

Ключи к заданиям 7 класса

1. Условие: В 2023 году японский астроном сообщил о наблюдении вспышки сверхновой в галактике «Вертушка» (M101) в созвездии Большой Медведицы. Сколько лет назад произошла эта вспышка? (Расстояние до M101 — 6,4 мегапарсека).

Решение: Расстояние до галактики выразим в километрах $r = 1.97 \cdot 10^{20}$ км. Поскольку световой сигнал распространяется со скоростью c , то время его прохождения $\Delta t = r/c$. Численно $\Delta t = 6,59 \cdot 10^{14}$ с. Переведём секунды в года — разделим число на 365.24, затем на 24 и 3600, получим $2,09 \cdot 10^7$ лет = 20,9 млн лет.

Альтернативное решение: Расстояние до галактики выразим в световых годах: $r = 6,4 \text{ Мпк} \cdot 3,26 = 20,9$ млн св. лет. Световой сигнал распространяется со скоростью света, значит, он проходит один световой год за год. Поэтому вспышка произошла 20,9 млн лет назад.

Критерии оценивания:

4 балла – правильный перевод расстояния из парсек в километры или в световые года.

2 балла – использование скорости света и формулы пути, либо утверждение, что свет проходит один световой год за год.

2 балла – верный численный ответ. Допустимая погрешность ± 1 млн лет без снятия баллов.

2. Условие: В 2004 году в феврале было 5 воскресений. Когда такое событие повторится в следующий раз?

Решение: Для решения задачи нужно понимать, что февраль может иметь 28 или 29 дней (в високосном году). Наличие 5 воскресений в феврале означает, что 1-е февраля должно быть воскресеньем, а значит и 29-е тоже. Значит, год должен быть високосный, и 1 февраля должно выпасть на воскресенье.

Каждый обычный год сдвигает календарь на один день, а високосный — на два. Следующий високосный год после 2004 будет 2008, к этому моменту календарь сдвинется на $2+1+1+1=5$ дней. Значит, февраль начнется с пятницы. Этот год не подходит. Проверим следующие года:

- * 2012 год: 1 февраля – среда.
- * 2016 год: 1 февраля – понедельник.
- * 2020 год: 1 февраля – суббота.
- * 2024 год: 1 февраля – четверг.
- * 2028 год: 1 февраля – вторник.
- * 2032 год: 1 февраля – воскресенье.

Таким образом, следующее событие с 5 воскресеньями в феврале произойдет в 2032 году.

Критерии оценивания: 2 балла – за верное утверждение, что год должен быть високосным.

2 балла – за верное определение, на какое количество дней смещается календарь в зависимости от года (+1 день в обычный год, +2 в високосный).

2 балла – за правильный подсчет начала месяца для года (1 балл за правильное определение високосных годов, 1 балл за правильные дни недели).

2 балла – за верный ответ.

3. Условие: Определите зенитные расстояния верхней и нижней кульминации звезды α Персея ($\delta = 49^\circ 51'$) в Новосибирске ($\varphi = 55^\circ$). Является ли эта звезда заходящей? Незаходящей? Невосходящей?

Решение: Зенитное расстояние $Z = 90^\circ - h$, где h — высота светила.

Вычислим значение угла $(90^\circ - \varphi) = 35^\circ$ для Новосибирска и сравним его со значением склонения звезды. Склонение α Персея больше этого угла, следовательно, звезда незаходящая.

Тогда, $h_{\text{вк}} = 90^\circ - \varphi + \delta$, $h_{\text{нк}} = \delta - (90^\circ - \varphi)$

$$h_{\text{вк}} = 90^\circ + 49^\circ 51' - 55^\circ = 84^\circ 51'$$

$$h_{\text{нк}} = 49^\circ 51' - (90^\circ - 55^\circ) = 14^\circ 51'$$

$$Z = 90^\circ - 84^\circ 51' = 5^\circ 9' \text{ для верхней кульминации}$$

$$Z = 90^\circ - 14^\circ 51' = 75^\circ 9' \text{ для нижней кульминации}$$

Критерии оценивания:

2 балла – за доказательство (любым методом), что звезда незаходящая.

2 балла – за верное определение верхней кульминации (1 балл за верную формулу, 1 балл за верный ответ).

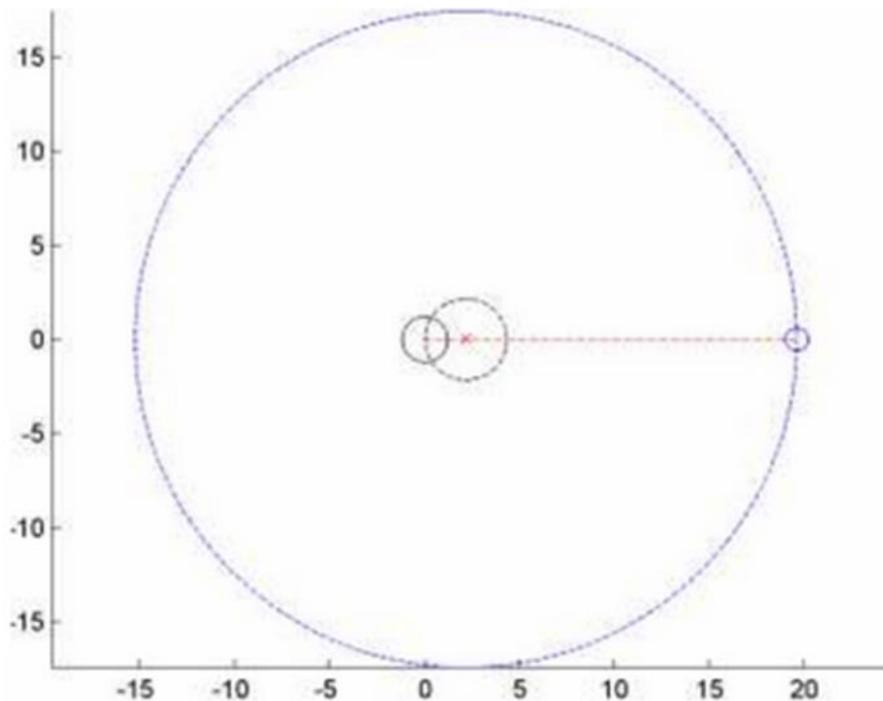
2 балла – за верное определение нижней кульминации (1 балл за верную формулу, 1 балл за верный ответ).

2 балла – за определение величины зенитных расстояний (1 балл за верхнее, 1 балл за нижнее).

4. Условие: В Солнечной системе, кроме двойной системы Земля — Луна, есть двойная система Плутон — Харон. Харон — довольно крупный спутник для своего родительского тела. Изобразите эту двойную систему в масштабе с орбитами. Центр масс двойной системы делит расстояние между ними примерно в пропорции 1:8.

Решение: Параметры системы приведены в справочных данных. Центр масс двойной системы делит расстояние между телами примерно в пропорции 1:8, значит, центр масс находится на расстоянии $19\,591,4 \text{ км} / 8 = 2,45 \text{ тыс. км}$. от центра Плутона. Радиус Плутона же примерно равен $1,2 \text{ тыс км}$, значит, центр масс системы находится от центра Плутона примерно на расстоянии двух его радиусов (вне планеты).

Тогда получим такую схему:

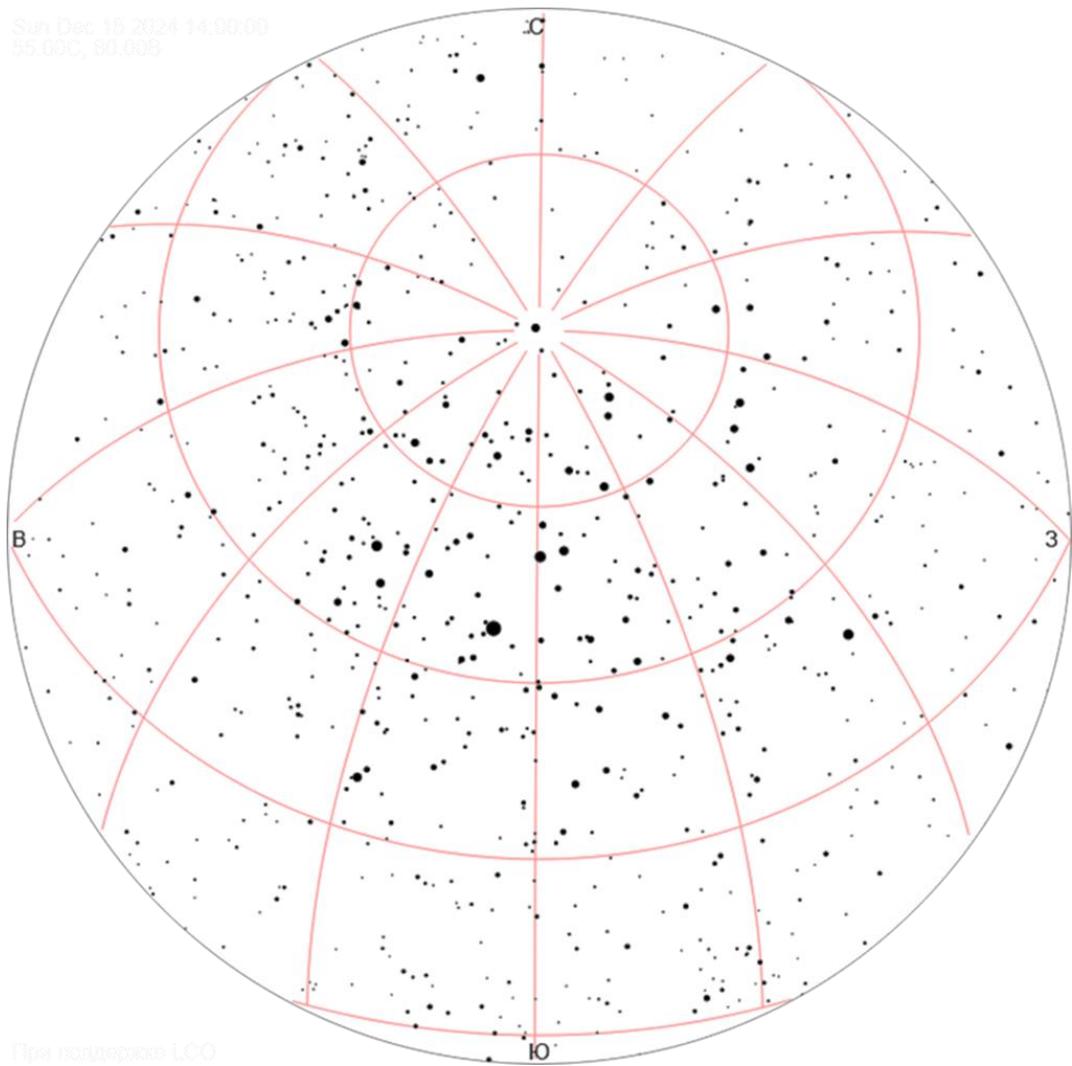


Критерии оценивания: 2 балла – за верные рассуждения о том, что центр масс находится за пределами Плутона.

6 баллов – за построение схемы (2 балла – за изображение Плутона и Харона на верном расстоянии, 2 балла – за изображение центра масс, 2 балла – за орбиту Харона). Совсем идеального соблюдения масштаба требовать не надо, главное, чтобы барицентр был вне Плутона и соотношения радиуса Плутона и двух расстояний до центра масс были близки к 1:2:16. То, что на графике Плутон и Харон находятся на противоположных сторонах своих орбит – важно (–2 балла за несоблюдение этого условия), т.к. неподвижный центр масс должен находиться между ними.

5. Условие: На рисунке изображено небо над Новосибирском 15 декабря в 14 часов. В каком месяце такое небо можно увидеть вечером (в 22:00)? Ответ обоснуйте.

Sun Dec 15 2024 14:00:00
55.000, 80.000



При поддержке ICSO

Решение № 1: На карте виден Осенне-летний треугольник (Денеб, Вега, Альтаир) на юге, слева от меридиана. В задаче спрашивается о видимости в вечернее время, а это примерно с 18:00 до 24:00. Учитывая временной промежуток и нахождение Осенне-летнего треугольника на небе, можно сказать, что такое небо будет с середины июля до середины августа. Так как в летнее время заход Солнца происходит поздно, а в осеннее такое положение треугольника приходится на светлое время суток. Если быть точным такое небо будет в августе (в 22:00).

Решение № 2: Звёздные сутки — период полного суточного оборота небесной сферы с точки зрения наблюдателя — составляют около 23 ч 56 м. То есть если каждые следующие сутки смотреть на небо на 4 минуты по местному (солнечному) времени раньше, чем в предыдущий день, картина неба над головой не поменяется. Приведённое небо соответствует 14:00 15

декабря, значит, месяц назад (15 ноября) такая картина реализовалась в 14:00 + 4 мин * 30 дней = 16:00. Аналогичными расчётами получаем:

* 15 октября — около 18:00

* 15 сентября — около 20:00

* 15 августа — около 22:00, что и требуется в условии задачи.

Значит, нужный нам месяц — это август.

Критерии оценивания:

Решение № 1.

2 балла – за указание ориентира (Осенне-летний треугольник, ковш Большой Медведицы или другой характерный ориентир)

2 балла – за верное рассуждение, когда можно увидеть Осенне-летний треугольник вечером.

2 балла – за верные рассуждения о видимости в вечернее время и определение летних месяцев

2 балла – за верный ответ (не обязательно указывать точное время, главное, чтобы был указан месяц август).

Решение № 2.

2 балла — за верное использование понятия «звёздные сутки»;

2 балла — за использование смещения в 4 минуты (или 3 мин 56 сек) за одни солнечные сутки;

2 балла — за вычисление смещения в часах за месяц (2 ч / мес); если не тот знак смещения, эти два балла не ставятся;

2 балла — итоговый ответ (август).