**РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДПРОФИЛЬНОЙ**

**ПОДГОТОВКИ С ОРИЕНТАЦИЕЙ НА**

**ЕСТЕСТВЕННО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ**

**Ф И З И К А**

Материалы разработаны

Л.Б.Богаткиной, Г.Г.Никифоровым,

В.А.Орловым и Е.К.Страутом

ЧТО СЛУЧИЛОСЬ, КОГДА ВО ВСЕЛЕННОЙ

***ЕЩЕ НИЧЕГО НЕ БЫЛО?***

***Введение***

Целесообразность включения в состав курса предпрофильной подготовки уроков, посвященных проблемам современной космологии –строению и эволюции Вселенной - диктуется несколькими обстоятельствами.

Формирование мировоззрения школьников, которое попрежнему считается одной из главных задач образования, непременно должно предусматривать их знакомство с современной научной картиной мира. При этом важно, что эволюционный характер современной картины мира, который обоснован теоретически и подтвержден астрономическими наблюдениями, является той существенной особенностью, которая отличает ее от представлений о мироздании, сложившихся на протяжении всех предшествующих эпох. Открытие эволюции Вселенной считается одним из наиболее важных достижений науки ХХ века.

Идея эволюции неживой природы имеет самую тесную связь с проблемами экологии, которые широко представлены в различных школьных предметах, а также проблемами возникновения жизни на Земле и существования жизни вне ее. Однако, эта идея практически не затрагивается в естественнонаучных курсах для основной школы, что представляется нам весьма существенным пробелом в содержании образования, который необходимо в будущем ликвидировать.

***Общая направленность занятий***

Очевидно, что главной целью изучения основных положений современной космологии является формирование современной научной картины мира.

Достижению этой цели во многом должно способствовать не только само содержание учебного материала, но и подход к изучению основ современных представлений об эволюции Вселенной. В процессе занятий целесообразно обратить внимание учащихся на целый ряд интересных и во многом поучительных моментов в становлении и развитии идеи эволюции Вселенной, раскрывая при этом некоторые вопросы методологии научных исследований. В частности, преемственность научных теорий, взаимосвязь теории и наблюдений (эксперимента), роль интеграции достижений различных наук в процессе разработки сложнейших научных проблем, ярким примером которых является современная космология. Все это позволяет не только показать учащимся те трудности, которые пришлось преодолевать ученым, но и привести убедительные свидетельства тех исключительных возможностей, которыми располагает наука для преодоления казалось бы непреодолимых препятствий на пути ее развития.

Теоретическим фундаментом современных космологических моделей является общая теория относительности А.Эйнштейна – релятивистская теория тяготения, изучение которой в средней школе, к сожалению, представляется весьма трудным делом. Поэтому ознакомление учащихся с теми выводами о неизбежности процесса эволюции Вселенной в целом, которые были сделаны на основании этой фундаментальной теории, может стать первым шагом на пути ее более глубокого познания в процессе дальнейшего обучения, возможного в классах физико-математического профиля.

***Основное содержание***

В процессе проведения занятий, которые можно считать первым этапом изучения основ современной космологии, желательно ограничиться рассмотрением следующих вопросов:

1. Что изучает космология.
2. Эффект Доплера. «Красное смещение» в спектрах галактик.
3. Нестационарность Вселенной – неизбежное следствие действия сил тяготения.
4. Гипотеза «горячей Вселенной» и ее следствия.
5. Открытие реликтового излучения – важнейшее наблюдательное подтверждение современных космологических представлений.
6. «Большой взрыв» и его особенности.
7. Состояние вещества на начальных этапах расширения Вселенной.

1. Космология – это физическое учение о Вселенной как целом, основанное на наблюдательных данных и теоретических выводах. На протяжении всей истории существования цивилизации человечество стремилось представить структуру всего окружающего мира. На каждом историческом этапе представления о Вселенной отражали достигнутый человечеством уровень знаний и опыт изучения природы. Космологические представления менялись по мере того как расширялись масштабы познанной человечеством части Вселенной.

Первой космологической моделью, которая имела теоретическое (математическое) обоснование, можно считать геоцентрическую систему мира, преложенную К.Птолемеем во II в. нашей эры. Через полторы тысячи лет ее на смену пришла гелиоцентрическая система мира Н.Коперника. По сути дела эта модель представляла лишь строение Солнечной системы, поскольку только она и была хорошо изученной системой.

В начале ХХ в. стало складываться представление о Вселенной как о мире галактик. В то же самое время в 1917 г. А.Эйнштейном была создана общая теория относительности (ОТО), которой было суждено стать теоретическим фундаментом науки о строении Вселенной. Он понимал значение своей теории для космологии и потому сразу же стал выяснять имеют ли уравнения ОТО, применимые ко всей Вселенной, решения, которые описывают ее состояние, не меняющееся со временем.

2. В 1922-24 гг. российский математик А.А.Фридман, применив уравнения Эйнштейна к описанию всей Вселенной, получил общие решения этих уравнений, из которых следовало, что галактики, заполняющие все ее пространство должны либо удаляться друг от друга либо сближаться.

Важное подтверждение теоретические выводы Фридмана получили благодаря наблюдениям Э.Хаббла. Измеряя лучевые скорости галактик, он обнаружил, что в их спектрах линии смещены к красному его концу, что согласно эффекту Доплера означало их удаление. В дальнейшем сравнивая величину «красного смещения» в спектрах различных галактик, Хаббл установил закон, который впоследствии был назван его именем. Согласно закону Хаббла скорости удаления любой галактики от нас пропорциональны расстоянию до нее: V = H · R.

Признавая исключительную важность этого открытия и других его заслуг, как одного из выдающихся астрономов-наблюдателей, имя Хаббла было присвоено крупнейшему космическому телескопу, который был выведен США на околоземную орбиту в 1990 г. Этот телескоп и до сих пор используется для получения высококачественных изображений и другой информации о различных космических объектах, в частности, далеких галактик.

Однако из закона Хаббла вовсе не следует, что наша Галактика занимает какое-то исключительное положение во Вселенной. Наоборот, обнаруженное в спектрах галактик «красное смещение» означает, что все галактик (за исключением наиболее близко друг к другу расположенных) взаимно удаляются друг от друга. Иначе говоря, закономерность расширения, которая описывается законом Хаббла, одинакова для наблюдателя, находящегося в любой точке пространства. Таково общее свойство того пространства, в котором мы живем. В этой связи следует вспомнить слова А.Эйнштейна, сказанные им в ответ на просьбу коротко сформулировать сущность общей теории относительности. Его ответ сводился к следующему: «Прежде считалось, что свойства пространства не зависят от наличия в нем тел. Из теории относительности следует, что свойства пространства зависят от наличия в нем тел».

3. Открытие Э.Хабблом «красного смещения» в спектрах галактик и теоретические работы А.А.Фридмана показали, что Вселенная не может быть стационарной. Более того, можно сказать, что если бы наблюдения не показали систематического смещения линий в спектрах галактик, то это означало бы отсутствие нестационарности Вселенной. Отсюда с неизбежностью было бы необходимо сделать вывод о том, что законы тяготения (как Ньютона, так и Эйнштейна) нуждаются в уточнении, что наряду с гравитационными силами, подчиняющимися закону всемирного тяготения, существует какая-то еще неизвестная универсальная сила, которая мешает тяготению сделать Вселенную нестационарной.

Работы Хаббла и Фридмана явились лишь началом изучения эволюции Вселенной, можно сказать, ее механики. Но именно они открыли дорогу последующим исследованиям физики тех процессов, которые происходили во Вселенной на различных ее эволюции.

Развернувшиеся на протяжении ХХ века исследования затронули целый ряд фундаментальных проблем физики и позволили достичь во многих из них очень существенных и важных для современной науки результатов.

Взаимное удаление галактик означает, что в прошлом они были гораздо ближе расположены друг к другу, чем в современную эпоху. Закон Хаббла дает возможность оценить время, которое прошло с момента начала их разбегания – начала расширения Вселенной. Это время составляет примерно 15-20 млрд. лет.

Нетрудно убедиться, что в столь отдаленную эпоху плотность вещества во Вселенной была столь велика, что ни галактики, ни звезды и никакие другие наблюдаемые в настоящее время объекты просто не могли существовать.

4. В 1948 г. Г.А.Гамовым и его сотрудниками была высказана гипотеза о том, что на начальных стадиях расширения Вселенной ее вещество имело не только огромную плотность, но и очень высокую температуру. На основе этой гипотезы они сделали попытку объяснить происхождение химических элементов и их распространенность в современной Вселенной. Первоначально эта попытка оказалась неудачной и только впоследствии справедливость этой гипотезы была подтверждена многими данными наблюдений.

Так выяснилось, что химический состав звезд, в котором преобладает водород, согласуется с представлениями о «горячей Вселенной». В том случае, если бы на начальной стадии температура во Вселенной была низкой, вещество звезд должно было бы полностью состоять из гелия.

Но более важным оказалось другой вывод, который следовал из предположения о первоначально горячей Вселенной - существование в нашу эпоху электромагнитного излучения, оставшегося от той эпохи, когда вещество во Вселенной имело большую плотность и высокую температуру. Это излучение выдающимся российским астрофизиком И.С.Шкловским было названо «реликтовым».

В процессе расширения Вселенной снижается как температура вещества, так и температура излучения. Согласно расчетам, проведенным в соответствии с различными вариантами теории температура реликтового излучения к настоящему времени должна быть в пределах от долей кельвина до 20-30 К. Электромагнитное излучение со столь малой температурой представляет собой ни что иное, как радиоволны сантиметрового и миллиметрового диапазона. Обнаружение реликтового излучения должно было стать решающим наблюдательным подтверждением теории «горячей Вселенной».

Расчеты, проведенные в 1964 г. отечественными астрофизиками А.Г.Дорошкевичем и И.Д.Новиковым, показали, что интенсивность реликтового излучения позволяет обнаружить его с помощью существовавших в те годы радиотелескопов. Однако эта теоретическая работа осталась незамеченной наблюдателями.

5. Поэтому открытие реликтового излучения совершилось случайно. В 1965 г. сотрудники американской компании «Bell» А.Пензиас и Р.Вилсон при отладке рупорной радиоантенны, созданной для наблюдений за спутником «Эхо», обнаружили слабый фоновый радиошум, приходящий из космоса и не зависящий от направления антенны. Наблюдения, проведенные ими на волне 7,35 см, показали, что температура обнаруженного излучения составляет около 3 К. За это выдающееся открытие, доказавшее, что в начале расширения Вселенная была горячей, А.Пензиасу и Р.Вилсону в 1978 г. была присуждена Нобелевская премия по физике.

Примечательно, что первые наблюдательные факты, которые косвенно свидетельствовали о существовании во Вселенной излучения с температурой в несколько кельвинов, были получены еще в 1941 г., т.е. еще до появления гипотезы «горячей Вселенной».

Случай с реликтовым излучением является одним из многих примеров в истории физики, когда предсказание еще неизвестного явления делалось задолго до появления технических возможностей его обнаружения. Поэтому при рассказе об обнаружении реликтового излучения целесообразно лишний раз подчеркнуть наличие у теории так называемой «предсказательной» функции.

Общая плотность энергии, которая сегодня содержится в реликтовом излучении в 30 раз больше, чем плотность энергии в излучении звезд, радиогалактик и всех других современных источников излучения вместе взятых. В каждом кубическом сантиметре Вселенной содержится примерно 500 фотонов реликтового излучения, а в одном кубическом метре их около миллиарда. Что же касается обычного вещества Вселенной, то если его равномерно распределить в пространстве, то в одном кубическом метре окажется всего 1 атом. Таким образом, кванты электромагнитных волн оказывается распространены в природе гораздо больше, чем частицы вещества.

6. В научно-популярной литературе процессы, происходящие в «горячей Вселенной» на начальном этапе ее расширения, достаточно часто называют «Большим взрывом». Вполне естественно, что подобное название вызывает ассоциации с процессами при обычном взрыве. Тем более, что вопросами космологии занимались создатели советского атомного оружия, выдающиеся физики Я.Б.Зельдович и А.Д.Сахаров. Следует, однако, иметь в виду чрезвычайно важное отличие Большого взрыва от взрыва обычного, на что указывал, в частности, Я.Б.Зельдович. При взрыве какого-либо заряда, когда в малом объеме выделяется значительная энергия, вещество заряда сильно нагревается и испаряется. Возникающий при этом перепад давлений создает силу, которая и разбрасывает вещество. При Большом взрыве никаких перепадов давления и плотности вещества в начале расширения Вселенной нет. Причиной, «первотолчком» расширения являются силы отталкивания, которые возникают при так называемом «вакуумоподобном» состоянии вещества сверхвысокой плотности. Рассмотрение природы этих сил выходит далеко за рамки данного курса, важно лишь подчеркнуть коренное отличие Большого взрыва от обычных взрывов.

7. Ясно, что при той высокой температуре, которая согласно современным космологическим теориям существовала на начальных этапах расширения, вещество не может находиться в таком состоянии, которое наблюдается в привычных земных условиях. В первые секунды после начала расширения температура превышала 109К. В этих условиях не могли существовать ни нейтральные атомы, ни даже сложные атомные ядра, но происходили процессы рождения и аннигиляции элементарных частиц. В этом горячем котле электроны и позитроны превращались в нейтрино и антинейтрино, при столкновении энергичных γ-квантов происходило рождение пар электронов и позитронов, а также их аннигиляция с превращением в кванты света. Наиболее тяжелые частицы вещества были представлены нейтронами и протонами, которые взаимодействуя с более легкими частицами превращаются друг в друга.

После того, как температура упала до миллиарда кельвинов, стало возможным образование простейших атомных ядер. Синтез элементов ограничивался только наиболее легкими ядрами. Образование элементов тяжелее гелия происходит в звездах уже в нашу эпоху. По истечении примерно пяти минут после расширения вещество состояло на 30% из ядер атомов гелия и на 70% из протонов – ядер атомов водорода. Такой химический состав вещества в дальнейшем остававлся неизменным на протяжении миллиарда лет вплоть до образования галактик и звезд, в недрах которых начинают происходить процессы нуклеосинтеза.

***Методические рекомендации.***

Прежде всего необходимо иметь в виду, что сама идея глобальной эволюции Вселенной оказалась столь необычной, что первоначально не была принята даже самим создателем теории относительности – Альбертом Эйнштейном. Уже позднее, когда стало очевидным, что все объекты во Вселенной с течением времени изменяются, многим ученым казалось, что эти изменения, которые происходят в ее отдельных составляющих, не меняют облика Вселенной в целом.

Поэтому не приходится удивляться тому, что учащиеся тоже могут далеко не сразу воспринять идею эволюции.

Учитывая сказанное выше об ознакомлении учащихся средней школы с основами общей теории относительности (ОТО), нам представляется очень важным показать в первую очередь суть вывода об эволюции Вселенной, который был получен российским математиком А.А.Фридманом на основе строгого решения уравнений А.Эйнштейна. Этот вывод можно получить довольно просто, оперируя только привычными понятиями теории тяготения Ньютона, что позволяет продемонстрировать учащимся взаимосвязь и преемственность научных теорий, углубить представления о границах применимости той или иной теории. К сожалению, многие учащиеся воспринимают появление новой теории не иначе как замену «неправильной» теории «правильной».

Нелишним будет затронуть и вопрос, который нередко задают в связи с выводом о всеобщности процесса расширения Вселенной: «Куда и во что расширяется Вселенная?» Постановку такого вопроса нельзя признать правомерной, если считать, что Вселенная – это все, что существует, и вне Вселенной нет вообще ничего – ни материи, в каком-либо виде, ни пространства, ни времени. Если Вселенная – бесконечна, то она останется бесконечной, хотя расстояния между входящими в состав телами увеличатся.

В лекционной форме предлагаемый учебный материал можно уложить в одно занятие (сдвоенный урок). Однако, на наш взгляд целесообразнее распределить его на два занятия, каждое из которых будет занимать два урока. В этом случае учитель сможет не просто ознакомить учащихся с основными идеями современной космологии, но также использовать более продуктивные формы учебной деятельности школьников, организовать обсуждение изучаемых вопросов, сопровождая его замечаниями методологического характера и историческими экскурсами. Представляется целесообразным также не увлекаться (без особой на то необходимости) использованием математики, а ограничиться в основном изложением материала на качественном уровне, сосредоточив главное внимание на всестороннем раскрытии основных идей космологии.

На страницах научно-популярной литературе в последнее время достаточно много внимания уделяется описанию различных исторических подробностей того, как происходило то или иное открытие. Поэтому целесообразно предложить учащимся на основе этих материалов подготовить по отдельным вопросам небольшие по объему доклады (рефераты). Среди возможных тем этих сообщений можно назвать:

- «Преемственность теории тяготения Ньютона и теории тяготения Эйнштейна»,

- «Эффект Доплера: теория и экспериментальное доказательство»,

- «Открытие Хабблом «красного смещения» в спектрах галактик»,

- «Закон Хаббла и его следствия»,

- «Как было обнаружено реликтовое излучение» и другие.

Проведение заключительного (четвертого) урока возможно в форме беседы-дискуссии с обсуждением вопросов, которые ориентированы на выяснение не только того, как учащиеся усвоили сложные идеи современной космологии, но и их отношения к выводам науки о расширении Вселенной и его причинах. Последнее весьма важно, поскольку в настоящее время довольно широко распространены псевдонаучные спекуляции по этой серьезной мировоззренческой проблеме.

Из числа средств, обеспечивающих наглядность обучения, можно использовать кино- и видеофильмы, посвященные космологии, которые довольно красочно (хотя и не всегда точно) воспроизводят события, происходившие во Вселенной многие миллиарды лет тому назад. Их демонстрацию следует рассматривать прежде всего как способ создания определенного эмоционального настроя на восприятие идеи эволюции Вселенной. Сами же идеи целесообразно раскрывать на основе более привычных для физики приемов: сравнение данных о красном смещении галактик при изменении системы отсчета (мысленный переход с нашей Галактики на любую другую), доказательство общности важного свойства теорий тяготения Ньютона и Эйнштейна (сферически-симметричная материальная оболочка не создает никакого гравитационного поля во своей внутренней полости) и т.п. Учитывая состояние преподавания элементов астрономии в основной школе желательно показать фотографии различных типов галактик и их спектров со смещением линий. Не следует пренебрегать простейшей демонстрацией увеличения расстояния между галактиками на двумерной модели (точки на поверхности раздуваемого шарика), а также какого-либо из модельных опытов, поясняющих принцип Доплера.

Подводя в заключение итоги занятий, желательно еще раз подчеркнуть, что проблемы космологии самым тесным образом связаны со многими фундаментальными проблемами современной физики: теориями Великого объединения взаимодействия элементарных частиц, происхождения химических элементов и др. Современная космология подошла к решению многих грандиозных вопросов, которые еще недавно были совершенно недоступны для серьезного исследования, а теперь являются полем самой активной работы специалистов:

«Почему Вселенная начала расширяться? Каковы были тогда свойства пространства и времени? Какими процессами, происходившими в момент начала расширения объясняются самые общие свойства Вселенной? Почему во Вселенной есть вещество? Почему Вселенная именно такая, какой мы ее наблюдаем, а не обладает иными свойствами? Чем закончится наблюдаемый нами Большой взрыв?»

Этот далеко неполный перечень вопросов, из которых еще отнюдь не все решены, показывает, насколько глубокие и фундаментальные проблемы решает современная наука. Разумеется, все эти проблемы уместно будет раскрыть в последующем уже в рамках особого факультативного курса.

***Литература.***

***Учебники для вузов***

- *Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. – М.: Наука, 1990.*

***Учебники для средней школы***

*- Физика и астрономия: Учеб. для 9 кл. общеобразоват. учреждений/ Под ред. А.А.Пинского, В.Г.Разумовского. – М.: Просвещение, 2000.*

*- Астрономия. 11 кл.: Учеб. для общеобразоват. учеб. заведений/ Б.А.Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. - М.: Дрофа,2002.*

- *Левитан Е.П. Астрономия: Учеб. для 11 кл.. общеобразоват. учреждений – М.: Просвещение, 2001.*

- *Засов А.В., Кононович Э.В. Астрономия: Учеб. для 11 кл.. общеобразоват. учреждений – М.: Просвещение, 2000.*

***Научные и научно-популярные книги***

*- Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1965, т. 1, с. 601.*

*- Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М.: Наука, 1965, т. 2, с. 119.*

*- Физика космоса: Маленькая энциклопедия. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986.*

*- Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1975.*

*- Вейнберг С. Первые три минуты. М.: Энергоиздат, 1981.*

*- Пиблс Ф.Дж. Структура Вселенной в больших масштабах. – М.: Мир, 1983*

*- Тропп Э.А., Френкель В.Я., Чернин А.Д. Александр Александрович Фридман: Жизнь и деятельность. – М.: Наука, 1988.*

*- Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. – М.: Изд-во МГУ, 1988.*

*- Новиков И.Д. Как взорвалась Вселенная. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – (Б-чка «Квант». Вып. 68)*

*- Девис П. Суперсила: Поиски единой теории природы/ Пер. с англ.- М.: Мир, 1989.*

*- Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – (Пробл. науки и техн. прогресса).*

*- Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр: Краткая история времени: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.*

*- Шаров А.С., Новиков И.Д. Человек, открывший взрыв Вселенной: Жизнь и труд Эдвина Хаббла. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.*

*-Гамов Дж. Моя мировая линия. Неформальная автобиография. М.: Физматлит. ВО «Наука», 1994.*

*- Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. – М.: Космосинформ, 1999.*

- *Энциклопедия для детей. Т. 8. Астрономия. – М.: Аванта+, 1997.*

*- Энциклопедический словарь юного астронома/ Сост. Н.П.Ерпылев – М.: Педагогика, 1980.*

***Статьи в периодических изданиях.***

*- Фридман А.А. Успехи физических наук, 1963, т..80, с.439,447.*

*- Ассовская А.С. Миры Александра Фридмана. «Земля и Вселенная», 1988, № 6.*

*- Горелик Г.Е. Расширению Вселенной – 20 миллиардов и 66 лет. – Вопросы истории естествознания и техники, 1988, № 4..*

*- Горячие точки космологии. – «Природа», 1989, № 7.*

*- Муханов В.Ф. О работах А.Д.Сахарова по космологии и гравитации.- «Земля и Вселенная». 1990, № 2.*

*- Сахаров А.Д. Симметрия Вселенной. – «Природа», 1990, № 8.*

*- Гриббин Дж. Рождение и гибель Вселенной. – «Курьер ЮНЕСКО», 1990, июль.*

***-*** *Левитан Е.П.**Миллион лет до конца света. – «Наука и жизнь»,1997, № 10.*

***-*** *Левитан Е.П. Как**узнали, что**Вселенная расширяется. – «Наука и жизнь»,1997, № 12.*

***-*** *Левитан Е.П.**Взрыв, породивший нашу Вселенную. – «Наука и жизнь»,1998, № 2.*

*- Сажин М.В. Космология двадцатого века.. – Астрономический календарь на 2000 г./ Под ред. К.В.Куимова. – М.: Космосинформ, 1999.*

***Интернет***

1. http//xray.say.msu.su/~lipunov/ *- страница профессора МГУ В.М.Липунова с информацией по космологии.*
2. http//cats.sao.ru/ *- система поиска информации по ключевым словам и по темам.*

*3-4)* http//www.stsci.edu/ public.html *и* http//oposite.stsci.edu/ pubinfo/ Pictures.html *– адреса библиотек фотографий с космического телескопа им.Хаббла (Hubble Space Telescope).*

*5)* http//www.astro.princeton.edu/~frei/ galaxy\_catalog.html *– каталог фотографий 113 галактик.*

*6)* http// astronomy.ti.ru *и* http// www.netclub.ru/~stargazer - *два адреса журнала «Звездочет», наиболее оперативно публикующего новую информацию по всем разделам астрономии.*

## ***ФИЗИКА И ТЕХНИКА***

***Введение***

Направления исследований естественных наук, связанных с формированием естественнонаучной картины мира, принято называть фундаментальными. В настоящее время к ним относятся: исследования элементарных частиц (изучение очень малого) и их взаимодействий; астрофизика и космология (изучение очень большого); биофизика и молекулярная биология (изучение очень сложного). Вместе с тем любая из естественных наук решает важные для практической деятельности человека проблемы. Среди этих наук физика занимает особое место не только потому, что она изучает свойства пространства и времени, фундаментальные взаимодействия, но и потому, что она является основой техники, современной технологии.

Вместе с тем в школьном преподавании сложилась парадоксальная ситуация, при которой глубокая взаимосвязь физики и техники ускользает от понимания учащимися.

Это связано главным образом с тем, что привычная реализация политехнического принципа, которая сводилась к приведению примеров применения изученных законов и явлений в технике и технологии, себя исчерпала. Должного эффекта не дает и более продуктивная идея изучения основных направлений научно-технического прогресса.

Налицо противоречие между тем, что, с одной стороны, физика остается основой современной техники и технологии, но, с другой стороны, эффективные методические пути для доведения сути этой связи до учащихся не разработаны. Физика для многих учащихся кажется бесполезной для практики наукой.

Необходимость разрешения этого противоречия определяет актуальность рассмотрения взаимосвязи физики и техники с новых позиций в процессе предпрофильной подготовки.

***Общая направленность занятий***

В настоящее время становится очевидным, что для учащихся интересно не только то, что физика является основой техники. Оказывается, их в большей мере привлекает освоение методов научного познания и современная естественнонаучная картина мира. Следовательно, при формировании этой картины мира необходимо включать технику как один из ее компонентов, при этом необходимо сосредоточить внимание не на примерах применения различных технических устройств, не на направлениях научно-технического прогресса, а на ***физических принципах техники***.

На протяжении длительного периода развития цивилизации вплоть до середины ХIХ в. основой техники являлись эмпирические (экспериментальные) физические законы. Законы равновесия (статики) твердых тел, жидкостей и твердых тел, помещенных в жидкости, известные еще со времен Архимеда, служили основой создания механизмов, сооружений, кораблестроения.

Эмпирический подход был характерен не только для механики. Паровая машина была создана чисто эмпирически – техника парового двигателя на полвека опередила его теорию. Только на базе опытных законов отражения и преломления света за сотни лет до того, как стало понятно, что такое свет, были заложены теоретические основы оптики, созданы микроскоп и телескоп.

По мере усложнения и техники и физической картины мира повышаются значение и роль фундаментальных физических открытий для развития техники. Особенно это стало ясно в середине ХIХ в., когда фундаментальные открытия Эрстеда, Ампера привели к созданию электрических двигателей, а открытие Фарадеем электромагнитной индукции позволило создать индукционный генератор. Появились линии дальней проводной электросвязи: трансатлантический кабель между Европой и Америкой (1866 г.), индоевропейский телеграф между Лондоном и Калькуттой (1869 г.).

Именно в это время впервые в истории создалась ситуация, при которой отсутствие фундаментальной теории начало сдерживать развитие техники.

В 1873 г. Дж. Максвелл создал теорию, из которой следовало существование электромагнитного поля, которое может распространяться свободно, без проводов со скоростью 3⋅108 м/с. В 1888 г. Г. Герц обнаружил такое поле на опыте, и, начиная с работ А. Попова, родилась эпоха радиосвязи и телевидения.

Не только научный эксперимент, но практические следствия фундаментальных физических теорий становятся критерием их истинности.

В современный период важнейшие достижения техники – следствие фундаментальных научных открытий. Чисто эмпирическим путем уже невозможно создавать технические средства, подобные ядерным реакторам, лазерам, компьютерам. Предварительным условием их создания является глубокое изучение и познание явлений и процессов, лежащих в основе принципа их действия. Нередко это приводит к новым направлениям фундаментальных исследований естествознания, и в частности физики.

Можно привести немало примеров глубокой связи технических проблем с фундаментальными исследованиями естественных наук.

Другой пример глубокой связи технических проблем с фундаментальными исследованиями естественных наук. Углерод – один из наиболее удивительных и важных в природе элементов. Имея 4 валентные связи, он легко образует полимерные цепочки. Именно это сыграло решающую роль в образовании биологических структур. Пространственное, трехмерное расположение атомов углерода образует решетку алмаза, двумерное слоистое расположение атомов - решетку графита, наконец, одномерные линейные цепочки атомов углерода образуют так называемый карбин.

Впервые карбин был получен в 60-е годы советскими учеными. Он обладает наибольшей прочностью из всех существующих на Земле веществ. Именно из карбиновых нитей изготовляют корпуса твердотопливных ракетных двигателей. При намотке карбиновых нитей на заданную форму они следуют по геодезическом линиям данной поверхности, по тем самым линиям, представления о которых возникли при фундаментальных исследованиях свойств пространства.

Другой 4-х валентный элемент – кремний стал родоначальником новой техники, а затем и технологии. Благодаря именно кремнию удалось создать персональный компьютер. Микроэлектроника встретила новое тысячелетие рекордом – кремниевым чипом с 1 млрд транзисторов.

С одной стороны, микроэлектроника – это техника, с другой – в ее основе лежит фундаментальный раздел физики, так называемая физика твердого тела. Вот почему именно за открытия в области физики были присуждены Нобелевские премии многим ученым, работающим в микроэлектронике, начиная с изобретателей транзисторов (А. Шокли, Д. Бардин, У. Браттейн) и кончая российским физиком Ж. Алферовым.

***Основное содержание***

Наиболее доступно для учащихся предлагаемый подход может быть раскрыт на материале курса механики. В каждом из его разделов (статика, кинематика, динамика, законы сохранения) можно выделить физические принципы техники, которые использовались не только раньше, но используются и теперь.

***Статика*** возникла в античный период (III в. до н.э.). В это время механика начала развиваться по двум, совершенно различным направлениям. Одно из них связано с изучением общих проблем динамики: время, пространство, сила движение, падение тел. Динамические проблемы возникли и развивались как чисто философские, умозрительные, логические, не имеющие никакого отношения к практической деятельности, никак не связанные с наблюдением, опытом.

Совсем по другому направлению шло развитие статики. Во-первых, огромным стимулом для исследования равновесия была техника сооружений, военная техника. Действительно, простейшие механизмы (рычаг, наклонная плоскость, клин) были известны еще в древнем Египте и Вавилоне (3000 лет до н.э.). Об этом свидетельствуют колоссальные сооружения тех времен.

Развитие военной техники, строительства уже требовали анализа принципа действия этих простых и новых механизмов. Эту теоретическую работу проделали в III–II вв. до н.э. Архимед и Герон. Теоретические расчеты проверялись на опытах.

Использование эксперимента, опыта в качестве способа проверки результатов – второе отличие развития статики от исследования динамических проблем. Исследования Архимеда вызваны были также необходимостью повысить точность весов – уникального, самого древнего и важного до сих пор средства измерения. Именно в статике зародились элементы естественнонаучного способа познания. Это связано главным образом с тем, что при исследовании проблем статики нет необходимости измерять промежутки времени.

Вплоть до XVII в. только законы статики лежали в основе технических механизмов. Многие из них, изготовленные из современных материалов и по современным технологиям, используются и сейчас. Во многом схожи модели крана, собранного на основе принципов, известных со времен Архимеда, и самых современных механизмов. Таким образом, оказывается, что понятия, законы и принципы статики используются и в технике настоящего времени и являются элементами современной естественнонаучной картины мира.

***Кинематика*** (от греческого слова κινημα - состояние движения) изучает движение тел с чисто геометрической стороны. В кинематике материальные тела различаются формой и положением в данной системе отсчета, изучаются пространственные соотношения между телами и изменения этих соотношений, происходящие с течением времени. Силы, обуславливающие эти изменения, не анализируются и не исследуются.

В процессе исторического развития кинематические методы впервые использовались в астрономии. Например, Птолемей во II в. до н.э. в своем знаменитом труде «Альмагест» создал геоцентрическую система мира (*geo* - Земля), которая была построена на геометрическом подходе к анализу движений небесных тел. Ее использовали примерно 15 веков.

Развитие техники, машиностроения привело в XIX в. к возникновению целого ряда прикладных проблем, касающихся механизмов и машин, в которых изучение движения с чисто геометрической стороны стало очень важным. И это не только сохранилось, но и усилилось в настоящее время. Кинематические методы используются при проведении летных испытаний самолетов, ракет, при конструировании самых современных устройств. Геометрический подход к анализу движений позволяет определить ускорение движения, а следовательно, оценить, в соответствии со вторым законом Ньютона, и действующие силы.

Лагранж, один из основателей аналитической механики, назвал кинематику «геометрией четырех измерений», имея в виду три пространственные координаты (*x, y, z*) и четвертую координату – время *t*. Обратим внимание на то, что в этой координате *t* и кроется отличие между движением в физике и геометрии. При изучении движения в геометрии время не имеет значения.

В современной естественнонаучной картине мира после создания А. Эйнштейном общей теории относительности (1917 г.) стало ясно, что связь между физикой и геометрией оказывается более глубокой, чем только кинематическая - геометрические свойства пространства зависят от движущихся тел.

***Динамика***, изучает причины различных движений. Ее развитие началось с исследований Г.Галилея (1564-1642). Именно он впервые в истории физики от проблем статики и кинематики перешел к проблемам динамики. Прежде всего он выяснил, что равномерное прямолинейное движение не требует для своего поддержания каких-либо сил. Далее, исследуя свободное падение, Галилей на опыте изучил, как же происходит движение под действием постоянной силы. Это была первая в истории естествознания динамическая проблема. Ученый установил, что пути, проходимые свободно падающим из состояния покоя телом, относятся как ряд нечетных чисел. Из кинематики нам известно, что это – признак равноускоренного движения. Итак, Галилей выяснил, что сила не является причиной движения – она является причиной изменения скорости движения, т.е. ускорения.

Галилей проводил исследования динамических проблем в условиях, когда еще не были определены основные понятия механики – скорость и ускорение; не было способов исследования таких быстрых движений, как свободное падение. В этих условиях Галилей разработал основы естественнонаучного исследования, который используется до сих пор: и сейчас ученые, исследующие новое, оказываются в таких же условиях, что и Галилей - в новой области еще нет соответствующих понятий и надо создавать новые средства и приборы для проведения измерений.

Следующий, решающий, этап в развитии динамики и всей механики связан с именем И. Ньютона (1643-1727). В своей гениальной книге «Математические начала натуральной философии» (1687 г.) он сформулировал три закона динамики и закон всемирного тяготения; впервые разработал подход к построению теории. Ньютон объяснил, как надо поступать, чтобы теория обладала стройностью и ясностью. Необходимо вывести из явлений (основание теории) два или три общих принципа (ядро) и затем изложить, какие из этих общих принципов вытекают свойства движений. Именно таким образом ему удалось открыть закон всемирного тяготения.

Ньютон вместе с Лейбницем (1646-1716) явились основателем математического анализа (с основами которого учащиеся знакомятся в курсе математики). В полной мере этот аппарат применили в механике великие математики Эйлер (1707-1783) и Лагранж (1736-1813). Ими была создана аналитическая механика (один из ее принципов – принцип возможных перемещений – учащиеся изучают в статике). Книга Лагранжа «Аналитическая механика» вышла в 1788 г. Именно аналитические методы позволили рассмотреть не только сложные проблемы движения материальной точки, но и движение твердого тела.

В конце XIX в. началась интенсивная разработка нового раздела динамики, посвященного движению тел, масса которых изменяется с течением времени. Основные результаты в этом направлении были получены профессором Петербургского политехнического института И.В. Мещерским (1859-1935).

ХХ век ознаменовался новым этапом развития механики, связанный с именем А.Эйнштейна (1879-1955), который создал знаменитые специальную и общую теории относительности. В специальной теории он рассмотрел движение тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света. В общей теории Эйнштейну удалось построить новую теорию тяготения. Интересно, что при построении обеих теорий им использовались открытия Галилея. Один из принципов специальной теории относительности – это принцип относительности, открытый Галилеем. Одна из исходных идей общей теории относительности следует из экспериментального факта, открытого Галилеем: ускорения свободного падения одинаковы для любых (разных) тел.

Вплоть до XVIII в. в технике применялись статические и кинематические методы и при этом труд ученых-механиков практически не оказывал влияния на развитие техники. В XVIII в. разделение труда между теорией и практикой сохранилось. Однако в связи с развитием динамики взаимоотношение между прикладной и теоретической механикой начинает изменяться. Именно в XVIII в. произошел первый в истории развития техники случай, когда для решения практических проблем обратились к ученым. В 1742 г. купол Собора св. Павла в Риме дал трещину. Анализ проблемы поручили одному из ведущих римских механиков Жакье и хорватскому физику Бошковичу. После осмотра купола и выяснения причин повреждений было изучено распределение сил в конструкциях купола с помощью применения принципа возможных перемещений к созданной ими динамической модели купола с трещинами: купол был представлен в виде твердых тел, которые могут двигаться относительно трещин.

В связи с первой промышленной революцией, начавшейся в Англии в середине XVIII в., статический и кинематический анализы машин и механизмов не позволяли уже решать все возникающие проблемы. Промышленная революция началась с изобретения в 1735 г. первой технологической машины – прядильной, которая уже заменяла не просто физический труд человека, а его профессиональные умения. Однако эта машина приводилась в действие с помощью животного. Необходим был другой источник движения – двигатель. Универсальный для того момента истории техники двигатель удалось изобрести Дж. Уатту, который через 30 лет после создания прядильной машины получил ряд патентов на устройства, позволяющие «преобразовать» паровую машину в двигатель.

Изобретения Уатта были основаны на кинематических методах. Он впервые применил кривошипно-шатунный механизм для преобразования поступательного движения поршня во вращательное. Затем он применил этот механизм для обратного преобразования движений и придумал способ автоматической подачи пара попеременно то с одной, то с другой стороны поршня. Далее Уатт использовал редуктор для увеличения числа оборотов в 2 раза.

Увеличение числа оборотов массивного маховика привело к необходимости решения сложных динамических проблем. Чтобы паровая машина использовалась в качестве двигателя, ее маховик должен вращаться равномерно, однако неравномерная подача пара в цилиндр и непостоянство его давления не могли этого обеспечить. Так в технике возникла динамическая проблема ускоренного вращения твердого тела. В теории же несколько ранее начал исследовать эту проблему Эйлер.

Между тем Уатт для ее решения сделал выдающееся изобретение: он придумал первый в истории техники автомат. Это был динамический регулятор числа оборотов вала его машины.

Итак, в XVIII в. наметилась тенденция сближения механики как теории и техники. Эта тенденция усилилась в XIХ в. Механика как теория уже становится основой для создания машин, а XIХ век получил название века машин. Изобретение, создание, конструирование их уже опиралось на законы Ньютона, аналитическую механику Эйлера-Лагранжа. Тем самым подтверждались исходные принципы, постулаты, начала теории – практика становится критерием истины.

***Законы сохранения.*** Детальное рассмотрение поведения системы с помощью законов динамики часто бывает настолько затруднительно, что довести решение до конца оказывается прак­тически невозможным или вообще неосуществимым.

Представим, например, что исследуется движение автомобиля, поливающего водой улицу, или поезда, с которого разбрасывается гравий при строительстве железной дороги, или движение ракеты, выбрасывающей струю газа. Во всех этих случаях масса движущихся тел изменяется, поэтому возникают сложности с использованием второго закона динамики.

Часто встречаются важные в научном и техническом отношении проблемы, когда законы сил вообще неизвестны. Именно тогда динамический подход просто неосуществим. Для примера можно привести взрывы - выделение большого количества энергии за короткое время в ограниченном объеме.

Перечисленные и многие другие проблемы решаются на основе принципов (законов) сохранения.

При движении системы ее сос­тояние изменяется со временем. Существуют, однако, такие величины, которые облада­ют весьма важным и замечательным свойством сохранять­ся. Среди этих сохраняющихся величин наиболее важную роль играют энергия и импульс. Законы сохранения этих величин имеют, как выяснилось впоследствии, весьма глубокое происхождение, связанное с основными свойствами вре­мени и пространства - однородностью и изотропностью.

Законы сохранения энергии и импульса относятся к числу тех наиболее фундаменталь­ных принципов физики, значение которых трудно пере­оценить. Роль этих законов особенно возросла после то­го, как выяснилось, что они далеко выходят за рамки механики и представляют собой универсальные законы природы. Во всяком случае, до сих пор не обнаружено ни одного явления, где бы эти законы нарушались. Они являются одними из тех немно­гих наиболее общих законов, которые лежат в основе сов­ременной физики.

К открытию закона сохранения импульса Декарт (1596-1650) пришел независимо от Ньютона на основе экспериментального исследования удара. Сам же Ньютон считал его простым следствием законов динамики. При этом прикладные и технические проблемы не имели для них какого-либо значения.

Ученым было ясно, что во вращательном движении твердых тел также таится какая-то сохраняющаяся величина. Это следовало из того, например, что планеты, спутники, звезды вращаются миллиарды лет без всякого внешнего воздействия. Однако вплоть до XVIII в. эти проблемы не являлись предметом специальных исследований.

В первой половине XVIII в. Эйлер и Д.Бернулли ввели понятие момента импульса *L*. Название связано с тем, что для обращающейся вокруг центра материальной точки эта величина равна произведению импульса *р* = *m*υ на расстояние до центра *r* , т.е. *L* = *m*υ*r* . Эйлер опубликовал свой результат в курсе механики в 1736 г., а Д.Бернулли - в 1746 г. в трудах Берлинской Академии Наук. Они доказали, что момент импульса обладает свойством сохранения. Широкое применение технических приложений закона сохранения момента импульса было найдено в ХХ в.

В открытии закона сохранения энергии тесно переплелись и проблемы, имеющие чисто научное, теоретическое происхождение, и проблемы, возникшие при решении практических задач. В качестве примера первой проблемы можно привести трудности «задачи шаров». Опыт показывал, что при упругом ударе двух шаров сохраняется и импульс (*m*11 + *m*22) и кинетическая энергия (  + ), а при неупругом – только импульс.

Практическое «происхождение» имело такое основание закона сохранения энергии, как «принцип невозможности вечного двигателя».

В древности мы не встречаем каких-либо попыток создать подобную машину. По-видимому, идея вечно­го двигателя тогда не являлась актуальной пробле­мой, поскольку огромная армия рабов давала почти даровую рабочую силу, что вполне удовлетворяло ну­жды общества того времени.

Первые проекты вечного двигателя относятся к периоду раннего средневековья, к XIII в. В последующие столетия, особенно в период между XIII и XVII вв., было предложено огромное количе­ство проектов вечного двигателя, основанных на при­менении различных физических явлений и законов.

В XVIII в. число проектов значительно сократилось. По-видимому, многие изобретатели поняли тщетность своих попыток и отказались от них. И все же проек­тов поступало еще достаточно много. На их рассмот­рение научные учреждения того времени вынуждены были отвлекать значительное число ученых, посколь­ку авторы проектов требовали их подробного разбора и заключения. В конце концов, одно из наиболее авто­ритетных учреждений - Парижская Академия наук - в 1755 г. объявило, что заявления о вечном двигателе, квадратуре круга и философском камне к рассмотре­нию приниматься не будут. После этого знаменитого решения Французской Академии наук понадобилось еще 50 лет, пока в середине XIX в. не был установлен закон сохранения энергии.

Самые современные технические идеи, технологии основаны на использовании законов сохранения: это и освоение космического пространства с помощью ракет, и подъем атомной подводной лодки «Курск», и мощные турбины.

***Методические рекомендации***

Предлагаемый для изучения учебный материал весьма тесно связан с содержанием курса механики основной школы. Поэтому перед учителем прежде всего стоит задача актуализировать знания, полученные учащимися при изучении этого курса, а также создать условия для их обобщения и более глубоко осмысления на основе вновь изучаемых вопросов. Для решения этой задачи учитель может задействовать широкий спектр традиционных для курса физики методических приемов – демонстрация видеофильмов о классических опытах, различных технических устройствах (созданных в прошлые века и современных), макетов машин и механизмов, а также их отдельных частей, доклады учащихся о жизни и деятельности выдающих ученых-физиков и инженеров, решение задач с техническим содержанием.

Исходя из содержания предлагаемого материала и оборудования, имеющегося в кабинете физики, учитель имеет возможность отобрать и поставить необходимые опыты. Подготовку и демонстрацию некоторых опытов можно поручить наиболее интересующимся учащимся.

***Литература***

***Книги***

*- Глухов Н.Д.. и др. Беседы о физике и техник. – М.: Высшая школа, 1990.*

*- Иванов А.С., Проказа А.Т. Мир механики и техники. – М.: Просвещение, 1993.*

*- Стрюковский В.И. История и логика развития научно-технической деятельности. – М.: Мысль, 1995.*

*- Советские инженеры. – М.: Молодая гвардия, 1985 (серия «Жизнь замечательных людей»).*

*- Соурц К.Э. Необыкновенная физика обыкновенных явлений», тт. 1 и 2. – М.: Наука, 1986.*

***Статьи в журналах***

*«Популярная механика», «Что нового в науке и технике», «Ломоносов».*

*Свет – что же это – волна или частицы?*

## Введение

Оптике – учению о свете – отводится особое место в физическом образовании. Причин тому множество, главная же состоит в том, что оптика играла и играет решающую роль в познании, в современной физике и технике. Изучение различных оптических явлений привело к основополагающим методологическим выводам о материальности света, о выполнении закона сохранения энергии во всех оптических явлениях, о взаимосвязи массы и энергии, зависимости свойств излучения от его количественных характеристик, о диалектическом единстве противоположных свойств света.

Оптика в своей основе близка к новой физике, т.к. изучает объект (свет), обладающий ультрарелятивистской скоростью. Отдельные экспериментальные факты, полученные при исследовании свойств света, такие как, например: постоянство скорости света в вакууме, дискретный характер испускания и поглощения света атомами – легли в основу соответственно теории относительности, квантовой оптики и квантовой механики. Развиваясь, оптика способствовала созданию таких областей физики, как электродинамика, атомная и ядерная физика.

Прикладное значение оптики тоже велико: инструментальная и проекционная оптика используется в научных исследованиях, медицине, технике и культуре – оптика широко вошла в нашу жизнь. Иначе, наверное, и не могло бы быть, т.к. мы живем в мире света. Посредством зрения мы получаем большую часть информации извне (порядка 80-90%). Именно с помощью света мы можем различать цвета и предметы, видеть их тени и отражения. Свет имеет для человека такое большое значение, что не удивителен тот факт, что изучать свет люди начали на заре человечества. До нас дошли сведения, что Евклид в Ш веке до н.э. уже знал законы отражения света от плоской поверхности, а Птолемей во П веке исследовал преломление света.

## Общая направленность занятий

Изучение оптики сопровождается знакомством с отдельными историческими сведениями, персоналиями ученых, описанием фундаментальных экспериментов, составляющих основу, базис теории. Расширить эти сведения, обобщить их на единой основе – возможно и полезно на завершающей стадии обучения школьников. Исследуя вопросы становления и развития оптики, как раздела физики, как науки, можно ярко и красочно показать все этапы, циклы в научном познании, в формировании научного знания, логику теоретических построений, связь наблюдения, эксперимента и теории в генезисе знания.

Изучение данного материала целесообразно организовать, сочетая формы самостоятельной работы учащихся по подготовке к его обсуждению с работой в классе под непосредственным руководством учителя. Так, учащиеся могут получить индивидуальные задания по подготовке сообщений на заданные темы. Необходимо осветить вопросы формирования тех или иных научных представлений, борьбы мнений, идей, а также тех аргументов – экспериментов или теоретических посылок, которые легли в их основу. Затем на уроке проводится своеобразный симпозиум - обсуждение всех идей, господствующих в умах ученых того или иного периода. Важно, чтобы опровержение, отказ от тех или иных воззрений был аргументированным. Особое внимание следует уделить тому факту, что каждый шаг в формировании представлений о свете был обусловлен конкретными знаниями того временного периода, когда эти представления возникали, соответствовал им. Новые знания, как правило, являлись следствием эксперимента, поэтому нужно обсудить, что предшествовало идее его проведения, на какой установке он осуществлялся, каковы были полученные результаты, как они интерпретировались и развивались в дальнейшем. Каждый ученик, выступая со своим сообщением о творчестве того или иного ученого или о проведении того или иного эксперимента, освещает конкретный шаг в эволюции оптики, в развитии основных понятий и законов науки, в трансформации моделей, отражающих наши представления об изучаемом объекте и, наконец, в совершенствовании теории.

Желательно привлечь класс к обсуждению рефератов с точки зрения доказательности того материала, которому посвящено сообщение. Если школьники представят себя современниками того ученого, с творчеством которого они знакомятся, будут ли для них убедительными его достижения, только ли так можно объяснить результаты любого изучаемого нами теперь исторического эксперимента по оптике. Критичный, оценочный подход должен приветствоваться.

Подводя итог дискуссии, учитель должен обобщить все рассмотренные материалы и четко выделить, какие физические эксперименты легли в основу теории, какие из них и почему считаются фундаментальными. Какая модель изучаемого объекта была разработана на основе имеющихся фактов, какую гипотезу выдвигали ученые на том или ином этапе изучения света, почему. Какие следствия предполагала та или иная господствующая теория, подтверждались ли они.

## Основное содержание

Основное содержание сообщений должно быть ориентировано на главные вехи в истории развития представлений о свете. Впервые исследовал свет как научный объект Птолемей.

Настоящий бум в изучении света приходится, тем не менее, на ХУП век. Возможно, что первой загадкой, которая не была решена вплоть до середины Х1Х века, было удивление Торричелли, когда он заметил, что свет проходит сквозь пустоту в верхней части его барометра. До этого свет казался ученым подобным звуку, и было известно, что звук передается через воздух. Оказалось, что свет может распространяться через вакуум, т.е. для его передачи или распространения не нужно никакой материальной среды. Пожалуй, и сейчас интересно было бы разобрать с учениками, например, такой вопрос: если свет не может пройти сквозь тонкий картон, то, как он проходит через толстое стекло?

В узком смысле слова предмет изучения физики – два объекта окружающей нас действительности – вещество и поле. Свет с этих позиций – уникален, т.к. обладает свойствами того и другого. Свет неразрывно связан с веществом: в веществе он рождается, в нем распространяется, им же поглощается. Этот факт расширяет содержание оптики. В ней изучается не только собственно свет и его свойства, но и свойства вещества, выявляющиеся при взаимодействии его со светом.

Вопросы на рассмотрение:

1. Представления древних о свете.
2. Развитие учения о свете в средние века.
3. 17-й век – бум открытий в оптике.
4. Оппозиция Ньютона и Гюйгенса по вопросу о природе света.
5. Утверждение волной теории света.
6. История создания электромагнитной теории света.
7. Рождение квантовой теории света.
8. Вклад русских ученых в исследования по оптике.

Интересно обратиться к персоналиям ученых, оставивших значительный след в истории развития знаний и представлений о свете.

На этой основе можно также построить изучение данного исторического материала об основных этапах формирования оптики.

Возможен и такой вариант, когда исследование существовавших мнений и идей, их борьбы и противостояния ведется параллельно изучению основополагающих экспериментов в физике:

1. Опыты по установлению законов отражения и преломления.
2. Оптические опыты Ньютона.
3. Опыты Френеля и Араго.
4. Опыты Юнга.
5. Опыты по измерению скорости света.
6. Опыты Столетова по фотоэффекту.
7. Опыты Вавилова по обнаружению квантовых флуктуаций света.

Нелегко, но очень интересно проследить историю развития оптики от древности до наших дней. Многие ученые исследовали свойства света, знания о нем приобретались медленно. Порой говорили, что ни один свой секрет природа не охраняет так тщательно, как секрет, чем же является свет в действительности, и на этом основании свет называли самым темным пятном в физике.

До нас дошли таблицы, в которых содержатся результаты Птолемея по измерению преломления света при переходе из воздуха в воду. Странная закономерность соотношения между значениями углов преломления в трех его таблицах наводит на мысль о подгонке результатов измерений. Между тем, считается, что Птолемей установил законы отражения света, причем практически в том виде, как они известны нам. Хотя здесь следует добавить, что большая часть его сочинений утеряна, и не известно, как он получил свои результаты.

Теперь мы приписываем открытие закона преломления в его современном виде Снеллиусу, но вполне возможно, что его еще ранее открыл Арио. Причем последний провел экспериментальную работу, а вывод Снеллиуса почти наверняка был теоретическим (он не сохранился).

Далее возникла новая проблема: как оказалось, некоторые кристаллические вещества не удовлетворяют закону преломления, а разделяют луч света на два луча, один из которых вообще не подчиняется закону Снеллиуса. Впервые это явление было замечено Бартолином, и заставило ученых

не только вводить новый механизм преломления, но и давать какое-либо объяснение наблюдаемому в эксперименте факту, а, следовательно, и природе света.

Именно эта проблема – одна часть света ведет себя иначе, чем другая - привела к знаменитому спору между Ньютоном и Гюйгенсом. Корпускулярные представления о свете, поддержанные авторитетом Ньютона, задержали прогресс оптики более чем на 100 лет. Только к концу ХУШ века начали появляться сомнения в справедливости корпускулярной теории и несколько ученых увидели возможность объяснить опыты Гримальди по наблюдению дифракции с точки зрения волновой теории. Исследуя условия формирования тени, Гримальди установил, что чем меньше размеры источника света, тем резче тень. Но существует некоторый предел (Гримальди освещал маленькое булавочное отверстие), когда тень начинает вновь размываться, и более того, у ее краев появляются цветные ореолы. Полную теорию этих явлений разработал Френель. Вместе с Араго они проделали множество опытов, ряд которых вошел в сокровищницу мирового классического физического эксперимента. Эти опыты были поставлены под влиянием Пуассона, одного из крупнейших французских ученых начала Х1Х века и приобрели выдающееся значение, поскольку убедили даже противников волновой теории в ее правоте, а сама теория с того времени стала общепринятой.

Простой убедительный опыт, подтверждающий волновую природу света, осуществил Юнг. Его знаменитый опыт по интерференции света от двух щелей также является классикой эксперимента в физике. Это самый простой опыт по интерференции, в нем – минимум оборудования, что сводит к минимуму нежелательные ложные эффекты. В то же самое время опыт чрезвычайно нагляден, т.к. позволяет количественно оценить наблюдаемое явление. В отличие от дифракции в опытах Френеля, которую можно рассчитать, но достаточно сложно, полосы Юнга описываются очень простой теорией. Их можно использовать для измерения длин волн света, получая результаты с точностью примерно до 1%.

Великие эксперименты в физике обычно приводили к новым идеям и новым опытам. Так и опыт Юнга побудил Араго и Френеля провести опыты по интерференции поляризованного света, в которых было окончательно установлено, что свет является поперечной волной.

Еще одно важное свойство света было установлено в конце ХУП века – свет обладает конечной скоростью. До этого все попытки Галилея измерить скорость света оставались безуспешными, и вообще не было уверенности в том, что свет обладает скоростью, которую можно измерить. Декарт же уверенно утверждал, что скорость света бесконечна, подкрепляя свою уверенность логическими выкладками. Например, он предлагал представить, что мы будем наблюдать во время затмения Солнца, если свет проходит расстояние от Луны до Земли, к примеру, за час. По его мнению, мы не должны были бы видеть тень Луны на Земле, когда она находится на одной прямой с Солнцем, потому что Луна должна была бы пройти дальше за тот час, за который ее тень дойдет до нас. Насколько этот аргумент убедителен для вас?

Первое реальное свидетельство конечности скорости распространения света получил Рёмер из наблюдений кажущихся расхождений между моментами затмений спутников Юпитера. Работа Рёмера кажется на первый взгляд очень прозаичной, он как бы заметил то, на что другие исследователи не обращали внимания. На самом деле его наблюдения - это научный подвиг, т.к. ряд объективных факторов их существенно усложняет.

Согласно расчетам Рёмера скорость света должна быть несколько меньше 320 тысяч километров в секунду. Это было первое определение величины, которая по современным представлениям является важнейшей мировой физической константой.

Только в Х1Х веке удалось проверить результат Рёмера, измерив скорость распространения света в земных условиях. Первыми такие измерения выполнили Физо и Фуко. Оба они использовали исключительно быстрое вращение элементов установки, а это стало возможным только после того, как были созданы прочные сплавы, выдерживающие громадные центробежные нагрузки. В этих опытах очень любопытно решены проблемы сокращения базы, светового пути, т.е. главного препятствия, помешавшего Галилею измерить скорость света.

Открытие линейчатых спектров – еще один важный момент в развитии физики – принадлежит Гершелю и Фраунгоферу. Оно привело к рождению новой области физики – спектроскопии. И, вместе с тем, в очередной раз озадачило ученых. Почему атомы испускают излучение определенной длины волны? Зависит ли это излучение от структуры атома, несет ли информацию о ней? И вновь история повторяется! Должно было пройти почти столетие, прежде чем ученые смогли объяснить происхождение линейчатых спектров.

## Список литературы

1. Анцелиович Е.С. Галилео Галилей. – М.: Учпедгиз, 1955.

2. Артоболевский И.И. Выдающийся советский ученый - С.И.Вавилов. – М.: Знание, 1951.

3. Бернал Д. Наука в истории общества. – М.: ИЛ, 1956.

4. Биографический словарь деятелей естествознания и техники. – М.: БСЭ, 1959.

5. Блудов М.И. Беседы по физике. – М.: Просвещение, 1972. - Ч.1; 1973. - Ч.2; 1974 – Ч.3.

6. Болховитинов В.Н. Александр Григорьевич Столетов. – М.:Молодая гвардия, 1965.

7. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. – М.: Наука, 1970.

8. Бублейников Ф.Д. Галилео Галилей. – М.: Просвещение, 1964.

9. Бублейников Ф.Д., Веселовский И.Н. Физика и опыт. – М.: Просвещение, 1970.

10. Бугер П. Оптический трактат о градации света. Серия «Классики науки». – М.: Изд-во АН СССР, 1950.

11. Вавилов С.И. Глаз и Солнце. – М.: Наука, 1981.

12. Вавилов С.И. Исаак Ньютон. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.

13. Веселовский И.Н. Христиан Гюйгенс. – М.: Учпедгиз, 1959.

14. Галилей Галилео. Избранные труды в двух томах. Серия «Классики науки». – М.: Наука, 1964.

15. Гиндикин С.Г. Рассказы о физиках и математиках. – М.: Наука, 1981.

16. Гюйгенс Х. Трактат о свете. – М.-Л.: ОНТИ, 1935.

17. Гюйгенс Христиан. Три мемуара по механике. Серия «Классики науки». – М.: Изд-во АН СССР, 1956.

18. Джефф Б. Майкельсон и скорость света. – М.: ИЛ, 1963.

19. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики с древнейших времен до конца ХУШ века. – М.: Наука, 1974.

20. Замечательные ученые/ Под ред.С.П.Капицы –М.: Наука, 1980.

21. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. Статьи. Выступления. – М.: Наука, 1974.

22. Кравец Т.П. От Ньютона до Вавилова. – Л.: Наука, 1967.

23. Кудрявцев П.С. Исаак Ньютон. – М.: Учпедгиз, 1963.

24. Кудрявцев П.С. История физики. – М.: Учпедгиз, 1956. – Т.1; 1956. – Т. 2; 1971. – Т.3.

25. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1982.

26. Кудрявцев П.С., Конфедератов И.Я. История физики и техники. – М.: Просвещение, 1965.

27. Кузнецов Б.Г. Галилей. – М.: Наука, 1964.

28. Кузнецов Б.Г. Развитие научной картины мира в физике ХУП-ХУШ вв. – М.: Изд-во АН СССР, 1955.

29. Кузнецов Б.Г. Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна. – М.: Изд-во АН СССР, 1963.

30. Лазарев П.П. Очерки истории русской науки. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950.

31. Лазаревич Э.А. Искусство популяризации. Академики С.И.Вавилов, В.А.Обручев, А.Е.Ферсман – популяризаторы науки. – М.: Изд-во АН СССР, 1960.

32. Лауэ М. История физики. – М.: ГИТТЛ, 1956.

33. Левшин Л.В. Сергей Иванович Вавилов. – М.: Наука, 1977.

34. Ливанова А. Физики о физиках. - М.: Молодая гвардия, 1968.

35. Линник В.П. Труды Кеплера в области оптики. – УФН, т.109, вып.1.

36. Липсон Г. Великие эксперименты в физике. – М.: Мир, 1972.

37. Лишевский В.П. Ученые – популяризаторы науки. – М.: Знание, 1987.

38. Льоцци Марио. История физики. – М.: Мир, 1970.

39. Марчук Г.И. Молодым о науке. – М.: Молодая гвардия, 1980.

40. Мощанский В.Н., Савелова Е.В. История физики в средней школе. – М.: Просвещение, 1981.

41. Нейгебауэр О. Точные науки в древности. – М.: Наука, 1968.

42. Ньютон И. Оптика / Пер. С.И.Вавилова. – М.: ГИЗ, 1927.

43. Ньютон И. Лекции по оптике. Серия «Классики науки». – М.: Изд-во АН СССР, 1946.

44. Ньютон И. Оптические мемуары. – УФН, 1927, т.7, вып.1.

45. Очерки развития основных физических идей / Под ред. А.Т.Григорьяна и Л.С.Полака. – М.: Изд-во АН СССР, 1959.

46. Планк М. Единство физической картины мира. – М.: Наука, 1966.

47. Подкорытов Г.А. Историзм как метод научного познания. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1967.

48. Резников Л.И. Фундаментальные научные эксперименты в школьном курсе физики. Советская педагогика, 1973, № 10.

49. Розенберг Ф. История физики. Т.1-3 – М.-Л., 1935-1937.

50. Ронки В. Оптика Кеплера и оптика Ньютона. – В кн.: Вопросы истории естествознания и техники, вып. 15. – М., 1963.

51. Ронки В. Падре Гримальди и его эпоха. – УФН, 1965, т.87, вып.2.

52. Савелова Е.В. Вопросы истории физики и техники в курсе физики средней школы. – Л.: Учпедгиз, 1956.

53. Сергей Иванович Вавилов. Очерки и воспоминания. – М.: Наука, 1981.

54. Сердюков А.Р. Петр Николаевич Лебедев. – М.: Наука, 1978.

55. Спасский Б.И. Вопросы методологии и историзма в курсе физики средней школы. – М.: Просвещение, 1975.

56. Спасский Б.И. История физики. – М.: Высшая школа, 1977. – Т.1,2.

57. Суворов С.Г. О теориях познания – Макса Борна и диалектического материализма. Успехи физических наук, 1976, 118, № 4.

58. Столетов А. Собрание сочинений. – М.-Л.: ГТТИ, 1939.-Т.1; 1941. –Т.2; 1947. – Т.3.

59. Тарасов Л.В. Оптика, рожденная лазером: Книга для внеклассного чтения. – М.: Просвещение, 1977.

60. Творцы физической оптики. – М.: Наука, 1973.

61. Тепляков Г.М., Кудрявцев П.С. Александр Григорьевич Столетов. – М.: Просвещение, 1966.

62. Толанский С. Удивительные свойства света. – М.: Мир, 1969.

63. Толанский С. Революция в оптике. – М.: Мир, 1971.

64. Тригг Дж. Решающие эксперименты в современной физике. М.: Мир, 1974.

65. Филонович С.Р. Самая большая скорость. – М.: Наука, 1983.

1. Филонович С.Р. Лучи. Волны. Кванты. – М.: Наука, 1978.

67. Франкфурк У.И., Френк А.М. Христиан Гюйгенс. – М.: Изд-во АН СССР, 1962.

68. Франкфурт У.И., Френк А.М. У истоков квантовой теории. – М.: Наука, 1975.

69. Френель О. Избранные труды по оптике. – М.: Гостехиздат, 1955.

Френель О. О свете. – М.-Л.: ГИЗ, 1928.

70. Фрум К., Эссен Л. Скорость света и радиоволн. - М.: Мир, 1973.

71. Хазен А.М. Поле, волны, частицы и их модели. – М.: Просвещение, 1979.

72. Храмов Ю.А. Физики. Биографический справочник. – М.: Наука, 1984.

73. Хрестоматия по физике: Учеб. Пособие для учащихся 8-10 кл. сред. шк. / Сост. А.С.Енохович и др.; Под ред.Б.И.Спасского. – М.: Просвещение, 1987.

74. Шпольский Э.В. Выдающийся советский ученый С.И.Вавилов (1891-1951). – М.: Знание, 1956.

75. Ярошевский М.Г., Зорина Л.Я. История науки и школьное обучение. – М.: Знание, 1978.

## Лазер – друг или враг

## Введение

Актуальность предлагаемого для изучения материала очевидна – лазер все шире проникает во все сферы жизни современного человека. Наши школьники пользуются CD-плэйерами, посещают дискотеки, где широко используются возможности лазера как источника света, обладающего особыми свойствами и яркостью. Знают, что лазеры применяются в системах связи и медицине. Не ослабевает интерес к исследованиям по применению лазеров в военном деле. Все эти и другие сведения о лазерах широко освещаются в прессе. Однако, в большинстве случаев, знания ребят этим и ограничиваются. Узнать чуть больше о самом лазере, об истории его создания и его возможностях поможет предлагаемый сюжет.

## Общая направленность занятий

Цель этого сюжета – познакомить учащихся с применением законов физики, с использованием конкретных знаний об оптическом излучении в разработке приборов нового поколения – лазеров. ХХ век часто называли «лазерным», подчеркивая тем самым исключительную важность этих физических приборов для современных технологий.

Изучение вопросов применения лазеров в науке, технике, медицине, быту направлено на достижение следующих целей:

* развитие представлений школьников о физическом принципе действия и технических решениях различных видов лазеров;
* расширение знаний учащихся по применению физических эффектов в технических системах;
* повышение познавательного интереса школьников к физике путем ознакомления их с современными достижениями науки и техники, связанными с производством и использованием лазеров в различных сферах жизни общества.

Материал, который может быть предложен ученикам для знакомства и изучения, значителен по объему – это определяет формы работы с ним. Предпочтение надо отдать самостоятельной подготовке школьниками сообщений по отдельным вопросам или темам в виде рефератов или докладов с последующим представлением их на обсуждение в классе на уроке или школьной конференции.

Для организации дискуссии, живого обсуждения предлагаемого докладчиками материала, можно использовать различные известные приемы: готовить оппонентов, критиков, содокладчиков, экспертов и т.п.

Изучаемый материал должен быть представлен в виде сообщений на темы, затрагивающие не только применение лазеров, но и на по возможности подробное рассмотрение физических основ оптических квантовых генераторов, описание устройства лазерной установки, качественное объяснение физической сущности процессов, протекающих в активном элементе генератора.

Большой интерес могут вызвать опыты с применением школьного лазера или лазера-указки, представленные аудитории. Для иллюстрации рассмотренных принципов генерации излучения в лазерах следует использовать учебный диафильм «Квантовые генераторы».

## Основное содержание

Вопросы, выносимые на рассмотрение:

1. Что мы знаем о свете.
2. Получение света с помощью лазера.
3. Применение лазеров.
4. Принципы голографии.
5. Делайте голограммы сами.

Принцип работы квантового оптического генератора основан на том, что возбуждение светом атома и последующий переход его обратно в стационарное состояние проходит разными путями. Вначале атом вынужденно переходит в возбужденное неустойчивое состояние. Время жизни этого состояния очень мало. Затем атом спонтанно переходит на метастабильный уровень, на котором время жизни более продолжительно.

В результате различия времени жизни этих состояний через некоторый промежуток времени после начала возбуждения (освещения) большое число атомов будет находиться на метастабильном уровне. Затем лавиной все атомы (почти одновременно) перейдут с этого уровня в невозбужденное состояние. При этом каждый атом будет излучать свет одной и той же частоты и практически в одной фазе. Получается мощный импульс монохроматического света. Возбуждая атом снова (соответствующим освещением), можно добиться повторного излучения.

Изучая принцип действия лазеров, необходимо выделить три основных момента – создание активной среды, процесс усиления света активной средой, реализация условий осуществления обратной связи между активной средой и распространяющейся в ней световой волной.

Интересно рассмотреть вопросы, связанные с историей создания лазеров от идеи до ее реального воплощения. Этот материал показывает, что научные и технические открытия реализуются в науке в основном тогда, когда они находят применение в практической деятельности общества. Если эта значимость не является очевидной, то открытие может быть забыто, как это произошло с лазером.

Еще в 1916 г. А.Эйнштейн ввел понятие вынужденного излучения. В 1940 г. В.А.Фабрикант указал на возможность использования этого излучения для усиления электромагнитных волн и даже рассчитал условия, при которых этот процесс будет наблюдаться. Однако потребовалось почти 15 лет, чтобы наши ученые А.М.Прохоров и Н.Г.Басов, а также независимо от них американец Ч.Таунс «заново открыли» возможность создания усилителей, а затем и генераторов электромагнитных волн, основанных на использовании вынужденного излучения. В начале 60-х годов у нас в стране был разработан первый лазер на смеси гелия и неона, а спустя четыре года уже было налажено их промышленное изготовление.

Возможности лазера огромны. Сфокусированный до толщины человеческого волоса луч лазера легко пробивает тончайшие отверстия в самых твердых веществах: алмазе, карбиде бора, в сверхтвердых искусственных материалах. Лазеры применяют для точечной сварки миниатюрных деталей полупроводниковых приборов, плавки в вакууме тугоплавких металлов, выплавления сверхчистых металлов из руд, обработки керамики и других операций, где необходима предельная концентрация энергии.

Лазеры играют заметную роль в хирургии, т.к. лазерный нож почти герметически закупоривает любой разрезанный сосуд.

С их помощью можно решить энергетическую проблему, если удастся осуществить управляемый лазерный термоядерный синтез.

В Австралии построен маяк, оборудованный лазером, создающим столь яркий луч света, что он видим на много миль вокруг даже в плохую погоду.

Лазеры используются в системах связи, в метрологии, в искусстве и космических исследованиях – везде они служат людям. Однако есть и другая сторона этого открытия – лазер может убивать. Первое военное применение лазер нашел в устройстве для наведения бомб, ракет и артиллерийских снарядов. Лазерное наведение бомб американские войска впервые использовали во Вьетнаме в апреле 1972 г. Сейчас американские военные разрабатывают лазер, способный повалить человека. Это оружие окрестили импульсной энергетической пулей или сокращенно РЕР. Стрелять из этого «бластера межзвездного рейнджера», судя по официальным документам министерства обороны, начнут уже в 2006 году. С двух километров с его помощью можно разогнать толпу хулиганов. Появлению этого проекта предшествовал другой – создание боевого импульсного лазера, который Пентагон начал десять лет назад. Недавно военные с помощью построенного в Израиле лазера сбили пушечный снаряд. Чем станет для нас лазер – помощником или убийцей – предстоит решать нам самим.

Знакомство с принципами голографии можно начать с рассмотрения двух плоских волновых фронтов, которые, взаимодействуя, создают интерференционную картину. Эту картину фиксируют на фотографической пластине, помещенной в то же место, где находился экран. В голографии данная стадия процесса называется регистрацией или записью голограммы. Одна из рассматриваемых плоских волн называется опорной, вторая – предметной. Она отражается от предмета, изображение которого регистрируется. Интерференционная картина, записанная на фотопластинке, и есть голограмма. Если ее поместить на пути первичной опорной волны, то появится возможность восстановить другую плоскую волну. Этот этап голографического процесса называется восстановлением изображения.

Таким образом, голографию можно определить как метод записи, восстановления и преобразования волновых фронтов.

Идея голографического метода записи волновых полей была высказана английским ученым Д.Габором в 1948 г. Он создал основы метода и смог получить восстановленные изображения с голограмм в видимом свете.

После знакомства с принципом голографии можно перейти к рассмотрению основных направлений применения голографии. Ее практические применения очень многообразны, поэтому можно ограничиться теми, которые вызовут наибольший интерес учащихся.

Как изобразительное средство голограммы используются в музейных экспозициях, на выставках, в рекламном деле. Голография дает нам визуальную копию объекта, которая почти во всех отношениях соответствует оригиналу. О голографии часто говорят как о трехмерной фотографии.

В США создан музей голографии, где постоянно действуют выставки голограмм различных типов и работ художников, экспериментирующих в данном направлении. Известно, что несколько голограмм сделал Сальвадор Дали.

Голография служит инструментом исследования быстропротекающих процессов. С ее помощью из плоских изображений получают трехмерные.

Одной из наиболее полно разработанных областей голографии является голографическая интерферометрия.

Методы голографии значительно пополнили средства и расширили возможности оптической обработки информации. Голографические методы регистрации и обработки информации, в свою очередь, открыли новый подход к получению изображений акустических полей. Плодотворным оказалось применение методов голографии в антенной и других отраслях техники.

Познакомившись с голографией, учащиеся, возможно, захотят сами попытаться изготовить голограммы. Если школа имеет готовую голографическую лабораторию, то в ней за час можно записать голограмму. Можно самим изготовить отдельные элементы и оборудование для собственной голографической установки. Сведения о существующих разработках по данной теме приведены в ряде работ, представленных в списке литературы.

## Список литературы

1. Адаптивные мембранные зеркала // Физика в школе, № 1, 2002, с.4-5.
2. Аренков П.Я. Занятия голографией // Физика в школе, №1, 1980.
3. Артамонов Д.А., Власов Н.Г., Штанько А.Е. Штриховая стереография // Когерентная оптика и голография. – Ярославль, 1997.
4. Артамонов Д.А., Втулкин М.Ю. и др. Применение в учебном эксперименте штриховой стереографии // Физика в школе, №1, 2002, с.53-57.
5. Бахрах Л.Д., Гаврилов Г.А. Голография. – М.: Знание, 1979.
6. Вейлстеке А. Основы теории квантовых усилителей и генераторов. – М.: Изд-во иностр. лит.,1963.
7. Габор Д. Голография. – УФН, 1973, т.109, вып.1.
8. Глазунов А.Т. и др. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1989.
9. Гнедина Т.Е. Физика и творчество в твоей профессии. – М.: Просвещение, 1988.
10. Голография. Методы и аппаратура. – М.: Сов. Радио, 1974.
11. Григорьянц В.В., Зорин В.Ф. Лазеры сегодня и завтра. – М.: Знание, 1966.
12. Дунская И.М. Возникновение квантовой электроники. – М.: Наука, 1974.

13.Дьяков А.В. Введение в квантовую электронику. – М.: Энергия, 1969.

14. Жусь Г.В., Смиронов В.Б. Получение голограммы и изучение ее свойств // Физика в школе, 1980. №1

1. Жусь Г.В., Смирнов В.Б. Портативная установка для записи голограмм // Применение методов и средств голографии. – Л.,1989.

16.Иванов Б.Н. Законы физики: Учеб. Пособие для подгот. отделений вузов. – М.: Высш.шк., 1986.

17.Иванов Ю.Л. Применение лазеров в научных исследованиях. – Л.: Знание, 1975.

18.Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. – М.: Мир, 1973.18.Компьютерно-синтезированные голограммы // Физика в шк. №1, 2002, с.5-6.

19. Коротковолновый лазер // Физика в шк. №1, 2002, с.10.

20. Лейт Э., Упатниек Ю. Фотографирование с помощью лазера. – Наука и жизнь, 1965, №11. Методы компьютерной оптики. – М.: Физматлит, 2002.

21.Микаэлян А.Л., Тер-Микаелян М.Л., Турков Ю.Г. Оптические генераторы на твердом теле. – М.: Советское радио, 1967.

22.Оптическая голография и ее применение. Под ред. В.М.Гинзбург и Б.М.Степанова. – М.: Сов.радио,1978.

23.Островский Ю.И. Голография. – Л.: Наука, 1970.

24.Подгорных Л.А. Знакомство с голографией на кружковых занятиях // Физика в шк. 1998, №2.

25.Разделение изотопов с помощью лазеров // Физика в шк. 1999, №2.

26. Резников Л.И. Физическая оптика в средней школе. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1971.

27. Создание ультрастабильных лазеров для сверхточных измерений //Физика в шк. 1999, №2, с.4-5.

28.Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. – М.: Наука, 1971.

29. Тамарина А. Голографическая защита товаров // Физика в шк., №1, 2001, с.35.

30.Филюков А.А. Лазерный термоядерный синтез. – М.: Знание, 1975..

31.Франсон М. Голография. Пер. с франц./ Под ред. Ю.И.

Островского. – М.: Мир, 1972.

32.Фриш С.Э. Современная оптика. М.: Знание, 1968.

33.Хазен А.М. Интерференция, лазеры и сверхбыстродействующие ЭВМ. – М.: Знание, 1972.

34.Хромов Б.М. Лазеры в медицине. – Л.: Знание, 1970.

35.Хэмблинг Д. Сногсшибательный лазер. // Ломоносов, №12(6), 2002, с.33-36.

36.Чернышев В.М., Терентьев А.Г., Кобзев В.В. Лазеры в системах связи. – М.: Связь, 1966.

37.Яворский Б.М. Основные вопросы современного школьного курса физики: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1980.

**«Четвертое состояние вещества»**

**Общая направленность занятий**

Цель занятий по этой теме - ознакомление с четвертым состоянием вещества – плазмой. Их актуальность объясняется тем, что в основной школе изучаются только три состояния вещества: газообразное, жидкое и твердое. Вместе с тем плазма широко распространена на Земле и во Вселенной, и нашла важное применение в современной технике.

Изучение вопросов, связанных с физикой плазмы, направлено на достижение следующих целей:

* развитие представлений школьников о строении вещества и формирование на этой основе физической картины мира.
* повышение познавательного интереса учащихся к физике на основе ознакомления учащихся с современными достижениями науки и техники, связанными с изучением и применением плазмы.

Основными задачами изучения этого раздела являются помощь школьникам в приобретении умений находить сведения по избранной теме в книгах, журналах и электронных источниках информации, составлять рефераты, выступать с докладами, проводить опыты с использованием простых физических приборов, анализировать полученные результаты и формулировать выводы.

**Основное содержание**

Формирование системы знаний о веществе нельзя считать полноценным без изучения четвертого агрегатного состояния - плазмы. С плазмой приходится встречаться практически всюду. Человек познакомился с плазмой на заре своего существования, увидев молнию. Плазма окружает нашу Землю в виде ионосферы, обеспечивая устойчивую радиосвязь на Земле. Наше Солнце и все звезды представляют собой плазму. Человек уже давно воспроизвел Солнце на Земле при взрыве водородной бомбы и пытается воспроизвести его в установках управляемого термоядерного синтеза. Наконец, плазма заполняет всю Вселенную в виде очень разреженного межпланетного газа. И, несмотря на то, что межпланетная плазма является очень разреженной, ее масса составляет свыше 95% всей массы Вселенной.

В настоящее время плазма находит широкое применение в самых разных областях науки и техники: высокотемпературная плазма из дейтерия и трития, а также изотопа гелия 3Hе – основной объект исследования по управляемому термоядерному синтезу, низкотемпературная плазма находит применение в газаразрядных источниках света, в газовых лазерах и в плазменных дисплеях, в термоэмиссионных преобразователях тепловой энергии в электрическую энергию, в магнитогидродинамических генераторах. Если «обратить» МГД-генератор, то образуется плазменный двигатель, весьма перспективный для длительных космических полетов. Плазмотроны, создающие струи плотной низкотемпературной плазмы, широко применяются в различных областях техники. В частности, с их помощью режут и сваривают металлы. В плазмохимии низкотемпературную плазму используют для получения некоторых химических соединений, которые не удается получить другим путем. Кроме того, высокие температуры плазмы приводят к высокой скорости протекания химических реакций. Плазма твердого тела – это особая глава в развитии и широчайшем применении физики плазмы. Плазменные технологии используются для антикоррозионной и упрочняющей обработки металлов. С помощью плазменного напыления создают алмазоподобные пленки и тонкопленочные покрытия, кардинально изменяющие фрикционные и прочностные свойства материалов.

**Методические рекомендации учителю**

С педагогической точки зрения учебный материал по физике плазмы имеет огромное познавательное и мировоззренческое значение, большой практический интерес. На этом материале решаются такие педагогические проблемы, как создание политехнической направленности школьного курса физики, формирование естественнонаучной картины мира. Сказанное позволяет сделать вывод о том, что изучение плазменного состояния вещества должно занять достойное место в формировании системы знаний учащихся о веществе и составить органическую часть учения о веществе и его физических свойствах.

Одной из ведущих форм проведения теоретических занятий должны стать семинарские занятия. Они способствуют развитию умений самостоятельно приобретать знания, критически оценивать полученную информацию, излагать свою точку зрения по обсуждаемому вопросу, выслушивать другие мнения и конструктивно обсуждать их. Темы предстоящих семинаров целесообразно объявлять заранее и предоставлять каждому учащемуся возможность выступить с основным сообщением на одном из занятий. Кроме основного докладчика можно готовить выступление одного или нескольких содокладчиков или оппонентов, отстаивающих альтернативную точку зрения. При такой организации семинара становится возможной дискуссия по обсуждаемой проблеме, в которой могут принять участие все учащиеся. Удачными для организации дискуссии могут служить, например, такие темы, как «Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях»,«Электрические разряды в газах», «Космическая плазма» «Полярные сияния», «Солнечный ветер», «Плазменный магнитогидродинамический генератор». «Управляемый термоядерный синтез», «Холодный термоядерный синтез – «за» и «против» и др.

Практическое знакомство учащихся с экспериментальным методом изучения природы наиболее продуктивно в форме проведения небольших самостоятельных наблюдений, опытов и исследований. Исследовательские задания можно предлагать в качестве индивидуальных или групповых работ для 2-3-х учащихся по их выбору для выполнения в течение нескольких занятий.

При изучении характеристик плазмы желательно показать следующие демонстрации: несамостоятельный и самостоятельный разряды в газах; коронный, дуговой, тлеющий и искровой разряды; и показать фрагменты из кинофильмов: «Плазма – четвертое состояние вещества», «Плазма в однородном магнитном поле» и «Плазма в неоднородном магнитном поле».

Наибольшее внимание следует уделить темам:

*Плазма в природе*

Геомагнитное поле. Пояса радиации. Магнитосфера Земли. Магнитные бури и причины их возникновения. Полярные сияния. Космическая плазма. Солнечный ветер.

При изучении этой темы желательно показать фрагменты из кинофильмов: «Полярные сияния», видеофильмы «Радиационные пояса планеты» и «Уроки из космоса».

*Плазма в технике*

Плазменные генераторы или плазматроны. МГД-генератор. Плазменный двигатель. Плазменный дисплей. Проблема управляемого термоядерного синтеза (УТС). Токамак.

При изучении этой темы желательно продемонстрировать свечение газосветных трубок в поле высокой частоты и люминесцентной лампы.

При завершении изучения этого сюжета полезно провести физико-техническую конференцию по теме: «Плазма на Земле и в Космосе» или экскурсию в обсерваторию, метеорологическую станцию, лабораторию НИИ и т.д.

Исходя из сказанного, минимальное число занятий по этой теме – три («Понятие о плазме», «Плазма в природе», «Плазма в технике»). Каждое занятие желательно проводить на спаренных уроках. Первое занятие целесообразно проводить в форме лекции, второе и третье – в форме семинара.

**Рекомендуемая литература**

*Литература для учащихся*

Арцимович Л.А. Элементарная физика плазмы. –М.: Атомиздат, 1969

Милантьев В.П., Темко С.В. Физика плазмы. – М.: Просвещение, 1983

Смирнов Б.М. Введение в физику плазмы. –М.: Наука, 1982

Франк-Каменецкий Д.А. Плазма –четвертое состояние вещества. – М.: Атомиздат, 1975

Энциклопедический словарь школьника юного физика /Сост. В.А.Чуянов. – М.: Педагогика, 1991

Энциклопедический словарь школьника юного техника /Сост. Б.В.Зубков, С.В.Чумаков. – М.: Педагогика, 1988

Энциклопедический словарь школьника юного астронома /Сост. Н.П. Ерпылев – М.: Педагогика, 1986

*Литература для учителей*

Арцимович Л.А. Управляемые термоядерные реакции. – М.: Физматгиз, 1961

Арцимович Л.А. Что каждый физик должен знать о плазме. –М.: 1976

Бекефи Дж. Радиационные процессы в плазме. –М.: Мир, 1971

Воронов Г.С. Штурм термоядерной крепости. – М.: Наука, 1985

Дж.Уокер. Физический фейеверк ( вопросы и ответы по физике). – М.:Мир, 1979

Кадомцев Б.Б Коллективные явления в плазме.- М.: Наука, 1976

П.С.Кудрявцев. История физики. Т.1. – Т.3. М., Просвещение, 1956-1971г.г.

Лукьянов С.Ю. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез. М.: Наука, 1975

Методы исследования плазмы /Под ред.В.Лохте-Хольтгревека. М.: Мир, 1971

Г.Я.Мякишев, А.З. Синяков, Б.А. Слободсков. Физика. Электродинамика. 10-11 классы.–М.: Дрофа, 1996, с.292-296

Рабинович М.С. Управляемый термоядерный синтез. В кн. Школьникам о современной физике. Составитель В.А.Угаров. – М.: Просвещение, 1974

Роза Р. Магнитогидродинамические преобразование энергии. –М.: Мир, 1970

Смирнов Б.М. Атомные столкновения и элементарные процессы в

плазме. –М.: Атомиздат, 1968

Фабрикант В.А. Физика. Оптика. Квантовая электроника. Избранные статьи. – М.: МЭИ, 2000

Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. –М.: Атомиздат, 1968

Физический энциклопедический словарь. –М.: Советская энциклопедия». 1983

Хеглер М.. Кристиансен М. Введение в управляемый синтез. – М.: Мир. 1980

Чен Ф. Введение в физику плазмы. – М.: Мир, 1987

Электродинамика плазмы /Под ред. А.И.Ахиезера. – М.: Наука, 1974

*Статьи в научно-популярных и научно-педагогических журналах*

*1. Вокруг света*

«Океан энергии» (с.22-25),

«Сияющая ночь» (с.92-99),

«Плазма» (с.192), №1, 2003 г.

*2. Соровский образовательный журнал*

Кингсепп А.С. Плазма как объект физических исследований, №2, 1996

Райзер Ю.П. Непрерывный оптический разряд – поддержание и генерация плотной низкотемпературной плазмы лазерным излучением. № 3, 1996,

Быковский Ю.А. Лазерно-плазменный источник ионов и ядер. №9, 1996

Баранов В.Б. Что такое солнечный ветер. №12, 1996

Пудовкин М.И. Солнечный ветер, № 12,1996

Железняков В.В. От плазмы солнечной короны к плазме на нейтронных звездах, № 7, 1997

Шиканов А.С. Лазерный термоядерный синтез. №8, 1997

Герштейн С.С. Загадки солнечных нейтрино. №8. 1997

Кочаров Г.Е. О загадках Солнца. №3, 1998

Ерухимов Л.М. Ионосфера Земли как космическая плазменная лаборатория. № 4, 1998

Курт В.Г. Солнце и межзвездная среда. №1, 1999

Гальпер А.М. Радиационный пояс Земли. № 6, 1999

Бойко В.И. Управляемый термоядерный синтез и проблемы инерциального термоядерного синтеза. №6, 1999

Славатинский С.А. Космические лучи и их роль в развитии физики высоких энергий и астрофизики. № 10, 1999

Рожанский В.А. Удержание плазмы в магнитных ловушках. № 10, 2000

Гильденбург В.Б. Плазменный резонанс в лаборатории и в верхней атмосфере. № 12, 2000

*3. Журнал «Квант»*

В.А.Фабрикант. Физика люминесцентных ламп. №3, 1980

В.А.Фабрикант. Что происходит в гелий-неоновом лазере. № 6, 1978

В.Козловский. Электрическое действие пламени. №10, 1992

А.К.Кикоин. Полярные сияния. №5, 1989

*4. Журнал « Наука и жизнь»*

Плотников А."Термояд" в плазменном шнуре. - № 3, 1971 г.

"ТОКАМАК-7" - еще один шаг к реактору . - № 3, 1980 г.

Александров А., докт. физ.-мат. наук, Елесин Е., доктор физ.-мат. наук. Лед и пламень. - №№ 11, 12, 1987 г.

Панкратов С. ТОКАМАК - новый шаг. - № 4, 1989 г.

*5.Материалы о плазме в Интернете*

http://www.inp.nsk.su/chairs/plasma/bookmark.ru.shtml

- сайт «Физика плазмы в Интернете»

http://www.membrana.ru/articles/global/2002/03/07/150800.html

Холодный ядерный синтез — научная сенсация или фарс?

**http://phys.web.ru/db/msg.html?mid=1161258**

Человек, приручивший термояд

http://www.ug.ru/00.25/t48.htm

**Идея ТОКАМАК. Термоядерный синтез на земле близок к осуществлению**

http://www.inno.ru/newstech.shtml

Двести десять секунд Солнца.

http://phys.web.ru/

Научно образовательный сервер по физике

http://www.academic.ru/misc/enc3p.nsf/ByID/NT00047D22

Энциклопедия: токамак.

http://nauka.relis.ru/06/0109/06109051.htm

Термояд: сквозь тернии к звездам. Часть 1

http://www.nature.ru/db/msg.html?mid=1173581&uri=page1.html

Термояд: сквозь тернии к звездам. Часть 2

http://www.skc.ru/museum/page3.shtml

На пути в будущее. (Из истории создания первых отечественных Токамаков)