ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2016-2017 УЧЕБНЫЙ ГОД
ОТВЕТЫ

11 КЛАСС	
№ задания	Максимальный балл
1.	8
2.	8
3.	8
4.	8
5.	8
6.	8
Итого:	48 баллов

ПОДРОБНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЙ

11 класс

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 названое 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 365×4+1 = 1461 календарных суток (можно и 365,25×4). 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 4×7 = 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. Самая далекая комета?

Из формулы для перигелийного расстояния $r_п = a\cdot(1 - e)$ можно получить значение большой полуоси орбиты кометы: $a = r_п/(1 - e)$ = 4,35/0,000017 ≈ 256 000 а.е. Откуда по III закону Кеплера определим период обращения кометы: $T = \sqrt{a^3} \approx$ 129,5 миллиона лет! Наибольшее (афелийное) расстояние может быть получено из формулы $r_A = a\cdot(1 + e) \approx 2\cdot a \approx$ 512000 а.е. Так как 1 световой год ≈ 63000 а.е., получим, что комета может удаляться от Солнца на расстояние 512000/63000 ≈ 8 световых лет! Это почти в два раза дальше, чем расстояние до ближайшей звезды!

Ответ: период обращения кометы составляет 129,5 миллиона лет, а ее максимальное удаление от Солнца составляет около 512000 а.е или, примерно, 8 световых лет, что, почти, в 2 раза больше чем, расстояние до ближайшей звезды.

Критерии оценивания

Правильное определение большой полуоси орбиты – 2 балла.

Правильное определение периода обращения кометы – 2 балла.

Правильное определение афелийного расстояния – 2 балла.

Окончательный верный вывод о максимальной удаленности кометы в сравнении с ближайшей звездой – 2 балла.

4. Зайдет или не зайдет?

Известно, что на широте φ в зените видны звезды, склонение которых $\delta = \varphi$. Предположим, что наблюдатель находится в северном полушарии Земли и наблюдает незаходящие за горизонт звезды. Из формулы, определяющей высоту светила в нижней кульминации: $h = \delta - (90° - \varphi) = \delta - 90° + \varphi$ и условия $h \geq 0°$, получаем (с учетом $\delta = \varphi$): $\delta - 90 + \varphi = 2\varphi - 90° \geq 0°$, или $2\varphi \geq 90°$. Другими словами, $\varphi \geq 45°$. Таким образом, для наблюдателя на широте более или равной 45° с.ш. все звезды, которые он видит в зените, являются незаходящими. А для наблюдателей с широтой от экватора до 45° с.ш. – все звезды, которые они могут видеть в зените, являются заходящими. Ситуация с южным полушарием выглядит аналогично. Таким образом, для всех наблюдателей на Земле, находящихся на географических широтах от ± 45° и до полюсов – зенитные звезды являются незаходящими за горизонт.

Ответ: для наблюдателя, находящихся на географических широтах от ± 45° и до полюсов, звезды, видимые в зените, являются незаходящими за горизонт.

Критерии оценивания

Знание, что в зените видны звезды, склонение которых равно широте места наблюдения – 2 балла.

Вывод, с пояснениями, что для наблюдателя $\varphi \geq 45°$ с.ш., звезды, видимые в зените, являются незаходящими – 4 балла.

Учет южного полушария Земли – 2 балла.

5. Вега вместо Солнца

Сначала переведем расстояние до звезды в парсеки, вспомнив, что 1 парсек равен 3,26 световых года: $D = 25 / 3{,}26 \approx 7{,}7$ пк. Затем вычислим абсолютную звездную величину Веги: $M = m + 5 - 5 \cdot \lg(D) = 0 + 5 - 5 \cdot \lg(7{,}7) \approx +0{,}6^m$. Разница абсолютных звездных величин Веги и Солнца (данные для Солнца можно взять из Приложения 1) составляет 4,7 – 0,6 =4,1. Другими словами, светимость Веги больше светимости Солнца в $2{,}512^{4{,}1} \approx 44$ раза. А так как энергия убывает пропорционально квадрату расстояния, можно утверждать, что такое же количество энергии/тепла Земля получала бы от Солнца, если бы она была примерно в $\sqrt{44} \approx 6{,}6$ раз ближе к Солнцу, чем сегодня. Что соответствует расстоянию 1/6,6 = 0,152 а.е. от Солнца, а так как Меркурий находится в 0,387 а.е. от Солнца (см. Таблицу 2 Приложения 1), то это в 0,387/0,152 ≈ 2,5 раза ближе орбиты Меркурия. Таким образом, если бы вместо Солнца была бы Вега, то Земля получала бы на каждый квадратный метр своей поверхности примерно в $2{,}5^2 \approx 6$ раз больше энергии, чем получает сегодня Меркурий от Солнца!

Примечание: очевидно, что показанные в фильме кадры не соответствуют действительности.

Ответ: Земля бы получала в 6 раз больше энергии, чем получает сегодня Меркурий от Солнца.

Критерии оценивания

Правильное вычисление абсолютной звездной величины Веги – 2 балла.

Правильное вычисление, во сколько раз светимость Веги больше солнечной – 2 балла.

Верное вычисление, во сколько раз больше энергии получала бы Земля в сравнении с Меркурием – 4 балла.

6. Сихотэ-Алинский метеорит

Сначала вычислим разности координат и переведем их в расстояние между указанными точками: $\Delta\varphi = 46°10' - 45°56' = 14'$ и $\Delta\lambda = 134°39' - 133°44' = 55'$. С учетом того, что длина дуги в 1° на земной поверхности ≈ 111 км и что разницу в долготе надо умножить на $\cos(\varphi)$, т.к. расстояние между меридианами уменьшается к полюсам, получим: $\Delta\varphi = 111 \times 14/60 \approx 25{,}9$ км по широте и $\Delta\lambda = (111 \times 55/60) \cdot \cos(46°) \approx 70{,}7$ км по долготе. Округлив эти значения до 26 и 71 км, оценим расстояние до взрыва по теореме Пифагора: $d = \sqrt{26^2 + 71^2} \approx 76$ км.

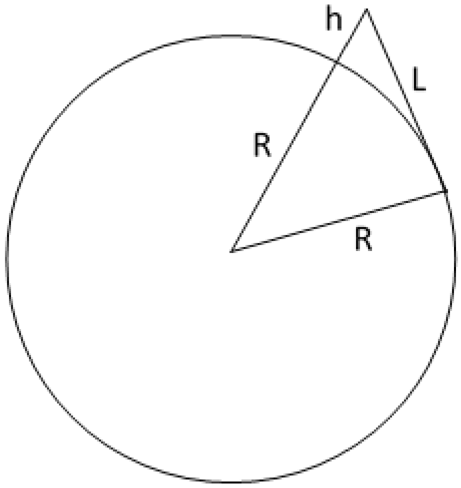

Рис. 4

Построив вспомогательный рисунок (Рис. 4), несложно получить: $R^2 + L^2 = (R+h)^2 = R^2 + 2Rh + h^2$. Пренебрегая малой величиной h^2 по отношению к размерам Земли ($h^2 \approx 0$), получаем: $h = L^2 / 2R$, или (76 км)^2 / 12742 км ≈ 0,45 км. Другими словами – болид взорвался на высоте «всего лишь» около 500 метров над землей.

P.S. В литературе про эпицентр взрыва болида написано: «В головной части эллипса рассеяния, площадью около квадратного километра, получившей название кратерного поля, было обнаружено 106 кратеров и воронок диаметром от 1 до 28 метров, причём глубина самой большой воронки достигала 6 метров».

Ответ: высота взрыва болида составила около 500 м.

Критерии оценивания

Знание величины длины дуги в 1° на земной поверхности – 1 балл.

Учет $\cos(\varphi)$ при вычисление расстояния между меридианами – 1 балл.

Верное вычисление расстояния между Иманом и эпицентром взрыва – 2 балла.

Правильное построение рисунка (или текстовое пояснение) – 2 балла.

Верное вычисление высоты взрыва – 2 балла.

Задания подготовили

Председатель предметно-методической комиссии
регионального этапа всероссийской олимпиады школьников
в Красноярском крае по астрономии,
кандидат технических наук, доцент С.В. Бутаков

Председатель жюри регионального этапа
всероссийской олимпиады школьников
в Красноярском крае по астрономии,
член Российской Ассоциации учителей астрономии,
заслуженный педагог Красноярского края С.Е. Гурьянов

С замечаниями, пожеланиями, предложениями и вопросами можно обращаться по адресу: butakov@kspu.ru или по тел. 8-904-897-97-60.