



Рекомендации для участников Олимпиады Школы ЦПМ по профилю «Астрономия и астрофизика»

Введение

Олимпиада Школы ЦПМ по профилю «Астрономия и астрофизика» — это соревнование, направленное на развитие глубокого понимания законов движения небесных тел, фундаментальных физических процессов в звёздах и галактиках, методов астрономических наблюдений и анализа данных.

Профиль будет интересен школьникам, которые увлекаются космосом, астрономией и астрофизикой, астрономическими наблюдениями, физикой и математикой, хотят научиться делать количественные оценки, понимать строение и динамику Вселенной, стремятся применять физические модели к анализу небесных явлений.

Уровень сложности и тематическое содержание заданий олимпиады примерно соответствует региональному этапу Всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

Структура вариантов олимпиадных заданий

В 2025/2026 учебном году олимпиада проводится в один очный письменный тур, включающий 5–6 задач. Продолжительность тура — 180 минут.

Решения задач оцениваются по критериям, разработанным методической комиссией олимпиады, с учётом корректности решения, логики рассуждений, физической аргументации, аккуратности вычислений и выводов.

Итоговый результат рассчитывается как сумма баллов за каждое из заданий. Максимальный итоговый результат — 100 баллов.



Перечень и содержание тем

7 класс

Классическая астрономия

Звёздное небо. Объекты, наблюдаемые на дневном и ночном небе: Солнце, Луна, звёзды, планеты, искусственные спутники Земли, метеоры, кометы, Млечный Путь, туманности, галактики. Созвездия, наиболее яркие звёзды и характерные объекты неба Земли, характерные условия их видимости в России и других странах мира. Ориентирование по Полярной звезде. Некоторые яркие звёзды и другие объекты, видимые из Северного и Южного полушарий Земли.

Земля, её свойства и движение. Три базовых факта о Земле: шарообразная форма, вращение вокруг своей оси и вокруг Солнца. Форма и размеры Земли. Смена времен года, равноденствия и солнцестояния. Основные единицы времени: солнечные сутки и тропический год. Видимый путь Солнца по небу, зодиакальные созвездия.

Луна, её свойства и движение. Движение Луны вокруг Земли и осевое вращение Луны. Смена фаз Луны. Синодический месяц. Основные типы солнечных и лунных затмений, условия их наступления.

Строение Вселенной

Солнце и планеты. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы мира. Строение Солнечной системы: Солнце; планеты и их спутники; карликовые планеты; астероиды, кометы и другие малые тела. Астрономическая единица. Расстояние от Солнца, строение и (качественно) физические характеристики планет. Наблюдение планет, их видимое отличие от звёзд. Крупнейшие спутники планет. Искусственные объекты космоса: спутники, зонды, автоматические межпланетные станции. Исследование ближнего космоса.

Звёзды и расстояния до них. Характерные расстояния до ближайших звёзд в сравнении с масштабами Солнечной системы, принципы измерения расстояний. Скорость света, световой год, его связь с астрономической единицей. Характеристики звёзд: масса, радиус, температура. Представление



о двойных звёздах и экзопланетах. Звёздные скопления, их основные свойства.

Объекты далёкого космоса. Каталог Мессье, его самые известные объекты. Туманности. Галактики, их основные свойства и типы. Представление о расстояниях до галактик и масштабах Вселенной.

Смежные вопросы физики. Понятия массы и плотности. Объём и плотность шарообразного тела. Прямолинейное распространение света, понятие о преломлении света.

Небесная сфера I

Географические координаты. Градусная и часовая мера угла. Широта и долгота на поверхности Земли. Полюса, экватор, параллели и меридианы. Географическое положение континентов и крупнейших стран мира (качественно). Фигура Земли. Экваториальный и полярный радиусы. Длина окружности экватора, меридиана.

Горизонтальные координаты на небесной сфере. Понятие небесной сферы. Основные точки на небесной сфере: зенит, надир, полюсы мира. Стороны горизонта, небесный меридиан. Изменение вида звёздного неба в течение суток и в течение года. Подвижная карта звёздного неба. Суточное движение небесных светил, восход, заход, кульминации. Высота и астрономический азимут светила. Полюс мира, его высота над горизонтом. Истинный и математический горизонт. Представление об атмосферной рефракции, её величина у горизонта.

Смежные вопросы математики. Градусная и часовая мера угла. Понятие сферы, большие и малые круги. Формула для длины окружности. Теорема о равенстве углов со взаимно перпендикулярными сторонами.

Небесная сфера II

Угловые измерения на небе. Угловые расстояния между небесными объектами. Угловые размеры объекта, их связь с линейными размерами (при известном расстоянии; малые углы).



Параллакс и геометрические способы измерения расстояний. Определение радиуса Земли из астрономических наблюдений. Зависимость расстояния до видимого горизонта и его положения от высоты наблюдения на Земле. Общее понятие параллакса. Геометрический метод определения расстояний до астрономических объектов. Горизонтальный и годичный параллакс. Парсек, его связь с астрономической единицей и световым годом. Характерные значения суточного параллакса близких объектов (Солнца, Луны, искусственных спутников Земли) и годичного параллакса ближайших звёзд. Влияние суточного параллакса близких светил на их высоту над горизонтом.

Экваториальные координаты на небесной сфере. Большие и малые круги небесной сферы, принципы построения систем сферических координат. Склонение и часовой угол. Высоты светил в верхней и нижней кульминации для любой точки Земли, незаходящие и невосходящие светила. Угол между линиями небесного экватора и горизонта в точке их пересечения в зависимости от широты места. Выражения для углового расстояния между двумя точками неба для элементарных случаев (близкие точки, точки на горизонте или экваторе, на одном азимуте, меридиане или круге склонения). Стереографическая проекция.

Экваториальные координаты и время. Прямое восхождение светила и звёздное время. Соотношение между звёздными и солнечными сутками. Местное солнечное время. Всемирное время, поясное и декретное время. Часовые пояса и зоны, гражданское (административное) время, линия перемены дат. Сезонный перевод часов. Юлианские дни.

Видимое движение Солнца и эклиптические координаты. Эклиптика, её положение в экваториальной системе координат. Полюса эклиптики, их положение на небе. Гелиоцентрическая система координат в Солнечной системе. Тропики и полярные круги на Земле. Изменение склонения Солнца в течение года, полярный день, полярная ночь. Климатические и астрономические пояса Земли.

Основы летоисчисления и измерения времени. Календарные год, месяц и сутки, их соотношение с тропическим годом, синодическим месяцем и солнечными сутками. Системы различных календарей. Високосный год, юлианский и григорианский календарь. Солнечные часы.



Смежные вопросы математики. Радианная и часовая мера угла. Угловой размер тела. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Элементы тригонометрии. Стандартная запись числа. Математические операции со степенями. Пользование непрограммируемым инженерным калькулятором.

Кинематика Солнечной системы

Кинематика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит).

Упрощённая запись III закона Кеплера для круговой орбиты (как эмпирический факт). Угловая и линейная скорость планеты относительно Солнца. Синодический и сидерический период планеты. Внутренние и внешние планеты. Конфигурации и условия видимости планет.

Малые тела Солнечной системы (приближение круговых орбит). Движение

карликовых и малых планет (в предположении круговой орбиты).

Представление о движении комет и метеорных потоках. Внешние области Солнечной системы. Пояс Койпера, облако Оорта.

Движение Луны и спутников планет (приближение круговых орбит).

Синодический и сидерический периоды Луны, их связь. Солнечные и лунные затмения. Величина фазы, продолжительность, стадии затмения. Характерные расстояния и периоды обращения спутников планет. Определение скорости света на основе анализа движения спутников планет.

Смежные вопросы математики. Подобие треугольников. Возведение в степень, квадратные и кубические корни.

Смежные вопросы физики. Понятие периода движения по окружности, угловой скорости равномерного кругового движения. Прямолинейное распространение света.

8 класс

В дополнение к вышеприведённым темам:

Небесная механика I

Закон всемирного тяготения, движение по круговой орбите. Закон всемирного тяготения. Ускорение свободного падения и сила тяжести на различных небесных телах. Круговая (первая космическая) и угловая



скорость. Вес и невесомость. Связь атмосферного давления на поверхности планеты и силы тяжести, оценка массы атмосферы.

Механика планет в Солнечной системе (приближение круговых орбит).

Период обращения, выражение III закона Кеплера в обобщённой формулировке для круговых орбит. Линейная скорость планеты относительно Земли. Петлеобразное движение планет, геоцентрическая угловая скорость планеты на небе в момент основных конфигураций.

Движение искусственных спутников и Луны вокруг Земли (приближение круговой орбиты). Движение спутников планет. Приливы, их периодичность. Искусственные спутники Земли на низких орбитах, их видимое движение на небе. Торможение спутников в атмосферах планет. Геостационарные спутники.

Смежные вопросы математики. Сложение и вычитание векторов.

Смежные вопросы физики. Закон всемирного тяготения, законы Ньютона. Сила тяжести, вес тела. Величина ускорения свободного падения, центростремительного ускорения. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Первая космическая (круговая) скорость.

Астрономическая оптика I

Схемы и принципы работы телескопов. Линзы и зеркала, простейшие оптические схемы телескопов – рефракторов и рефлекторов. Построение изображений, фокусное расстояние. Угловое увеличение, масштаб изображения, разрешающая способность телескопа. Выходной зрачок, равнозрачковое увеличение. Представление об ограничении разрешающей способности телескопа (качественно), атмосферное ограничение разрешающей способности. Вид различных небесных объектов в телескоп. Представление о приемниках излучения (глаз, ПЗС-матрица и т.д.). Некоторые виды монтировок (альт-азимутальная, экваториальная).

Смежные вопросы физики. Законы геометрической оптики. Отражение и преломление света на границе двух сред. Плоские и сферические зеркала, линзы. Построение изображений.



9 класс

В дополнение к вышеприведённым темам:

Звёздная астрономия

Энергия излучения. Понятия мощности излучения (светимости), энергетического потока излучения, плотности потока излучения, освещённости, яркости. Убывание плотности потока излучения обратно пропорционально квадрату расстояния (без учёта поглощения).

Шкала звёздных величин. Видимая звёздная величина. Формула Погсона. Видимые звёздные величины наиболее ярких звёзд и планет. Поверхностная яркость, её независимость от расстояния, звёздная величина фона ночного неба.

Зависимость звёздной величины от расстояния. Зависимость звёздной величины от расстояния до объекта в отсутствие поглощения. Модуль расстояния. Изменение видимой яркости планет при их движении вокруг Солнца (без учёта фазы, случай круговых орбит). Абсолютная звёздная величина звезды, абсолютная звёздная величина тела Солнечной системы.

Электромагнитные волны. Длина волны, период и частота, скорость распространения в вакууме и в среде, показатель преломления. Диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, длины волн и цвета. Прозрачность земной атмосферы для различных диапазонов электромагнитных волн.

Излучение абсолютно чёрного тела. Закон Стефана–Больцмана. Эффективная температура и радиус звезды. Светимость звезды и освещённость от неё, связь с абсолютной и видимой звёздной величиной.

Солнце. Строение и химический состав. Поверхность Солнца, пятна, их температура и время жизни. Циклы солнечной активности. Вращение Солнца. Солнечная постоянная.

Движение звёзд. Эффект Доплера. Лучевая и трансверсальная скорость звезды. Собственное движение и параллакс звезды.

Двойные и затменные переменные звёзды. Движение двух тел сопоставимой массы для случая круговых орбит. Центр масс. Обобщенный III



закон Кеплера для кругового движения. Затменные переменные звёзды, главный и вторичный минимум, их глубина и длительность.

Планеты и экзопланеты. Сферическое и геометрическое альbedo. Зона обитаемости. Качественное понятие о парниковом эффекте. Движение экзопланет вокруг звёзд для случая круговых орбит. Транзиты экзопланет, их временные и фотометрические свойства, условия наблюдения.

Звёздные скопления. Характеристики и наблюдаемые свойства рассеянных и шаровых звёздных скоплений и входящих в них звёзд. Расположение скоплений на небе. Метод группового параллакса определения расстояний до скоплений.

Основы галактической астрономии. Представление о строении нашей Галактики. Движение Солнца в Галактике.

Смежные вопросы математики. Логарифмическое исчисление. Площадь поверхности сферы. Телесный угол. Приближенные вычисления. Правила округления, число значащих цифр. Степенная запись и приближенные вычисления с большими и малыми числами. Анализ графиков.

Смежные вопросы физики. Общее понятие энергии, мощности, потока энергии, плотности потока энергии, яркости, освещенности. Понятие об электромагнитных волнах, длина волны, период и частота, скорость распространения, диапазоны электромагнитных волн. Понятие об абсолютно чёрном теле. Виды теплопередачи. Эффект Доплера. Понятие центра масс.

Астрономическая оптика II

Ограничение разрешающей способности телескопа. Понятие о дифракции. Дифракционное ограничение разрешающей способности телескопа.

Светосила и проникающая способность телескопа. Относительное отверстие телескопа, его проникающая способность. Видимый блеск точечных и протяжённых источников при наблюдении в телескоп. Представление об ограничениях на проникающую способность телескопа (фон ночного неба).

Основные приёмники излучения. Свойства и строение человеческого глаза. Дневное и ночное зрение. Равнозрачковое увеличение телескопа.



Фотоаппараты. Диафрагма, время экспозиции. ПЗС-матрицы, строение и принципы работы. Отношение сигнал/шум. Аберрации оптики. Виньетирование, глубина резкости.

Смежные вопросы физики. Понятие об интерференции и дифракции. Пределы применимости геометрической оптики. Понятие о дифракции света. Свойства и строение человеческого глаза. Аберрации оптики.

Список литературы и источников

Некоторые полезные источники для подготовки к олимпиаде:

- Базовый курс по астрономии от Центра педагогического мастерства г. Москвы
- *Кононович Э. В., Мороз В. И.* Общий курс астрономии
- *Куликовский П. Г.* Справочник любителя астрономии
- Открытые учебно-тренировочные курсы-тренажёры проекта astroedu