

10 класс

КЛЮЧИ

### 1. Астрологические знаки

На рисунке Рис. 1 изображены зодиакальные созвездия: Aries – Овен, Taurus – Телец, Cancer – Рак, Leo – Лев, Libra – Весы, Scorpio – Скорпион, Capricorn – Козерог, Aquarius – Водолей.

*Ответ:* Овен, Телец, Рак, Лев, Весы, Скорпион, Козерог, Водолей.

*Критерии оценивания*

За каждое правильно названное созвездие – 1 балл.

### 2. Понедельник – день «тяжелый»

2016 год – високосный, поэтому в феврале было 29 суток. А так как первый понедельник месяца приходился на 1 февраля, то последующие понедельники наступили соответственно 8, 15, 22 и 29 февраля – всего 5 понедельников. В следующий раз такое событие произойдет через 28 лет. В 4 годах содержатся  $365 \times 4 + 1 = 1461$  календарных суток (можно и  $365,25 \times 4$ ). Но это число не делится нацело на 7. Значит, через ближайшие 4 года первое февраля будет уже другим днем недели. Итак, мы имеем два условных периода: 4 года и 7 дней недели. Можно понять, через период в  $4 \times 7 = 28$  лет день недели должен повториться (если в этот интервал не попали годы столетий, которые по григорианскому календарю не считаются високосными). Таким образом, пяти понедельников в феврале в следующий раз можно ожидать только в  $2016 + 28 = 2044$  году.

*Ответ:* в феврале 2016 года было пять понедельников, потому что год является високосным, а первый понедельник месяца приходится на 1 февраля. В следующий раз такое событие повторится через 28 лет в 2044 году.

*Критерии оценивания*

Правильное объяснение, почему в 2016 году было 5 понедельников – 2 балла.

Правильное определение 28 летнего периода повторения дней недели по дням года – 5 баллов.

Окончательное определение года, когда в феврале будет 5 понедельников – 1 балл.

### 3. Два спутника

Скорость искусственного спутника Земли (ИСЗ) по круговой орбите (круговая скорость) определяется  $v_c = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ , где  $G$  – постоянная тяготения или гравитационная постоянная,  $M$  – масса Земли,  $R$  – радиус Земли,  $h$  – высота орбиты. Как видно из формулы, от массы ИСЗ эта скорость не зависит. Так как спутники движутся по круговым орбитам одинакового радиуса ( $R+h$ ), то и скорости их будут одинаковы.

*Ответ:* Скорости спутников будут одинаковы.

*Критерии оценивания*

Запись формулы для круговой скорости – 4 балла.

Вывод об одинаковых скоростях спутников – 4 балла.

#### 4. Наклон эклиптики в Красноярске

На широте Красноярска звезды восходят и заходят под углом  $\theta = 90^\circ - \varphi = 34,0^\circ$  к горизонту. Под таким же углом наклонен к горизонту и небесный экватор (как один из кругов склонений). Эклиптика наклонена к экватору на  $23,5^\circ$ . Следовательно, максимальным будет угол:  $34,0^\circ + 23,5^\circ = 57,5^\circ$ . А минимальным:  $34,0^\circ - 23,5^\circ = 10,5^\circ$ .

Максимальным этот угол будет, когда на западе находится (заходит) точка весеннего равноденствия (далее эклиптика идет вверх от экватора). А минимальным – когда там же находится точка осеннего равноденствия (от нее эклиптика начинает свой спуск к югу от небесного экватора). Как известно, эти точки находятся в созвездиях Рыб и Девы соответственно.

*Ответ:* Максимальный угол наклона эклиптики к западному горизонту для наблюдателя в Красноярске составит  $57,5^\circ$ , а минимальный  $10,5^\circ$ . При максимальном угле на западе будет находиться созвездие Рыб, при минимальном угле – созвездие Девы.

##### *Критерии оценивания*

Верное определение максимального угла наклона эклиптики к горизонту – 2 балла.

Верное определение минимального угла наклона эклиптики к горизонту – 2 балла.

Верное определение созвездий – 2 балла за каждое созвездие.

#### 5. Определение широты по Полярной звезде

Поскольку Полярная удалена от полюса мира на  $90^\circ 00' 00'' - 89^\circ 15' 51'' = 44' 09''$  ( $44',15$ ), то каждые сутки она бывает видна на столько же выше или ниже северного полюса мира (точки, в которую направлена ось вращения Земли в северном полушарии). Если вспомнить, что длина дуги  $1^\circ$  меридиана составляет примерно 111 км (это значение можно вычислить, зная радиус Земли и приравняв длину земной окружности к  $360^\circ$ ), получим, что при измерениях высоты Полярной в моменты ее максимального удаления по высоте от северного полюса мира, ошибка в определении широты может составить:  $111 \text{ км} \cdot 44',15 / 60' = 81,7 \text{ км}$ . А так как Полярная звезда в течение суток максимально удаляется как в сторону увеличения высоты, так и в сторону уменьшения высоты, то ошибка может составить примерно  $\pm 82 \text{ км}$  или  $164 \text{ км}$ ! Это достаточно много, поэтому при реальных измерениях используются специальные таблицы, в которых дается поправка на каждый час каждого дня года с учетом времени наблюдения и прямого восхождения звезды.

*Ответ:* ошибка в местоположении на поверхности Земли может составить  $\pm 82 \text{ км}$  (или  $164 \text{ км}$ ).

##### *Критерии оценивания*

Верное определение диапазона изменения высоты Полярной звезды – 2 балла.

Знание или вычисление длины дуги  $1^\circ$  меридиана – 2 балла.

Верное определение ошибки в километрах – 4 балла (если не указан знак « $\pm$ » или весь диапазон ошибки, то за этот этап решения выставляется только 2 балла).

#### 6. Солнце и Сириус

Главное – понимать, что речь идет о разных параллаксах. Для Солнца – это так называемый горизонтальный экваториальный параллакс, когда за базис принимается экваториальный радиус Земли ( $6378 \text{ км}$ ). А для звезд – годичный параллакс (угол, под которым со звезды виден радиус земной орбиты, равный  $1 \text{ а.е.} = 149,6 \text{ млн. км}$ ). Дальнейшие расчеты можно проводить разными способами. Например, найти отношение параллаксов и масштабов:  $8'',79/0'',38 \approx 23$ ;  $149,6 \cdot 10^6 / 6378 \approx 23456$ . Тогда можно считать, что Сириус в  $23 \cdot 23456 \approx 540$  тысяч раз дальше, чем Солнце. Можно вычислить и другим способом, зная, что  $1 \text{ парсек} = 206265 \text{ а.е.}$  Расстояние до Сириуса  $1/0,38 \approx 2,63 \text{ парсек}$ . Тогда, как и ранее, получаем:  $206265 \cdot 2,63 \approx 540 \cdot 10^3 \text{ раз}$ .

*Ответ:* примерно в 540 тысяч раз.

##### *Критерии оценивания*

Указание, что параллакс Солнца – это горизонтальный экваториальный параллакс и понимание его сущности – 3 балла.

Указание, что параллакс Сириуса – это годичный параллакс и понимание его сущности – 3 балла.

Окончательное верное вычисление отношения расстояний (независимо от способа) – 2 балла.