ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТСКИЙ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЛИЦЕЙ № 239

191028, Россия, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 8, телефон/факс 272-96-68

**ОТДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ**

|  |  |
| --- | --- |
| *Принята на заседании* методического (педагогического) совета от «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_\_ гпротокол № \_\_\_\_\_\_\_\_ | УтвержденаПриказом «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_201\_\_ гДиректор ГБОУ ПФМЛ № 239\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Пратусевич М.Я. |

**Дополнительная общеобразовательная**

**общеразвивающая программа**

**«Физика космоса»**

**Возраст учащихся:** 13-16 лет

**Срок реализации:** 2 года

**Разработчики:** Мартемьянова Т.Ю., Маркушев Д.С., Маркозов И.Д.

1. **Направленность:** естественнонаучная. Программа относится к базового уровню.

**2. Актуальность**

Актуальность программы «Физика космоса» связана с последними тенденцией возрождения всеобщего астрономического образования. необходимостью научить решать задачи, которые требуют от учащихся не только ясного понимания основных законов, но и творческого умения применять эти законы, развитого ассоциативного мышления, сообразительности и научной интуиции. Программа согласована с углубленным курсом физики для физико-математических школ и классов с углубленным изучением предмета “физика”. Программа предполагает обобщение и углубление знаний, полученных на уроках, развития умений решать сложные физические и астрономические задачи, и через это развивать более глубокое понимание физики и астрономии. Теоретические вопросы курса предусматривают глубокое рассмотрение физических законов и методов решения астрономических задач. Практические задания включают в себя решение астрономических задач различных типов, в том числе задач олимпиад высокого уровня.

**3. Отличительные особенности программы.**

Отличительной особенность программы является расширение знаний учащихся о теоретических методах решения астрономических задач.

**4. Адресат программы**

Программа предназначена для учащихся 13-16 лет, успешно осваивающих программу курса физики соответветственно возрасту базовой (7-8 класс) и предпрофильной (9 класс) школы.

**5. Цель**

развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе решения нестандартных астрономических задач и самостоятельного приобретения новых знаний.

**6. Задачи**

**Личностные:**

* Воспитать личность, способную анализировать и создавать индивидуальную программу саморазвития.
* Развить самостоятельность, умение использовать справочную литературу и другие источники информации
* Осуществить интеллектуальную и психологическую подготовку к профессиональному самоопределению и самореализации.

**Метапредметные:**

* Развить навыки самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
* Развить умения понимать различия между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами,
* Способствовать овладению универсальными способами деятельности на примерах выдвижения гипотез для объяснения известных фактов, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
* Сформировать умение воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;
* Развить умение принимать решения в нестандартных ситуациях, способствовать овладению эвристическими методами решения проблем;

**Предметные:**

* Ознакомить с минимальными сведениями о понятии «астрономическая задача», представлениями о значении задач в жизни, науке, технике, с различными сторонами работы с задачами;
* Ознакомить учащихся с расчетными математическими методами, развить навык использования математического аппарата при решении конкретной задачи и выбора рационального способа решения;
* Способствовать овладению методами решения задач повышенной сложности;
* Сформировать умение классифицировать, анализировать различные задачи;
* Сформировать умение выбирать наиболее рациональные методы решения конкретной задачи
* Сформировать умение создавать собственный алгоритм решения задач;
* Развить у учащихся рациональное физическое и астрономическое мышление: различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез, выводить из известных экспериментальных фактов и теоретических моделей физические и астрономические законы.

**7. Условия реализации программы**

Зачисление в группу учащихся 8 классов происходит в первую неделю сентября по результатам вступительной олимпиады. Формируются группы по 15-20 человек. Дополнительный набор в группы второго (9 класс) и последующих годов обучения (10-11 классы) осуществляется по результатам дополнительных испытаний. Преимуществом при зачислении пользуются учащиеся, показавшие высокие результаты в олимпиадах по физике и астрономии 7-10 классов.

Педагогами могут быть студенты профильных специальностей, преподаватели вузов и учителя физики и астрономии профильных классов.

Материально-техническое обеспечение программы: рабочие листы на печатной основе, таблицы общего назначения, тематические таблицы по астрономии, физике и математике, карта звездного неба.

**8. Планируемые результаты**

*Личностные результаты:*

* Сформированность у школьников рационального физического и астрономического мышления, умения устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели и выдвигать гипотезы, отыскивать и формулировать доказательства выдвинутых гипотез;
* Сформированность таких качеств личности, как как самостоятельность, самоконтроль, самосовершенствование;
* Сформированность у учащихся интеллектуальной и общепсихологической подготовки к профессиональному самоопределению и самореализации.

*Метапредметные результаты:*

* Овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
* Понимание различий между исходными фактами и гипотезами для их объяснения, теоретическими моделями и реальными объектами, овладение универсальными способами деятельности на примерах выдвижения гипотез для объяснения известных фактов и экспериментальной проверки выдвигаемых гипотез, разработки теоретических моделей процессов или явлений;
* Сформированность умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нём ответы на поставленные вопросы и излагать его;
* Освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
* Умение использовать справочную литературу и другие источники информации.

*Предметные результаты:*

***по окончании изучения программы учащиеся должны знать:***

* классификацию, приемы и методы решения физико-астрономических задач;
* как представлять наглядно ситуацию, рассматриваемую в конкретной задаче в виде схемы, рисунка, чертежа;
* как составлять планы решения конкретных задач и алгоритмы рассуждений для различных типов задач;

***по окончании изучения программы учащиеся должны уметь:***

* решать нестандартные физические задачи, используя различные приемы и методы;
* работать с текстом задачи, находить скрытую информацию, трансформировать по­лученную информацию из одного вида в другой
* составлять обобщающие таблицы теоретического материала к задачам по разным темам
* использовать физические, математические и астрономические модели, понимая их роль в астрофизических задачах;
* классифицировать астрофизические задачи;
* представлять наглядно ситуацию, рассматриваемую в конкретной задаче в виде схемы, рисунка, чертежа;
* составлять планы решения конкретной задачи и алгоритм рассуждений для различных типов задач;
* работать с текстом задачи, находить скрытую информацию, трансформировать полученную информацию из одного вида в другой;
* составлять обобщающие таблицы теоретического материала к задачам по разным темам;

**Оценочные и методические материалы:**

**Педагогические методики и технологии**

Занятия по данной программе предполагают сочетание двух основных форм работы: лекционную и практическую. Семинарская часть занятия включает в себя различные технологии критического мышления, технологии, связанные с большой долей самостоятельной индивидуальной и групповой работы учащихся.

**Система контроля результативности обучения:**

**Входной контроль** - *проводится при наборе или на начальном этапе формирования коллектива – изучение отношения ребенка к выбранной деятельности, его способности и достижения в этой области, личностные качества ребенка*

* Вступительная олимпиада;
* Сертификат по итогам предыдущего года обучения;
* Сдача задач летнего домашнего задания;
* Призер (победитель) заключительного этапа олимпиад из Перечня олимпиад Министерства образования и науки;
* Призер (победитель) заключительного этапа Санкт-Петербургской городской астрономической олимпиады;
* Призер (победитель) заключительного или регионального этапа Всероссийской школьников по астрономии (9-11 классы);

**Текущий контроль** - *проводится в течение года, возможен на каждом занятии*

* Беседа с учащимися по теме занятия (внешний контроль);
* Устная сдача задач решенной серии предыдущего занятия (с элементами взаимоконтроля);
* Письменное решение задач в конце занятия (с элементами самоконтроля)

**Промежуточный контроль** – *проводится по окончании изучения темы, в конце полугодия, года*

* Мини-олимпиада по изученной теме;
* Успешное участие в олимпиадах по астрономии за свой класс (год обучения) или старше (по графику мероприятий отборочных туров);
* Успешная сдача зачета в конце первого полугодия.

**Итоговый контроль** - *проводится в конце обучения по программе – проверка освоения программы, учет изменений качеств личности каждого ребенка*

* Успешная сдача зачета в конце учебного года;
* Удовлетворенность учащихся и родителей знаниями (анкетирование): учащиеся и их родители удовлетворены содержанием и формами занятий, учащиеся и их родители удовлетворены характером взаимоотношений.

**Учебный план 1 года обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название раздела, темы |       Количество  часов | Формы контроля |
| Всего | Теория | Практика |
| 1. | Вводное занятие. Инструктаж по ТБ | 2 | 2 | 0 | Устный опрос в конце занятия |
| 2. | Звёздное небо. | 6 | 4 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 3.  | Солнечная система. | 6 | 4 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 4. | Вращение Земли | 2 | 1 | 1 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 5. | Календарь | 2 | 1 | 1 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 6. | Общие представления об устройстве Вселенной  | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 7. | Некоторые астрономические явления. | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 8. | Движение Земли по орбите. | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
|   | Зачет за 1 полугодие | 2 | 0 | 2 | Зачет по билетам |
| 9. | Движение планет Солнечной системы. | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 10.  | Система Земля-Луна | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 11.  | Измерение времени | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 12. | Небесная сфера  | 8 | 4 | 4 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 13. | Измерение расстояний в астрономии | 4 | 2 | 2 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 14.  | Оптические приборы в астрономии | 6 | 3 | 3 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 15.  | Движения тел под действием гравитации. | 8 | 4 | 4 | Беседа по теме, самостоятельные работы, контрольная работа |
| 16. | Итоговое занятие. | 2 | 0 | 2 | Зачет по билетам |

**Рабочая программа 1 года обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название раздела, темы |       Количество  часов | Содержание практической части |
| Всего | Теория | Практика |
| 1. | Вводное занятие. Инструктаж по ТБ | 2 | 2 | 0 |   |
| 2. | Звёздное небо.  | 6 | 4 | 2 |   |
| 2.1 | Созвездия и ярчайшие звезды неба: названия, условия видимости наиболее известных звезд и созвездий в различные сезоны года (северное полушарие). Зодиакальные созвездия. | 3 | 2 | 1 | Решение учащимися «скайчартов», работа с картами звездного неба, нахождение различных созвездий. Цель данной работы: научить учащихся ориентироваться в звёздном небе.  |
| 2.2  | Яркие объекты на небе: галактики, туманности, скопления, каталог Месье | 3 | 2 | 1 | Работа с картами звёздного неба, нахождение ярких небесных объектов. Цель данной работы: запоминание положения основных ярких объектов звёздного неба и их положения в каталоге Месье. |
| 3. | Солнечная система | 6 | 4 | 2 |   |
| 3.1 | Названия планет, их основные характеристики (качественно) | 3 | 2 | 1 | Решение качественных задач и тестов по основным характеристикам планет и их расположению в пространстве. Цель данной работы: усвоение учащимися качественных знаний о планетах солнечной системы. |
| 3.2 | Малые тела солнечной системы: астероиды, кометы, метеорное вещество.  | 3 | 2 | 1 | Решение качественных задач на тему «малые тела солнечной системы». Цель данной работы: усвоение учащимися классификации малых тел, а также их основных свойств. |
| 4. | Вращение Земли (качественно): наклон, время, смена времен года и времени суток. | 2 | 1 | 1 | Решение качественных задач на тему вращения Земли и явлений, которые с этим связаны. Цель данной работы: усвоения учащимися основных причин изменения вида звёздного неба в течении суток и в течении года, а также подготовка к более предметному изучению сферической астрономии. |
| 5.  | Календарь: юлианский и григорианский календари. | 2 | 1 | 1 | Решение задач на устройство календарей и перевод дат из одного календаря в другой. Цель работы: свободный уровень учащихся в обращении с календарями. |
| 6.  | Общие представления об устройстве Вселенной | 4 | 4 | 2 |   |
| 6.1  | Распределение вещества во вселенной, основные объекты из барионного вещества. Галактики, морфология галактик.  | 2 | 1,5 | 0.5 | Решение качественных задач и тестов по теме. Основная цель: ознакомить учащихся с современной классификацией галактик и особенностями их строения. |
| 6.2 | Внегалактическая астрономия. Скопления галактик, распределение вещества на масштабах, сравнимых с расстояниями между скоплениями. Хаббловское расширение (качественно), возраст вселенной.  | 2 | 1,5 | 0.5 | Решение качественных задач и тестов по теме. Цель работы: ознакомить учащихся с современными представлениями о строении вселенной на больших масштабах и также с концепцией хаббловского расширения.  |
| 7. | Некоторые астрономические явления. Понятие о полярных днях и ночах, равноденствиях и пр. Влияние атмосферы Земли на астрономические наблюдения (качественно). | 4 | 2 | 2 | Решение задач задач на указанную тему. Цель работы: понимание учащимися причин явлений, указанных в названии раздела, а также их влияния на возможность наблюдений. |
| 8. | Движение Земли по орбите. Видимый путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Цель работы: добиться у учащихся знания таких понятий как «эклиптика, зодиакальные созвездия, полюс эклиптики». |
| 9.  | Движение планет Солнечной системы: истинное и видимое (качественно). Конфигурации планет. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Нахождение синодических периодов планет в приближении равномерного кругового движения по орбите. Решение задач на прямое и попятное движение. Цель работы: усвоение учащимися основных причин того или иного вида траекторий движения планет на небесной сфере в течение длительного времени.  |
| 10.  | Система Земля-Луна | 4 | 2 | 2 |   |
| 10.1 | Движение Луны вокруг Земли и видимое движение (период, созвездия, по которым оно происходит и т.д.). Фазы Луны. | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Нахождения фазы Луны в различные периоды времени, решение задач на связь фазы с фазовым углом.  |
| 10.2 | Солнечные и лунные затмения — общие сведения, типы затмений (полное, частичное, кольцеобразное). | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Задачи идут без привлечения стереометрии для расчёта характеристик затмений, только отработка основных понятий и определений, а также расчёт размеров тени и полутени в различных случаях.  |
| 11. | Измерение времени. Местное, поясное время. Часовые пояса и исчисление времени в России; декретное время, летнее время. Летоисчисление. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по заданной теме. Цель работы: отработка основных понятий, таких как декретное и поясное время, часовые.  |
| 12.  | Небесная сфера.  | 10 | 5 | 5 |   |
| 12.1 | Горизонтальная и 1-ая экваториальная система координат. Суточное движение небесных светил на различных широтах. Высота полюса мира над горизонтом. Восход, заход, кульминация.  | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Основной упор на простые задачи заключительного этапа ВСОШ, решаемые методом проекции на меридианную плоскость. Цель работы: отработка основных понятий, отработка умения разбираться в простейшей геометрии сферических систем координат. |
| 12.2  | Видимый путь Солнца по небесной сфере. Изменение вида звёздного неба в течении года. Вторая экваториальная и эклиптическая системы координат.  | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Переход от проекции на меридианную плоскость к общему виду сферы. Решение различных задач, связанных с изменением координат Солнца в течение года. Цель работы: отработка основных понятий данной темы, развитие у учащихся умения вычислять такие характеристики, как время восхода Солнце и продолжительность светового дня.  |
| 12.3 | Рефракция (качественно). Сумерки: гражданские, астрономические, навигационные. Прецессия. | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Основная цель: выработать у учащихся умение учитывать эффект прецессии при расчёте положения тех или иных на небе на больших периодах времени, умение учитывать рефракцию и знания определения различного вида сумерек. |
| 13. | Измерение расстояний в астрономии. Параллакс суточный, горизонтальный, годичный, галактический. Астрономическая единица, парсек, световой год. Метод радиолокации. Аберрация света.  | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Основная цель: отработка у учащихся основных понятий, таких как параллакс, а также знания методов измерения расстояний в астрономии. |
| 14.  | Оптические приборы  | 6 | 3 | 3 |   |
| 14.1  | Глаз, как оптический прибор. Телескопы-рефракторы: принцип работы, построение изображения в фокальной плоскости, основные характеристики.  | 3 | 1.5 | 1.5 | Решение задач по теме. Задачи на геометрическую оптику системы двух линз (простейшая схема телескопа-рефрактора). Основная цель: выработка у учащихся навыков решения простейших задач по расчёту характеристик телескопа рефрактора и построению в нём изображения объектов.  |
| 14.2 | Телескопы-рефлекторы: принцип работы, построение изображения, отличительные особенности. Схемы телескопов-рефлекторов, типы монтировок, крупнейшие телескопы нашей страны и мира. | 3 | 1.5 | 1.5 | Решение задач по теме. Задачи на геометрическую оптику систем телескопов-рефлекторов. Задачи на различные виды монтировок. Основная цель: знание учащимися основных типов телескопов-рефлекторов и принципов их работы, а также особенностей наблюдения с монтировками различного вида. |
| 15. | Движение тел под действием гравитации | 8 | 4 | 4 |   |
| 15.1 | Форма орбит: эллипс, парабола, гипербола. Геометрия эллипса, параболы и гиперболы: основные точки, большая и малая полуось, эксцентриситет, уравнение КВП, оптическое свойство. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Простейшие геометрические задачи на КВП, а также на геометрию движения в задаче двух тел. Цель работы: знакомство учащихся с геометрией движения небесных объектов в пространстве. |
| 15.2 | Законы Кеплера, первая и вторая космические скорости. Скорость в перицентре и апоцентре эллипса. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Простейшие задачи по небесной механике. Основная цель: отработка учащимися умения пользоваться основными законами небесной механики. |
| 16. | Контрольные и итоговые занятия: годовая контрольная | 2 | 0 | 2 | Годовая контрольная работа. |

**Учебный план 2 года обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название раздела, темы |       Количество  часов | Формы контроля |
| Всего | Теория | Практика |
| 1. | Вводное занятие. Инструктаж по ТБ | 2 | 2 | 0 |   |
| 2. | Небесная сфера | 18 | 6 | 14 | Серия задач |
| 3.  | Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения | 18 | 7 | 11 | Серия задач |
|   | Зачет за 1 полугодие | 2 | 0 | 2 |   |
| 4. | Система Солнце-Земля-Луна | 6 | 2 | 4 | Серия задач |
| 5. | Шкала звёздных величин | 4 | 1 | 3 | Серия задач |
| 6. | Основы астрофизики  | 14 | 4.5 | 9.5 | Серия задач |
| 7. | Оптические приборы | 6 | 3 | 3 | Серия задач |
| 8. | Зачет за 2 полугодие | 2 | 0 | 2 | Контрольная |

**Рабочая программа 2 года обучения**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Название раздела, темы |       Количество  часов | Содержание практической части |
| Всего | Теория | Практика |
| 1. | Вводное занятие. Инструктаж по ТБ | 2 | 2 | 0 |   |
| 2. | Небесная сфера (углублённое изучение по сравнению с программой первого года обучения) | 20 | 6 | 14 |   |
| 2.1 | Горизонтальная и 1-ая экваториальная система координат.  Основные круги и линии на небесной сфере, высота полюса мира над горизонтом, изменение вида звёздного неба в течение суток.  | 4 | 1 | 3 | Решение задач по теме. Задачи варьируются по сложности от регионального этапа в ВСОШ, до заключительного. Основная цель работы: повторение тем 1-го года обучение и выработка умения решать сложные, нестандартные задачи на горизонтальную и экваториальную систему координат. |
| 2.2  | Видимый путь Солнца по небесной сфере. Эклиптика, эклиптическая система координат. Вторая экваториальная система координат. | 4 | 1 | 3 | Решение задач по теме. Учащимся предлагаются задачи более высокого уровня сложности, чем на первом году обучения. Основная цель работы: повторение тем 1-го года обучение и выработка умения решать сложные, нестандартные задачи на эклиптическую и экваториальную систему координат. |
| 2.3 | Сферическая тригонометрия. Переход между системами координат. | 4 | 1 | 3 | Решение задач по теме. Решаются общие задачи на небесную сферу, без её приближения плоскостью. Основная цель: выработка у учащихся умением пользоваться формулами сферической тригонометрии, решать сложные задачи на сферические треугольники в астрономии, а также уметь осуществлять переход между системами координат. |
| 2.4 | Рефракция. Сумерки. Прецессия.  | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Учащимся предлагаются задачи, где необходимо учесть влияние на наблюдения эффектов, перечисленных в название темы. Цель работы: повторение тем первого года обучение и выработка у учащихся умения решать нестандартные задачи, требующие учёт таких явлений, как прецессия, сумерки и рефракция  |
| 2.5 | Измерение времени. Тропический год. Солнечные и звездные сутки, связь между ними. Солнечные часы. Местное, поясное время. Истинное и среднее солнечное время, уравнение времени. Звездное время. Часовые пояса и исчисление времени в нашей стране; декретное время, летнее время. Летоисчисление. Календарь, солнечная и лунная система календаря. Новый и старый стиль. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Как правило, данная тема усваивается учащимися хуже всего, поэтому сложность задач вариьируется: от самых простых, чтобы учащиеся усвоили смысл основных понятий, до сложных задач заключительного этапа ВСОШ, чтобы сформировать у учащихся творческий подход к решению задач на различные виды измерения времени.   |
| 2.6 | Решение нестандартных задач по теме «Небесная сфера» | 2 | 0 | 2 | Решение нестандартных задач. Задачи, решаемые учащимися в рамках данной темы, являются задачами повышенной категории сложности и требуют досконального знания теории и определённых методов решения, а также наличия творческого подхода у учащихся. Цель работы: сформировать навыки творческого подхода к решению задач на небесную сферу у учащихся, выработать навыки использования некоторых методов решения задач по данной теме.  |
| 3 | Движение небесных тел под действием силы всемирного тяготения (углублённое изучение по сравнению с программой первого года обучения) | 18 | 7 | 11 |   |
| 3.1 | Законы Кеплера. Формы орбиты: эллипс, парабола, гипербола. Первая, вторая и третья космические скорости. | 10 | 3 | 7 | Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые участникам в рамках данной темы, имеют высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ и олимпиадам международного уровня. Цель работы: выработка у учащихся умения решать сложные задачи по классической небесной механике. |
| 3.2 | Расчёт полёта по гомановской траектории, кеплеровы элементы орбиты, третья космическая скорость, точки Лагранжа системы двух тел, теорема о вириале. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые участникам в рамках данной темы, имеют высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ и олимпиадам международного уровня. Цель работы: выработка у учащихся умения решать сложные, нестандартные задачи по вышеуказанным темам. |
| 3.3 | Теорема Ньютона. Гравитационная потенциальная энергия тел со сферическим симметричным распределением плотности.  | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые учащимся в рамках данной темы, требуют глубокого знания школьной программы по физике и по уровню сложности соответствуют заключительному этапу ВСОШ по физике. Цель работы: выработка у учащихся умения находить гравитационную потенциальную энергию тел со сферически-симметричным распределением плотности и решать задачи, затрагивающие эту тему.  |
| 4 | Система Солнце-Земля-Луна | 6 | 2 | 4 |   |
| 4.1 | Движение Луны вокруг Земли, фазы Луны. Либрации Луны. Движение узлов орбиты Луны, периоды «низкой» и «высокой» Луны. Синодический, сидерический, аномалистический и драконический месяцы | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Задачи, предлагаемые учащимися в рамках данной темы, имеют повышенный уровень сложности, соответствующий уровню сложности заключительного этапа ВСОШ. Цель работы: выработка у учащихся решений задач на геометрию движения Луны вокруг Земли (реального и видимого) и задач на определения понятия «фаза сферического объекта».   |
| 4.2 | Солнечные и лунные затмения, их типы, условия наступления. Сарос. Покрытия звезд и планет Луной, условия их наступления. Понятие о приливах. | 4 | 1 | 3 | Решение задач на геометрию затмения. В рамках данной темы делается упор на сложные геометрические задачи по теме «геометрия затмения», так как обычно у учащихся именно такой тип задач вызывает множество трудностей на заключительном этапе ВСОШ.  |
| 5 | Шкала звёздных величин.Звездная величина, ее связь с освещенностью. Формула Погсона. Связь видимого блеска с расстоянием. Абсолютная звездная величина. Изменение видимой яркости планет и комет при их движении по орбите. | 4 | 1 | 3 | Решение задач по заданной теме. Цель работы: усвоение учащимися следующих: звёздная величина, блеск, светимость, освещённость, абсолютная звёздная величина.   |
| 6 | Основы астрофизики | 14 | 4.5 | 9.5 |   |
| 6.1 | Электромагнитные волны.Скорость света. Различные диапазоны электромагнитных волн. Видимый свет, длины волн и частоты видимого света. Радиоволны. Эффект Допплера. Принцип карпускулярно-волнового дуализма. Фотоны, энергия и импульс фотона. | 2 | 1 | 1 | Решение задач по заданной теме. Цель работы: выработка у учащихся решать задачи на эффект Допплера и на взаимодействие фотонов с телами во вселенной (задача про солнечный парус).  |
| 6.2  | Понятие об астрофотометрии. | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Основная цель: усвоение учащимися определений и физического смысла понятий «поток, яркость, освещённость». |
| 6.3 | Законы излучения абсолютно чёрного тела. Формула Планка, приближения Рэлея-Джинса и Вина, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина. Понятия эффективной и яркостной температуры. | 8 | 2 | 6 | Решение задач по теме. Данная тема является основной в разделе «основы астрофизики», поэтому особый упор в ней делается на практику, то есть на решение задач. Сложность задач варьируется: от тривиальных, чтобы учащиеся лучше усвоили физический смысл основных понятий и формулировки законов, до сложных задач, соответствующих уровню заключительного этапа ВСОШ и международной олимпиады, чтобы выработать у учащихся доскональное понимание физики абсолютно чёрного тела, а также границ применимости такой модели для реальных звёзд. |
| 6.4 | Поглощение в межзвёздной среде, поглощение в атмосфере, коэффициент поглощения.  | 2 | 0.5 | 1.5 | Решение задач по теме. Цель работы: выработка у учащихся умения учитывать поглощения при расчёте освещённости, создаваемой каким-либо небесным объектом. |
| 7  | Оптические приборы | 6 | 3 | 3 |   |
| 7.1 | Глаз как оптический прибор. Устройство простейших оптических приборов для астрономических наблюдений (бинокль, фотоаппарат, линзовые, зеркальные и зеркально-линзовые телескопы). Построение изображений протяженных объектов в фокальной плоскости. | 2 | 1 | 1 | Решение задач по теме. Задачи повторяют темы первого года обучения, но имеют более высокий уровень сложности, соответствующий заключительному этапу ВСОШ.  |
| 7.2 | Предельное угловое разрешение и проницающая способность. Размеры дифракционного изображения, ограничения со стороны земной атмосферы на разрешающую способность. Аберрации оптики. Оптические схемы современных телескопов. | 4 | 2 | 2 | Решение задач по теме. Цель работы: усвоение учащимися таких понятий, как размеры дифракционного изображения, аберрации оптики, проницающая способность и аберрации оптики. Задачи имеют уровень сложности, сравнимый с заданиями заключительного этапа ВСОШ по астрономии.  |
| 8. | Контрольные и итоговые занятия: годовая контрольная. | 2 | 0 | 2 | Годовая контрольная работа. |

**Календарный учебный график**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год обучения | Дата начала обучения по программе | Дата окончания обучения по программе | Всего учебных недель | Количество учебных часов | Режим занятий |
| 1 год | Первая неделя сентября | Последняя неделя мая | 36 | 72 | Факультативное занятие длиной в два академических часа. Занятие включает в себя теоретическую лекцию и практику по решению задач. |
| 2 год | Первая неделя сентября | Последняя неделя мая | 36 | 72 | Факультативное занятие длиной в два академических часа. Занятие включает в себя теоретическую лекцию и практику по решению задач. |

**Литература для учащихся:**

1. Агекян Т.А. «Звезды, галактики, Метагалактика». - М.: Наука, 1982.
2. Белонучкин В.Е. «Кеплер, Ньютон и все, все, все». - М.: Наука, 1986.
3. Гусев Е.Б., Сурдин В.Г. «Расширяя границы Вселенной: история астрономии в задачах». - М.: МЦНМО, 2003.
4. Дагаев М.М. «Наблюдение звездного неба». - М.: Наука, 1983.
5. Зигель Ф.Ю. «Сокровища звездного неба». - М.: Наука, 1981.
6. Иванов В.В., Кривов А.В., Денисенков П.А. «Парадоксальная Вселенная: 175 задач по астрономии» - СПб.: Изд-во СПбГУ, 1997
7. Иванов В.В., Решетников В.П., Холшевников К.В. «Вселенная в числах и фактах» - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008.
8. Карпенко Ю.А. «Названия звездного неба». - М.: Наука, 1985.
9. Климишин И.А. «Астрономия наших дней». - М.: Наука, 1986.
10. Климишин И.А. «Календарь и хронология». - М.: Наука, 1985.
11. Климишин И.А. «Элементарная астрономия». - М.: Наука, 1991.
12. Кононович Э.В. «Солнце - дневная звезда». - М.: Просвещение, 1982.
13. Лейзер Д. «Создавая картину Вселенной». - М.: Мир, 1988.
14. Липунов В.М. «В мире двойных звезд». - М.: УРСС, 2009.
15. Навашин М.С. «Телескоп астронома-любителя». - М.: Наука, 1979.
16. Новиков И.Д. «Как взорвалась Вселенная». - М.: Наука, 1988.
17. Перельман Я.И. «Занимательная астрономия». - М.: УРСС, 2008.
18. Псковский Ю.П. «Новые и сверхновые звезды». - М.: Наука, 1985.
19. Сурдин В.Г. «Астрономические задачи с решениями». - М.: УРСС, 2010.
20. Сурдин В.Г. «Астрономические олимпиады. Задачи с решениями». - М.: Изд-во МГУ, 1995.
21. Угольников О.С. «Небо начала века»
22. «Физика космоса. Маленькая энциклопедия». - М.: Советская энциклопедия, 1986. (электронное издание <http://www.astronet.ru/db/FK86/>)
23. Хокинг С. «Краткая история времени». - СПб.: Амфора, 2001.
24. Цесевич В.П. «Что и как наблюдать на небе». - М.: Наука, 1984.
25. Чурюмов К.И. «Кометы и их наблюдение». - М.: Наука, 1980.
26. Шкловский И.С. «Вселенная, жизнь, разум». - М.: Наука, 1987.
27. Шкловский И.С. «Звезды: их рождение, жизнь и смерть». - М.: Наука, 1984.
28. Энциклопедический словарь юного астронома. - М.: Педагогика, 1986.
29. Энциклопедия для детей. Том 8. Астрономия. - М.: Аванта+, 2007.

**Литература для педагога:**

1. Кононович Э.В., Мороз В.И. «Общий курс астрономии». - М.: Едиториал УРСС, 2004.
2. Куликовский П.С. «Справочник любителя астрономии». - М.: УРСС, 2009.
3. Сурдин В.Г. «Астрономические задачи с решениями». - М.: УРСС, 2010.
4. Сурдин В.Г. «Астрономические олимпиады. Задачи с решениями». - М.: Изд-во МГУ, 1995.

**Интернет-ресурсы:**

1. Школьная астрономия Петербурга [http://school.astro.spbu.ru](http://school.astro.spbu.ru/).
2. Астронет [http://www.astronet.ru](http://www.astronet.ru/).
3. Всероссийская олимпиада школьников по астрономии <http://www.astroolymp.ru/>
4. Программа Stellarium: <http://www.stellarium.org/ru/>
5. Сайт International Olympiad in Astronomy and Astrophysics (IOAA)

Пример звездной карты для заполнения

