Всероссийская олимпиада школьников по астрономии 2026-2027 уч. год
Муниципальный этап
9 класс

Время выполнения –
3 астрономических часа

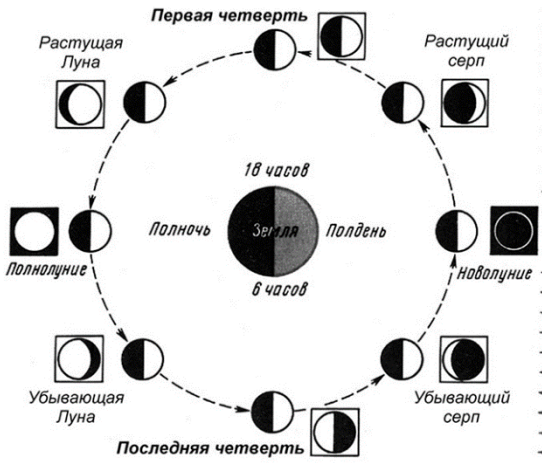
1. По фотографии определите фазу Луны, время суток и сторону горизонта, над которой она видна. Считаем, что находимся в средних широтах северного полушарии Земли. Решение поясните.



Решение:

Фаза Луны – убывающий серп (стареющий серп, старая Луна). Видна утром на востоке.

(Это можно знать из наблюдений. Или пояснить по схеме (см.рисунок).



Или расчетами, например, из тех фактов, что Луна в полнолуние кульминирует в полночь. А каждый следующий день по небосводу ближе к востоку на 13°≈52 минуты.

Т.е. близко к восточному горизонту будет через 5-6 суток после полнолуния.)

Солнце находится слева от Луны. Уже по углу между горизонтом и линией, соединяющей Солнце и Луну, можно сказать, что это восток.

Критерии оценивания *(учитывая пояснения!)*

Определение фазы Луны − 4 балла.

Названо время суток − 2 балла.

Указано время суток − 2 балла.

2. У астероида 2020 AV2 среднее расстояние от Солнца составляет 83 миллиона километров. Чему равен период его обращения вокруг Солнца?

Решение:

Воспользуемся III законом Кеплера в виде $P^2 = a^3$, учитывая, что период P должен быть выражен в годах, а большая полуось орбиты a (она же среднее расстояние) — в астрономических единицах. Поскольку 1 а.е. — это 150 млн км, получаем, что для этого астероида $a = 83/150 \approx 0{,}55$а.е. Тогда период $P = a^{3/2} = 0{,}41$ года.

Рекомендуемые критерии.

2 балла – запись формулы III закона Кеплера.

2 балла – перевод расстояния в а.е.

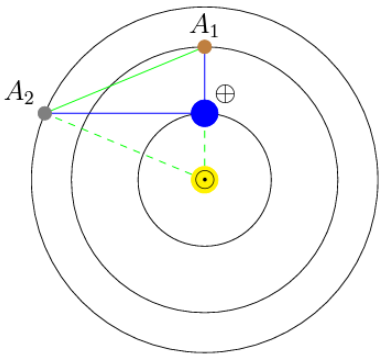
2 балла – получение выражения для расчета периода обращения Солнца.

2 балла – верный числовой ответ.

3. С Земли производится радиолокация двух астероидов, один из которых находится в противостоянии, а другой — в квадратуре. Радиосигналы были посланы к астероидам одновременно, но от первого астероида сигнал вернулся обратно через 16 минут, а от второго — через 40 минут. Найдите расстояние между астероидами в этот момент. Определите радиусы орбит астероидов, считая, что орбиты круговые и лежат в плоскости эклиптики. Решение поясните рисунком.

Решение:

Если один из астероидов находится в противостоянии, а другой — в квадратуре, то в треугольнике, вершинами которого являются астероиды и Земля, угол при Земле будет прямым вне зависимости от того, где конкретно располагается каждый из астероидов. Значит, можно воспользоваться теоремой Пифагора: квадрат расстояния между астероидами будет равен сумме квадратов расстояний между каждым из астероидов и Землей. Так как при радиолокации сигнал проходит расстояние до астероида дважды — туда и обратно, то расстояние от Земли до первого астероида равно 8 световым минутам, а до второго — 20. Следовательно, расстояние между ними равно $\sqrt{8^2 + 20^2} = \sqrt{464} \approx 21{,}5$ световым минутам. Тот же результат можно получить, построив рисунок в масштабе и измерив линейкой расстояние между астероидами.



Вспомнив, что расстояние от Земли до Солнца — 1 астрономическая единица — равно 8 световым минутам, можно сразу понять, что расстояние от Солнца до астероида A_2, т.е. радиус его орбиты, равно расстоянию между астероидами в данный момент, т.е. около 21,5 св. мин (это гипотенуза треугольника Земля–Солнце–астероид), или 2,7 а.е.. Также легко понять, что радиус орбиты астероида A_1 равен 2 а.е.

В принципе, не очень вероятно, но условие задачи может быть понято так, что появляется еще один вариант взаимного расположения тел: астероид A_2 находится в противостоянии и до него 20 св. мин., а A_1 — в квадратуре и до него 8 св. мин. В таком случае расстояние между астероидами останется таким же, 2,7 а.е., радиус орбиты астероида A_2 будет равен $8 + 20 = 28$ св. мин или 3,5 а.е., а радиус орбиты A_1 будет равен $\sqrt{2} \approx 1{,}4$ а.е.

Рекомендуемые критерии.

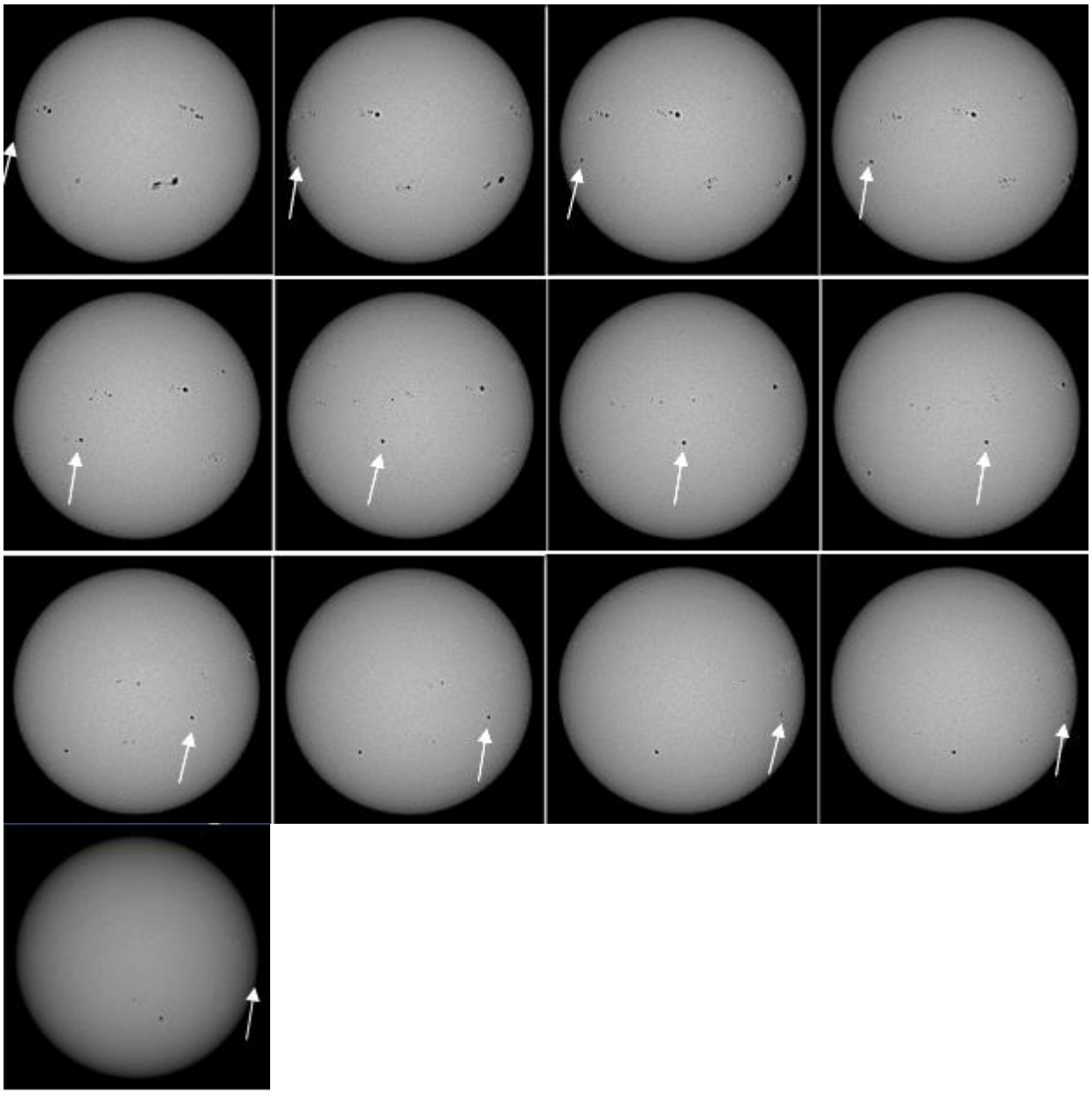
2 балла – сделан рисунок взаимного расположения астероидов, Земли и Солнца.

2 балла – определено верно расстояние между астероидами.

2 балла – определен верно радиус орбиты первого астероида.

2 балла – определен верно радиус орбиты второго астероида.

4. По фотографиям фотосферы Солнца, полученным 14-26 июля 2022 в одно и то же время суток (23:52) инструментом HMI на борту спутника SDO, проследите за перемещением группы пятен или пятна (белой стрелкой обозначены на каждом рисунке). Определите период вращения (в сутках) и скорость движения точки на поверхности Солнца вблизи экватора (в км/с), считая, что солнечные пятна неподвижны относительно поверхности Солнца.



Решение:

По фото: с 14.07 по 20.07 пятно вблизи экватора переместилось на четверть окружности (т. е. 4 · 6 суток = 24 суток), а примерно с 14.07 по 26.07 — на половину длины экватора (т. е. 2 · 12 суток=24 суток).

$l = 2 \cdot \pi \cdot r$, где r - радиус Солнца

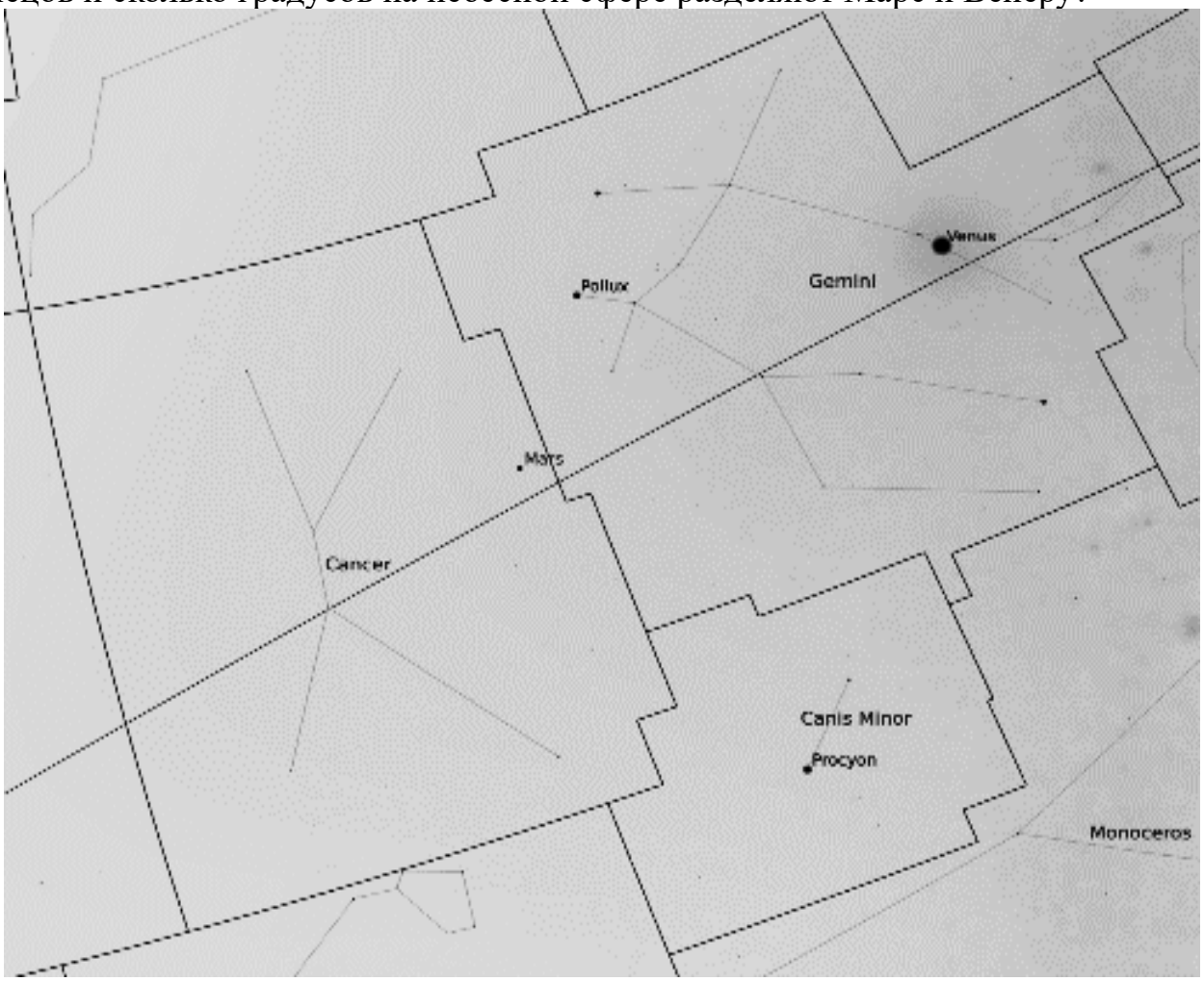
$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 697000\text{км}}{24\text{сут}} \approx 182000 \frac{\text{км}}{\text{сут}} \approx 2{,}1 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Критерии оценивания

Определение периода вращения (в сутках!) − 4 балла.

Нахождение скорости движения точки на поверхности Солнца вблизи экватора (в км/с!) − 4 балла.

5. Вася сфотографировал участок звёздного неба. Для удобства обрабатывая негатив фотографии, он обозначил на нём два зодиакальных созвездия, Рака и Близнецов, а также провёл линию эклиптики, то есть плоскость орбиты Земли. Из справочника Вася узнал, что линия эклиптики в расположенном слева созвездии Рака занимает 20 градусов. Помогите Васе посчитать, сколько градусов занимает линия эклиптики в созвездии Близнецов и сколько градусов на небесной сфере разделяют Марс и Венеру?



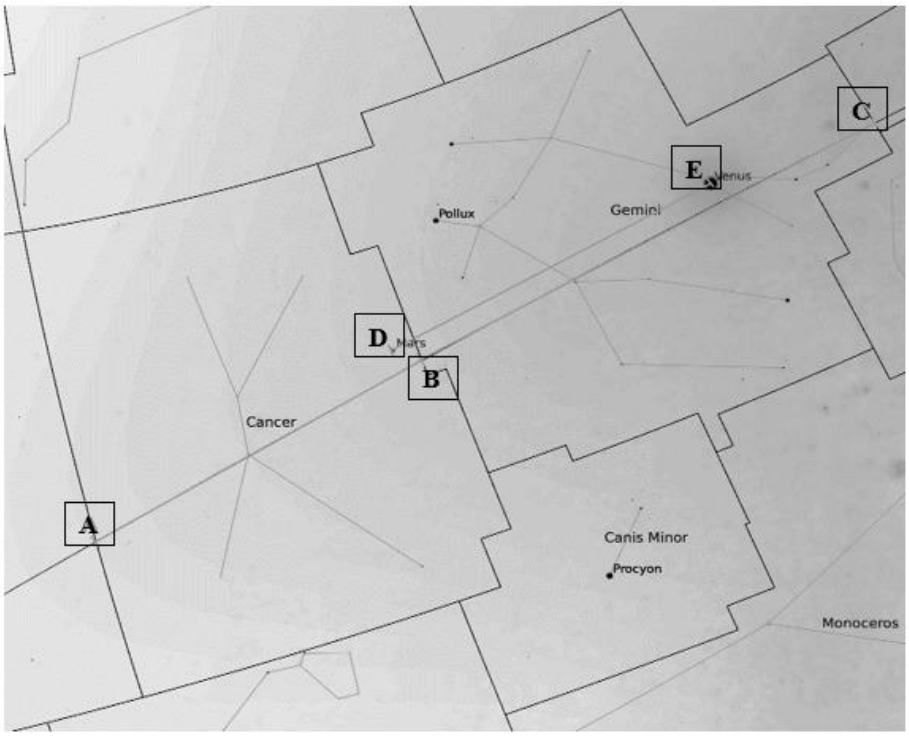
Решение:

Для решения данной задачи необходимо измерить линейкой расстояние AB (см. рисунок) и соотнести его с расстояниями BC и DE (см. рисунок). Измерения дают следующие результаты:

Измерения дают следующие результаты: $\frac{BC}{AB} \approx 1{,}36$ и $\frac{DE}{AB} \approx 0{,}97$

Следовательно $BC \approx 1{,}36 \cdot 20^{\circ} \approx 27^{\circ}$, в качестве допустимого диапазона для правильного ответа можно принять $BC \in [25°, 29°]$.

Аналогично $DE \approx 0{,}97 \cdot 20^{\circ} \approx 19{,}4°$, в качестве допустимого диапазона для правильного ответа можно принять $DE \in [18°, 21°]$.



Рекомендуемые критерии оценивания

2 балла за проведённые измерения расстояний на фото.

2 балла за использование принципа пропорциональности.

2 балла за получение правильного числового результата для линии эклиптики.

2 балла за получение правильного числового результата для углового расстояния между Марсом и Венерой.

6. Определите вес марсохода Curiosity на Марсе, если на Земле его вес составляет 8,79 кН.

Решение:

$P = mg \rightarrow m = \frac{P}{g}$;

$F = G\frac{m \cdot M}{R^2}$;

$g = \frac{GM}{R^2}$ – для Земли; а $g_{\text{м}} = \frac{GM_{\text{м}}}{R_{\text{м}}^2}$ – для Марса.

$$\text{P}_{\text{м}} = \frac{\text{P} \cdot GM_{\text{м}}}{G\text{M}} \cdot \left(\frac{R}{R_{\text{м}}}\right)^2 = \frac{8{,}79 \cdot 10^3 \cdot 6{,}4 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{24}} \cdot \left(\frac{6400}{3400}\right)^2 \text{Н} \approx 3{,}3 \cdot 10^3 \text{Н}$$

Рекомендуемые критерии.

Связь массы тела и его веса − 1 балл.

Использовано выражение для ускорения свободного падения через параметры планеты − 4 балла (по 2 балла для каждой).

Найден вес марсохода на Марсе − 3 балла.