уже не уравновешивают друг друга. Вернее, они ^{как и прежде} уравновешивают, но поскольку часть короны закрыта от наблюдателя, наблюдатель видит ~~неравномерность~~ не всю уравновешенную корону, а ~~то~~ неравномерную часть. Иными словами, представим себе некий процесс, который ~~вызывает~~ ~~уравно~~ колебания в частях которого уравновешено друг с другом; если мы закроем какую-то часть этого процесса от наблюдателя, то часть, которую он видит, не будет уравновешена, ~~так как~~ поскольку она обменивается составляющими процесса (веществом, теплом и т.д.) с закрытой ~~частью~~ от наблюдателя частью.

Поэтому, из-за подвижности состояния короны, возникают видимые колебания, которые тем больше, чем ~~больше~~ ~~часть~~ ~~короны~~ больше часть короны, которая покрывается Луной. ~~Неравномерность короны тем больше, тем~~

Неравномерность короны ~~когда~~ обуславливает "яго" и "падение" на графике.

Части короны то сами входят под покрытие, но выходя из него, эти части сами также неравномерны. Вместе с этим Луна покрывает всё большую площадь короны.

Синхронизация покрытия Луной и собственных колебаний короны, которая то сама входит, то сама выходит из-под покрытия, а также неравномерность короны и обуславливает синусоидальные колебания

Оценки погрешности q_2

$$q_{2\min} = 14,5'' \cdot (0,25 - 0,012)$$

$$q_{2\max} = 14,5'' \cdot (0,25 + 0,012)$$

$$\Delta q = \frac{q_{2\max} - q_{2\min}}{2} = \frac{14,5''}{2} \left((0,25 + 0,012) - (0,25 - 0,012) \right) =$$

$$= \frac{14,5''}{2} (0,012 + 0,012) = \frac{14,5''}{2} \cdot 2 \cdot 0,012 = 14,5'' \cdot 0,012 = 1,74''$$

$$\text{Итого } q_2 = (3,625 \pm 1,74)'' \approx (3,63 \pm 1,74)'' \approx (3,6 \pm 1,7)''$$

по одному знаку округлим

↑
приводим
значения к одному
знаку, округляем
по двум знакам после запятой.