

Методическая программа Всероссийской олимпиады школьников по астрономии

Примечание. Темы разделены по параграфам, соответствующим возрастным параллелям (от 5-6 до 11 класса). Если для части темы указан определенный этап олимпиады, она может быть задействована в заданиях этого и более поздних этапов олимпиады вплоть до заключительного. Любая из тем может быть задействована на любом этапе олимпиады в более старшей возрастной параллели.

§ 1. 5-6 классы (только школьный этап).

1.1. Основные объекты звездного неба.

Созвездия и наиболее яркие звезды неба. Условия их видимости в разные сезоны года. Ориентирование на местности по полярной звезде. Астеризмы. Видимые отличия планет от звезд.

1.2. Видимое движение Солнца по небу.

Эклиптика, зодиакальные созвездия. Положение Солнца в созвездиях в зависимости от времени года.

1.3. Солнечная система.

Структура и состав Солнечной системы. Астрономическая единица. Планеты Солнечной системы: радиусы орбит, физические характеристики (размеры, форма, масса, плотность, период вращения). Обращение Земли вокруг Солнца, как причина смены времен года. Крупнейшие спутники планет. Системы мира Птолемея и Коперника.

1.4. Основы летоисчисления.

Календарный год. Високосные и невисокосные года. Юлианский и григорианский календари.

1.5. Вращение Земли.

Полюс и экватор. Смена дня и ночи. Изменение вида звездного неба в течении суток.

1.6. Основные сведения о Луне.

Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны. Солнечные и лунные затмения.

1.7. Начальные представления о структуре Вселенной.

Основные типы объектов Вселенной (звезды, галактики). Характерные пространственные масштабы.

§ 2. 7 класс (школьный и муниципальный этапы).

2.1. Земля как планета.

Школьный этап: Фигура Земли. Экваториальный и полярный радиусы. Географические координаты.

2.2. Основы сферической астрономии.

Школьный этап: Основные точки и линии на небесной сфере (горизонт, небесный меридиан, зенит, полюс мира, стороны света). Понятие высоты объекта над горизонтом. Связь высоты полюса мира над горизонтом с широтой наблюдателя.

Муниципальный этап: Суточные пути светил на небесной сфере на разных широтах. Восход, заход, кульминация. Годичное движение Солнца по небу. Равноденствия и солнцестояния. Полярный день и полярная ночь. Тропик и полярный круг.

2.3. Оптические явления в атмосфере Земли.

Школьный этап: Радуга, солнечные и лунные гало, ложное Солнце (паргелий) и ложная Луна (парселений), световые столбы. Серебристые облака. Полярные сияния.

2.4. Солнце и звезды, их физические характеристики.

Школьный этап: Масса, радиус, температура Солнца.

Муниципальный этап: Основные характеристики звезд: Масса, размеры (гиганты, карлики), температура, цвет (качественно).

2.5. Малые тела Солнечной системы.

Школьный этап: Определение планеты и карликовой планеты. Свойства и основные характеристики карликовых планет, астероидов и комет, условия их наблюдений. Главный пояс астероидов, пояс Койпера и облако Оорта. Происхождение и эволюция комет. Метеоры и метеорные потоки на Земле. Радиант метеорного потока. Метеориты.

2.6. Электромагнитное излучение и система расстояний в астрономии.

Школьный этап: Скорость света, световой год. Характерные расстояния до объектов Вселенной в световых годах.

Муниципальный этап: Шкала и диапазоны электромагнитных волн. Парсек и метод годичного параллакса измерения расстояний до звезд. Соотношение между парсеком и световым годом. Пространственно-временные масштабы Вселенной.

2.7. Общие сведения по математике.

Школьный этап: Единицы измерения углов (часовые и градусные), их части. Длина окружности.

Муниципальный этап: Линейные уравнения. Решение систем линейных уравнений.

§ 3. 8 класс (школьный и муниципальный этапы).

3.1. Небесная сфера.

Школьный этап: Понятие небесной сферы. Большие и малые круги на небесной сфере. Угловые расстояния между объектами на небесной сфере.

Муниципальный этап: Координаты на поверхности сферы аналогично широте и долготе на Земле. Горизонтальная и экваториальная система координат. Высота, азимут, часовой угол, прямое восхождение и склонение точек небесной сферы. Высоты светил в верхней и нижней кульминации. Рефракция (основные свойства). Незаходящие и невосходящие светила.

3.2. Шкалы времени в астрономии.

Школьный этап: Осевое вращение Земли и солнечные сутки. Местное и поясное время. Связь с географической долготой. Декретное время, часовые пояса и часовые зоны.

Муниципальный этап: Звездное время, звездные сутки. Изменение условий видимости звезд в течение года. Зимние, весенние, летние и осенние созвездия. Подвижная карта звездного неба.

3.3. Основы небесной механики.

Школьный этап: Законы Кеплера в простой формулировке для круговых орбит. Первая космическая скорость.

Муниципальный этап: Закон всемирного тяготения. Обобщенные законы Кеплера. Движение по эллипсу и параболе. Эллипс, его основные точки, большая и малая полуоси, эксцентриситет. Парабола как предельный случай эллипса. Вторая космическая скорость. Определение масс небесных тел на основе закона всемирного тяготения.

3.4. Солнечная система.

Школьный этап: Определение расстояний до тел Солнечной системы (методы радиолокации и суточного параллакса). Угловые размеры планет. Связь угловых и линейных размеров космических объектов.

Муниципальный этап: Упрощенная запись III закона Кеплера для планет Солнечной системы. Видимое движение планет, их конфигурации. Сидерический, синодический периоды планет, связь между ними. Перелеты между планетами. Расчеты времени межпланетных перелетов по эллипсам Гомана.

3.5. Система Земля-Луна.

Школьный этап: Синодический и сидерический периоды Луны. Эксцентриситет орбиты Луны, точки перигея и апогея.

3.6. Общие сведения о глазе и оптических приборах.

Школьный этап: Глаз как оптический прибор. Устройство простейших оптических приборов для астрономических наблюдений. Линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые телескопы.

Муниципальный этап: Оптические схемы телескопов. Параметры оптических систем и изображений: фокусное расстояние, относительное отверстие, угловое увеличение, масштаб изображения, предельное угловое разрешение, размеры дифракционного изображения. Ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность.

3.7. Общие сведения по математике.

Школьный этап: Запись больших чисел, математические операции со степенями. Приближенные вычисления. Число значащих цифр. Пользование инженерным калькулятором.

Муниципальный этап: формулы для синуса и тангенса малых углов. Квадратные уравнения. Подобие фигур. Прямоугольный треугольник. Теорема Пифагора. Площади простейших геометрических фигур: треугольник, круг.

§ 4. 9 класс.

4.1. Уравнение времени.

Муниципальный этап: Истинное и среднее солнечное время, причины их различия. Уравнение времени, его характерная величина в разные периоды года. Аналемма.

Заключительный этап: математическое выражение для уравнения времени.

4.2. Движение Земли и эклиптические координаты.

Муниципальный этап: Тропический и звездный год, прецессия оси Земли. Нутация (качественно). Принципы построения календарей. Солнечный, лунный и лунно-солнечный календари. Юлианские даты.

Региональный этап: Эклиптическая система координат. Абберрация света.

4.3. Небесная механика.

Региональный этап: элементы орбит в общем случае. Скорость движения в точках перигея и апогея. Законы сохранения энергии и момента импульса. Движение по гиперболе. Наклонение орбиты, линия узлов. Прохождения планет по диску Солнца, условия наступления. Третья космическая скорость для Земли и других тел Солнечной системы.

4.4. Движение Луны.

Региональный этап. Наклонение орбиты, линия узлов. Луны Либрации Луны. Движение узлов орбиты Луны, периоды «низкой» и «высокой» Луны. Аномалистический и драконический месяцы. Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Сарос. Покрытия звезд и планет Луной, условия их наступления. Понятие о приливах.

4.5. Шкала звездных величин.

Муниципальный этап: Светимость. Освещенность. Яркость. Звездная величина, ее связь с освещенностью и расстоянием до объекта. Формула Погсона. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите. Альbedo планет.

4.6. Звезды, общие понятия.

Муниципальный этап: Основные характеристики звезд: температура, радиус, масса и светимость. Закон излучения абсолютно черного тела (закон Стефана-Больцмана). Понятие эффективной температуры.

4.7. Движение звезд в пространстве.

Муниципальный этап: Тангенциальная скорость и собственное движение звезд. Пространственное движение Солнца и звезд, апекс.

Региональный этап: Эффект Доплера. Лучевая скорость звезд и принципы ее измерения.

4.8. Двойные и переменные звезды.

Муниципальный этап: Затменные переменные звезды. Определение масс и размеров звезд в двойных системах.

Региональный этап: Классификация двойных: визуальные, астрометрические, затменные переменные. Кривые блеска и кривые вращения в двойных системах. Пульсирующие переменные

звезды, их типы. Зависимость «период-светимость» для цефеид. Долгопериодические переменные звезды. Новые звезды. Внесолнечные планеты, методы их обнаружения. Характеристики их орбит, "зона обитаемости".

4.9. Рассеянные и шаровые звездные скопления.

Региональный этап: Возраст, физические свойства скоплений и особенности входящих в них звезд. Основные различия между рассеянными и шаровыми скоплениями. Движения звезд, входящих в скопление. Метод «группового параллакса» определения расстояния до скопления.

4.10. Солнце.

Все этапы: Основные характеристики Солнца (вращение, химический состав). Солнечные пятна, циклы солнечной активности, Активные образования в атмосфере Солнца. Солнечная постоянная. Числа Вольфа. Состав атмосферы солнца.

Муниципальный этап: Магнитные поля на Солнце. Гелиосфера. Магнитосфера. Солнечный ветер.

Региональный этап: Механизм энерговыделения Солнца. Внутреннее строение Солнца. Солнечные нейтрино.

4.11. Телескопы, проникающая способность, приемники излучения.

Муниципальный этап: Проникающая способность телескопа, поверхностная яркость протяженных объектов при наблюдении в телескоп.

Региональный этап: Современные приемники излучения: Фотоумножители, ПЗС-матрицы. Аберрации оптики. Оптические схемы современных телескопов. Космические телескопы, интерферометры.

4.12. Строение и типы галактик.

Школьный этап: Морфологические типы галактик. Классификация Хаббла.

Региональный этап: Активные ядра галактик (классификация, наблюдательные проявления и физические механизмы). Происхождение и эволюция галактик. Кривые вращения галактических дисков. Темная материя в галактиках. Сверхмассивные черные дыры и оценка их массы.

4.13. Основы космологии.

Региональный этап: Крупномасштабная структура Вселенной. Скопления и сверхскопления галактик. Гравитационное линзирование (качественно).

4.14. Неоптическая астрономия.

Школьный этап: Космические лучи (состав, энергия, происхождение). Нейтрино. Гравитационные волны. Механизмы излучения.

4.15. Общие сведения из физики.

Региональный этап: Теорема вириала. Связь массы и энергии. Строение ядра атома, дефект масс и энергия связи. Выделение энергии при термоядерных реакциях. Уравнения ядерных реакций (общие принципы), радиоактивность. Основные свойства элементарных частиц (электрон, протон, нейтрон, фотон, нейтрино). Антивещество.

4.16. Общие сведения из математики.

Школьный этап: Экспонента, натуральные и десятичные логарифмы, вещественные степени. Формулы приближенных вычислений.

Региональный этап: Иррациональные уравнения. Метод простой итерации. Оценка погрешностей. Число значащих цифр. Линейная аппроксимация (графически). Площади и объемы простейших геометрических фигур: эллипс, цилиндр, шар, шаровой сегмент, конус, эллипсоид (только объем). Уравнения плоскости, эллипса и сферы. Геометрический смысл коэффициентов уравнений. Телесный угол. Системы координат на плоскости и в пространстве (прямоугольная, полярная, сферическая). Конические сечения: круг, эллипс, парабола, гипербола. Основные свойства. Уравнение эллипса в полярных координатах.

§ 5. 10 класс.

5.1. Движение в поле тяжести нескольких тел.

Региональный этап: Приливное воздействие. Сфера Хилла, полость Роша. Основы теории возмущенного движения, точки либрации.

5.2. Сферические координаты.

Региональный этап: Параллактический треугольник и преобразование сферических координат. Вычисление моментов времени и азимутов восхода и захода светил.

5.3. Основы спектроскопии.

Региональный этап: понятие спектра. Интенсивность, спектральная плотность излучения. Ангстрем. Закон смещения Вина. Многоцветная фотометрия, представление о фотометрической системе UBVR, показатели цвета. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Квантовые и волновые свойства света. Поглощение, рассеяние, испускание электромагнитного излучения. Линейчатый и непрерывный спектры. Спектры различных астрономических объектов. Спектр разреженного газа (солнечной короны, планетарных и диффузных туманностей, полярных сияний). Профиль спектральной линии.

5.4. Влияние земной атмосферы на наблюдаемые характеристики звезд.

Региональный этап: Атмосферная рефракция, ее зависимость от температуры, давления и длины волны, "зеленый луч". Поглощение и рассеяние света в атмосфере, закон Бугера. Определение внеатмосферных звездных величин звезд. Понятие оптической толщины, ее связь с длиной пути луча в среде. Теллурические спектральные линии.

5.5. Классификация звезд с учетом их спектральных характеристик.

Школьный этап: Спектральная классификация звезд. Диаграмма «цвет-светимость» (Герцшпрунга-Рассела), «спектр-светимость» для разных групп звезд, рассеянных и шаровых звездных скоплений. Звезды главной последовательности, гиганты, сверхгиганты.

Региональный этап: Соотношение «масса-светимость» для звезд главной последовательности.

5.6. Эволюция звезд.

Школьный этап: Эволюция звезд различной массы и их перемещение по диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Эволюция звездных скоплений.

Региональный этап: Нуклеосинтез в недрах звезд различных типов и при взрыве сверхновых. Равновесие звезд. Перенос энергии в звезде. Звездные атмосферы и их спектры. Временные шкалы эволюции звезд (ядерная, тепловая, динамическая). Образование звезд. Джинсовская масса. Конечные стадии эволюции звезд: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры. Предел Чандрасекара. Гравитационный радиус. Пульсары. Планетарные туманности. Сверхновые звезды: типы, механизмы и основные характеристики. Сверхновые типа Ia. Остатки и расширяющиеся оболочки сверхновых. Сферическая и дисковая аккреция. Предел светимости Эддингтона.

5.7. Межзвездная среда.

Школьный этап: Представление о распределении газа и пыли в пространстве. Плотность, температура и химический состав межзвездной среды. Горячий газ и холодные молекулярные облака. Газовые и диффузные туманности.

Региональный этап: Зависимость межзвездного поглощения от длины волны и влияние на звездные величины и цвет звезд, оптическая толщина. Связь избытка цвета с поглощением в полосе V.

5.8. Общие сведения из физики.

Школьный этап: Газовые законы. Температура, тепловая энергия газа, концентрация частиц и давление. Термодинамическое равновесие. Идеальный газ. Связь скорости молекул и температуры.

Региональный этап: Длина свободного пробега и частота столкновений. Средняя квадратическая скорость молекул газа. Барометрическая формула. Плазма. Процессы ионизации и рекомбинации. Вырожденный газ.

5.9. Общие сведения из математики.

Региональный этап: Метод наименьших квадратов. Непрерывные распределения, их простейшие параметры. Дифференцирование и его геометрический смысл. Сферическая тригонометрия (сферические теоремы синусов и косинусов).

§ 6. 11 класс.

6.1. Небесная механика.

Региональный этап: Движение тел с переменной массой. Уравнение Циолковского.

6.2. Свойства излучения.

Региональный этап: Поляризация излучения. Давление света. Формула Планка. Приближения Рэля-Джинса и Вина. Яркостная температура. Мазерное излучение. Синхротронное излучение. Мера дисперсии и эффект Фарадея в межзвездной среде.

6.3. Галактика и галактики.

Школьный этап: Фотометрические и спектральные свойства галактик разных типов. Типы населения звезд в галактиках. Функция светимости звезд. Начальная функция масс.

Региональный этап: Соотношения Талли-Фишера и Фабер-Джексона.

6.4. Космология.

Школьный этап: Закон Хаббла, космологическое красное смещение. Реликтовое излучение, его спектр и флуктуации яркости.

Региональный этап: Большой взрыв. Инфляционная теория. Первичный нуклеосинтез. Первичная рекомбинация. Расширение Вселенной. Прошлое и будущее Вселенной. Модель однородной изотропной Вселенной Фридмана. Альтернативные модели Вселенной. Барионное вещество, темная материя и темная энергия. Критическая плотность Вселенной. Масштабный фактор. Угломерное и фотометрическое расстояния. Рост неоднородностей во Вселенной.

6.5. Общие сведения из физики.

Региональный этап: Специальная теория относительности. Преобразования Лоренца. Лоренцево сокращение и релятивистское замедление времени. Релятивистский эффект Доплера. Гравитационное красное смещение.

6.6. Общие сведения из математики.

Региональный этап: Интегрирование и его геометрический смысл. Формула Ньютона-Лейбница. Простейшие дифференциальные уравнения в задачах по физике и астрономии.