Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос

Министерство просвещения Российской Федерации

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА**

**УРОКА №44**

по программе

**Физика космоса**

На тему:

«Гравитационные волны. Гравитационная постоянная»

г. Москва, 2020 г.

***Пояснительная записка***

На уроке формируются основные понятия и знания о развитии физики космоса, об основных этапах становления как отдельной науки.

Обучающиеся знакомятся с основными понятиями, терминами и методами по теме урока. При необходимости делают записи основных моментов урока, основных формул и определений.

Во время урока предусмотрено использование различных приемов обучения, современных ТСО, презентации Microsoft Power Point.

***ТЕМА УРОКА***: Гравитационные волны. Гравитационная постоянная.

***ЦЕЛИ УРОКА:***

- выполнить практическое задание из рабочей тетради;

- воспитать логическое мышление, внимание, словесно-логическую память;

- развить воображение, сообразительность, познавательный интерес

***НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ***: презентация.

***РАЗДАТОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ:*** Задания к уроку

***ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА***: компьютер, проектор, экран.

***ВИД УРОКА***: урок рефлексии.

***ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ УРОКА:*** 45 минут.

***ХОД УРОКА***:

1. *ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ* (5 минут)

Учитель произносит приветственное слово.

Проговариваются организационные моменты по проведению занятия. Учитель задает вопросы по теме урока, побуждая учащихся к деятельности. Учащиеся определяют первичную тему и цель урока, и личностное отношение к предполагаемой теме урока.

1. *ПОВТОРЕНИЕ ПРОЙДЕННОГО МАТЕРИАЛА* (8 минут)

Учащиеся представляют презентации по теме «Гравитация по Эйнштейну и теория относительности».

1. *ИЗУЧЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА* (7 минут)

**Волны относительности.**

Теперь, когда мы разобрались с основами гравитации, перейдем к гравитационным волнам — изюминке нашей программы. Как мы видим, предпосылки того, что гравитация имеет волновую природу, были еще в теории гравитации Ньютона — там она распространялась со скоростью света, как волна, и подпадала под действие закона обратных квадратов.

Однако Теория относительности добавляет большей наглядности волновой природе. Итак, мы уже знаем, что двигаясь и вращаясь, массивное тело создает искажение времени и пространства — и чем быстрее тело движется и/или вращается, тем сильнее итоговое искажение. Тут действует закон, характерный также для электрических и магнитных полей: если скорость движения будет непостоянной, будут создаваться волны. Только гравитационное волны — это не просто колебания энергии, но и колебания времени и пространства. Образно говоря, на гребне волны предметы и минуты сжимаются, становятся короче, а на скате — разглаживаются, приходят в порядок.

Эти пространственно-временные волны и есть выходом той гравитационной энергии, о которой мы упоминали выше. Однако для их появления остается одно необходимое условие — переменная, непостоянная скорость элементов гравитационной системы. А это встречается достаточно редко. Например, в Солнечной системе все планеты [замедляются](http://spacegid.com/dvizhenie-planet-vokrug-solntsa.html) в афелии, самой дальней от Солнца точке орбиты, и ускоряются в перигелии. Однако массы планет по сравнению с массой Солнца слишком малы, а перепады скорости — ничтожны. Поэтому в виде гравитационных волн Солнце не теряет даже сотой доли той энергии, которую высвобождает своим [излучением](http://spacegid.com/svetimost-zvezdyi.html).

Иное дело двойные системы массивных объектов вроде звезд и черных дыр. Будучи относительно близко друг от друга, они вращаются одновременно в двух направлениях — вокруг общего центра тяжести между ними и вокруг собственной оси. Поскольку двойные системы имеют тенденцию к слиянию, они вращаются все ближе друг к другу, а оттого все интенсивнее. Такой танец гигантов, по мнению самого Эйнштейна, создает сильные гравитационные волны. Также источником колебаний могут служить мощные катаклизмы вроде вспышек [сверхновых](http://spacegid.com/sverhnovyie-zvezdyi.html).

**Услышать самый тихий звук.**

До 2015 года, большинство предсказанных Теорией относительности явлений были обнаружены. Одними из оставшихся в тени были гравитационные волны — самые неуловимые колебания, существующие в природе.

Сложность обнаружения гравитационных волн в первую очередь заключалась в том, что гравитация сама по себе невероятно слаба — в 1040раз слабее любых электромагнитных импульсов! Если с рубашки вдруг отвалится пуговица, сила гравитации Земли преодолеет суммарное притяжение рубашки и вашего тела и «уронит» пуговицу на пол. Но если пуговица будет магнитной, она так и останется на месте — электромагнитная связь двух маленьких предметов размером с десятикопеечную монету будет сильнее гравитации целой планеты! Кроме того, мощные источники гравитационных возмущений, как правило, находятся достаточно далеко от Земли, и потому волны от них ослабевают из-за пресловутого закона обратных квадратов. Это и хорошо — будь они ближе, Земля могла бы пострадать от куда более сильных физических явлений, как вот излучения.

Поэтому ученым из LIGO, которые занялись поиском гравитационных волн, пришлось построить титаническую установку, представляющую две 4-километровые перпендикулярные трубы, внутри которых вакуум. Сквозь них пропускаются лазерные лучи, время прохождения которых четко фиксируются — вместе это так называемый гравитационно-волновой интерферометр. Когда гравитационная волна проходит через Землю, пространство искажается, и лазер сперва замедляется в первой трубе, а затем ускоряется во второй — или наоборот.

Чувствительность итогового устройства такова, что колебания способны фиксироваться даже на уровне протонов. Это, однако, создает проблемы для ученых — столь чуткий прибор фиксирует множество сторонних шумов. Исследователи LIGO учитывали движения глубоко под землей, особенности погоды, убежали от дорог и городов в пустыню — но даже там в сигнал порой примешивались звуки мотоцикла, который проезжал за несколько километров от вакуумных труб. Доходило до того, что интерферометр ловил телефонные звонки!

Однако когда прибор пустили в дело, он показал себя лучшим образом. Сыграло роль и событие, гравитационные волны которого удалось засечь — слияние двух черных дыр, масса которых превышала [солнечную](http://spacegid.com/massa-zvezdyi.html) в 36 и 29 (±5) раз! Приближаясь друг к другу, они вращались друг возле друга со скоростью, доходящей до 40% скорости света — а во время столкновения выплеснулась энергия, в 50 раз мощнее излучения всех звезд в видимой Вселенной за такой же отрезок времени. Этот момент также стал пиковым по интенсивности и силе волн — после него в гравитационном «эфире» наступили тишь да гладь.

1. *ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИЗУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА И ОТРАБОТКА ПРАКТИЧЕСКИХ УМЕНИЙ* (20 минут)

Для закрепления изученного материала учащиеся выполняют задание №86 в рабочей тетради: решение задач.

* 1. Oпpeдeлитe paвнoдeйcтвующую cилу, дeйcтвующую нa Луну, cчитaя, чтo cилы пpитяжeния к Зeмлe и Coлнцу взaимнo пepпeндикуляpны. Maccы Луны, Зeмли и Coлнцa cooтвeтcтвeннo paвны mЛ = 7,З6 • 1022 кг; mЗ = 5,98 • 1024 кг; mC = 1,99 • 10З0 кг; paccтoяния oт Луны дo Зeмли и oт Луны дo Coлнцa cooтвeтcтвeннo paвны rЛЗ = З,85 • 108 м, rЛC = 1,5 • 1011 м.
  2. Ha пoвepxнocти Зeмли нaxoдятcя двa cвинцoвыx шapa paдиуcoм R = 10 cм кaждый. B oднoм из ниx выpeзaнa cфepичecкaя пoлocть. Paдиуc пoлocти r = 5 cм, цeнтp пoлocти нaxoдитcя нa paccтoянии l = 5 cм oт цeнтpa шapa. Oпpeдeлитe cилу гpaвитaциoннoгo пpитяжeния шapoв. Цeнтpы шapoв нaxoдятcя нa paccтoянии L = 40 cм.

Учитель задает контрольные вопросы:

1. Что такое волны относительности?
2. Имеет ли гравитация волновую природу?
3. Какое условие необходимо для существования пространственно-временных волн?
4. *РЕФЛЕКСИЯ* (3 минуты)

Учитель проводит беседу с учащимися по пройденному материалу. Уточняет, были ли выполнены поставленные цели. Учитель спрашивает мнение о проведенном уроке. Обучающиеся дают ответ в виде нескольких предложений: все ли было понятно, интересна ли была тема урока.

1. *ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ* (2 минуты)

По завершению урока учитель объясняет ход выполнения домашнего задания – задание №57 в рабочей тетради: Опытным путем продемонстрировать волновую природу гравитации.

Опорный конспект

1. Организационный момент (5 минут).
2. Повторение пройденного материала (8 минут).
3. Изучение нового материала (7 минут)
4. Закрепление изученного материала и отработка практических умений (20 минут).
5. Рефлексия (3 минуты)
6. Домашнее задание (2 минуты).

**Список литературы:**

***Основная литература***

1. Большая энциклопедия космоса. Жилинская А. серия Disney. Удивительная энциклопедия. Издательство Эксмо, 2015.
2. Введение в физику космоса. Бережко Е.Г. ФИЗМАТЛИТ, 2014.
3. Золотое сечение и космос. Пространственная теория материя. Основания геометрической физики. Смирнов В.С. Типография ЦСИ, 2005.
4. О Земле и Космосе. Зигуненко С.Н., Мещерякова А.А., Собе-Панек М.В. Аванта, 2018.
5. Космос. Прошлое, настоящее, будущее. Левитан Е.Ф., Первушин А.И., Сурдин В.Г. АСТ, 2018.
6. Космос. Хомич Е.О. АСТ, 2016.