

10 класс

Задача 1

Юный астроном принёс на занятие кружка отчёт о проведённых наблюдениях в виде рисунка. Его товарищи сразу поняли, что наблюдений он не проводил. Как они об этом догадались?



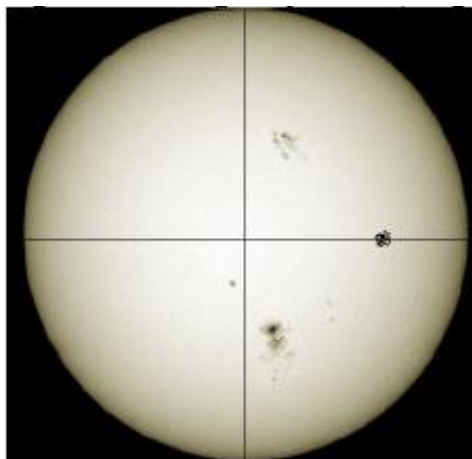
Решение

На рисунке допущено множество ошибок:

- 1) Луна не может быть видна в созвездии Большой Медведицы; **(2 балла)**
- 2) размер Луны значительно преувеличен; **(2 балла)**
- 3) звезда не может наблюдаться между «рогами» месяца; **(2 балла)**
- 4) звёзды показаны одинаковыми по яркости **(2 балла)**

Задача 2

На сколько градусов солнечное пятно, расположенное вблизи экватора (период вращения равен 25 суткам) за один оборот обгонит другое пятно, расположенное на широте 30 градусов (период 26.3 суток).



Решение

Пусть оба пятна сначала находятся на центральном меридиане Солнца, то есть линии, соединяющей оба полюса и проходящей через видимый центр. Если пятно, имеющее большую широту, вращается медленнее, то пусть через 26.3 суток оно снова окажется на центральном меридиане. Значит, пятно, расположенное на экваторе, обгонит первое пятно на дугу, которое оно пройдет еще через 1.3 суток **(4 балла)**. За сутки экваториальное пятно проходит дугу в $360^\circ/25 \text{ суток} = 14.4^\circ$

За 1.3 суток экваториальное пятно сместится на $14.4^\circ \times 1.3 = 18.7^\circ$ **(4 балла)**.

Задача 3

Две нейтронные звезды обращаются вокруг общего центра масс по круговой орбите с периодом 7 часов. На каком расстоянии они находятся, если их массы больше массы Солнца в 1.4 раз? Масса Солнца $M_\odot = 2 \times 10^{30}$ кг.

Сравнить это расстояние с размерами Земли.

Решение

Звезды находятся на расстоянии $2R$ друг от друга

$$F_{\text{грав}} = G \frac{m^2}{2R^2} \quad \text{(2 балла)}$$

С другой стороны,

$$F_{\text{грав}} = G \frac{mV^2}{R} \quad \text{(4 балла)}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{GmT}{16\pi^2}} = 3 \times 10^6 \text{ м. Это меньше, чем размеры Земли } R = 6.4 \cdot 10^6 \text{ м (2 балла)}$$

Задача 4

В некотором пункте звезда Вега ($\alpha = 18^{\text{h}}37^{\text{m}}$, $\delta = +38^\circ47'$) проходит точно через зенит. Какую звезду чаще можно видеть из этого пункта: Антарес ($\alpha = 16^{\text{h}}29^{\text{m}}$, $\delta = -26^\circ26'$) или Сириус ($\alpha = 6^{\text{h}}45^{\text{m}}$, $\delta = -6^\circ43'$)? Ответ обоснуйте.

Решение

Звезда кульминирует в зените, если широта местности равна склонению звезды. **(2 балла)**

Широта этого пункта $38^\circ47'$ (северная). Поскольку Сириус на небесной сфере расположен севернее, чем Антарес (ближе к небесному экватору), то он проводит над горизонтом больше времени **(3 балла)**. Кроме того. Сириус –

зимняя звезда, а Антарес - летняя, и наблюдать Сириус удаётся дольше ещё и потому, что зимой весь его суточный путь над горизонтом приходится на тёмное время суток (3 балла).

Задача 5

Если Луна взошла в $23^{\text{h}}45^{\text{m}}$ во вторник, то когда произойдет ее следующий восход?

Решение:

Луна движется навстречу суточному вращению небесной сферы со скоростью 13° в сутки. Небесная сфера вращается со скоростью 15° в час. Значит восход Луны будет запаздывать каждый день на $60^{\text{m}} * (13^{\circ}/15^{\circ}) = 52^{\text{m}}$. После восхода во вторник перед полуночью в среду Луна не взойдет, а появится только в четверг после полуночи в $0^{\text{h}}37^{\text{m}}$.

критерии оценивания	баллы
Указана скорость перемещения Луны в градусной мере	2
Указана скорость вращения небесной сферы в градусной мере	2
Найдено время запаздывания восхода Луны каждые сутки	2
Рассчитано время восхода Луны в следующий раз после указанного	2
Итого	8

Задача 6

Вокруг звезды в созвездии Столовая Гора ($\alpha = 5^{\text{h}}45^{\text{m}}$, $\delta = -70^{\circ}$) по эллиптическим орбитам вращаются три планеты (назовём их А, Б и В). Некоторые параметры этих орбит приведены в таблице. Определите период планеты В и большую полуось планеты А.

Параметр	Планета А	Планета Б	Планета В
Период обращения, земные сутки	5.64	14.03	7
Большая полуось, а. е.	?	0.0954	0.172
Эксцентриситет	0.2	0.11	0.2

Решение

Период обращения планеты и большая полуось её орбиты связаны соотношением, известным как 3-й закон Кеплера:

$$\frac{a_A^3}{T_A^2} = \frac{a_B^3}{T_B^2} = \frac{a_B^3}{T_B^2} = const \quad (4 \text{ балла})$$

Обратите внимание, что эксцентриситет в данное соотношение не входит. Таким образом, большая полуось планеты А равна

$$a_A = \sqrt[3]{\frac{T_A^2 \times a_B^3}{T_B^2}} = \sqrt[3]{\frac{5.64^2 \times 0.0954^3}{14.03^2}} \approx 0.052 \text{ а. е.} \quad (2 \text{ балла})$$

Период планеты В равен $T_B = \sqrt{\frac{T_B^2 \times a_B^3}{a_B^3}} = \sqrt{\frac{14.03^2 \times 0.172^3}{0.0954^3}} \approx 34 \text{ суток.} \quad (2 \text{ балла})$

Каждое задание оценивается в 8 баллов