

УДК 372.853

Д.Р. Кукнерик

КОНСПЕКТ УРОКА ФИЗИКИ В 11-м КЛАССЕ ПО ТЕМЕ «ДАВЛЕНИЕ СВЕТА»

Урок по теме «Давление света» в 11-м классе из раздела «Квантовая физика» (УМК Г.Я. Мякишев) – это урок открытия новых знаний. Работа учащихся организована в группах по направлениям: историческое, научное, исследовательское, практическое. В течение урока самостоятельная работа с источниками информации направлена на формирование умения анализировать, сравнивать, обобщать факты и представлять свое выступление.

Ключевые слова: давление света, фотон, сила Лоренца, научное мировоззрение.

**THE ABSTRACT OF THE LESSON OF PHYSICS IN 11 CLASS
ON THE SUBJECT «LIGHT PRESSURE»**

A lesson on the topic «Light Pressure» in grade 11 from the section «Quantum Physics» (UMK GY Myakishev) is a lesson in discovering new knowledge. The work of students is organized in groups in the areas of: historical, scientific, research, and practical. During the lesson, independent work with sources of information is aimed at developing the ability to analyze, compare, summarize facts and present their speech.

Key words: light pressure, photon, Lorentz force, scientific worldview.

Тип урока: урок получения новых знаний.

Методики, технологии, подходы: информационные технологии, личностно-ориентированное обучение, исследовательское обучение.

Форма работы: групповая, парная, индивидуальная.

Класс: 11-й класс.

Тема и цель урока не были предъявлены в готовом виде, а сформулированы с участием обучающихся, так как это позволяет, с одной стороны, убедиться, что ученики понимают, о чем пойдет речь, с другой, – мотивирует их на активное участие в общей познавательной деятельности.

Используемое оборудование: компьютер, видеопроектор, рабочие тетради, воздушный колокол, вакуумный насос Комовского, легкие крылышки из фольги.

Цели урока.

1. *Обучающая:* сформировать понятие давление света с научной точки зрения; ознакомить учащихся с историей открытия светового давления; практически доказать проявление светового давления и рассмотреть использование его в космонавтике.

2. *Воспитывающая:* продолжить формирование научного мировоззрения путем ознакомления с историей открытия светового давления и его практического применения.

3. *Развивающая:* способствовать развитию мышления, познавательного интереса, научиться отстаивать свою точку зрения, приводить нужные аргументы, четко излагать свои мысли по данной теме.

Ход урока

1. Организационный момент.**2. Актуализация знаний, постановка учебной проблемы.** На экране солнечный парус.**Учитель:**

В 1989 г. юбилейной комиссией Конгресса США в честь 500-летия открытия Америки был объявлен конкурс. Его идея заключалась в выведении на орбиту нескольких солнечных парусных кораблей, разработанных в разных странах, и проведении гонки под парусами к Марсу. Весь путь планировалось пройти за 500 дней. Свои заявки на участие в конкурсе подали США, Канада, Великобритания, Италия, Китай, Япония и Советский Союз. Старт должен был состояться в 1992 г. Но грандиозное шоу пришлось отменить. Претенденты на участие стали выбывать почти сразу, столкнувшись с рядом проблем технического и экономического плана. Однако солнечный парус российского производства был создан (единственный из всех) и получил первую премию конкурса.

Вопрос. Благодаря какому физическому явлению возможна гонка под парусами в космическом пространстве?

Ученики. Благодаря давлению света.

Учащиеся самостоятельно формулируют цель урока – изучить давление света и его практическое применение.

Класс делится на четыре группы по направлениям:

1. Историческое (изучить историю открытия давления света);
2. Научное (изучить давление света с точки зрения волновой и квантовой физики);
3. Исследовательское (продемонстрировать опыт по обнаружению давления света);
4. Практическое (сообщение об использовании давления света в космонавтике).

1. Открытие новых знаний.

Самостоятельная работа в группах с учебником и дополнительной литературой, интернет-ресурсами – 20 мин.

Работа в тетради.

Анализировать, сравнивать и обобщать факты. Выявлять причины.

Вычитывать все уровни текстовой информации.

Преобразовывать информацию из одного вида в другой. Составлять план выступления.

Уметь определять возможные источники необходимых сведений, производить поиск информации, анализировать и оценивать ее достоверность.

Отстаивая свою точку зрения, приводить аргументы, подтверждая их фактами.

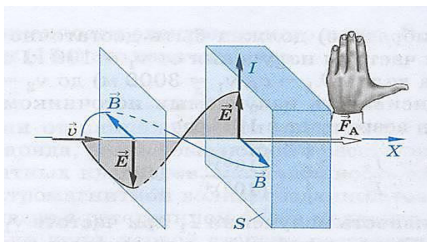
Уметь взглянуть на ситуацию с иной позиции и договариваться с людьми иных позиций.

Понимая позицию другого, различать в его речи: мнение (точку зрения), доказательства (аргументы), факты.

Примерные выступления учащихся (по 4 мин.).

1. Историческое направление. Впервые гипотеза о световом давлении была высказана в 1619 г. немецким ученым И. Кеплером (1571-1630) для объяснения отклонения хвостов комет, пролетающих вблизи Солнца. Максвелл на основе электромагнитной теории света предсказал, что свет должен оказывать давление на препятствие. П.Н. Лебедев, выдающийся физик-экспериментатор, в 1891 г. разрабатывает гипотезу о реальном существовании светового давления.

2. Научное направление: Под действием электрического поля волны электроны в телах совершают колебания – образуется электрический ток. Этот ток направлен вдоль напряженности электрического поля. На упорядоченно движущиеся электроны действует сила Лоренца со стороны магнитного поля, направленная в сторону распространения волны, – это и есть *сила светового давления*.



С другой стороны, свет — это поток фотонов, каждый из фотонов обладает импульсом $p = mc$. При поглощении веществом фотон перестает существовать, но импульс его, по закону сохранения импульса, не может исчезнуть бесследно. Он передается телу — значит, на тело действует сила.

$$p = \frac{I}{c}(1 + \rho)$$

ρ — коэффициент отражения,
для зерк. поверхности $\rho = 1$

$$\rho = \frac{2I}{c}$$

если полное поглощение, то $\rho = 0$,

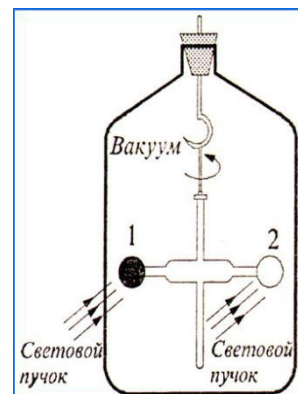
$$p = \frac{I}{c}.$$

При падении на абсолютно отражающую поверхность фотоны просто отражаются, передают удвоенный свой импульс, но энергию сохраняют за собой, абсолютно отражающая поверхность не нагревается. Поглощающая поверхность принимает импульс фотонов и его энергию, поэтому поглощающая поверхность нагревается.

3. Экспериментальное направление. Оборудование: легкие крылышки из фольги, зачерненные с одной стороны, колокол воздушного насоса, насос Комовского. Постановка опыта, выводы.

При откачивании воздуха из-под колокола воздушного насоса и освещении крылышек ярким светом можно наблюдать их движение. Чем больше интенсивность света, падающего на серебристую поверхность, тем больше давление света. Объяснение увиденного с точки зрения физики следующее:

При отражении от зеркальной поверхности крылышко (2) получает импульс $P_2 \approx 2P$. Поверхность черного крылышка (1) поглощает свет и $P_1 \approx P$. Для устранения тепловых потоков, связанных с движением молекул, в сосуде с прибором создается вакуум. Экспериментальное измерение давления света ($\approx 10^{-6}$ Н/м²) с точностью до 2% совпало с теоретическими расчетами Максвелла.



4. Практическое использование давления света.

Как это работает? Идея создания космического аппарата, использующего солнечный парус, разрабатывалась Фридрихом Цандером — советским ученым, стоявшим у истоков ракетостроения. В 1924 г. он написал статью «Перелеты на другие планеты», в которой представил схему конструкции паруса и принципы его работы. Цандер построил свою теорию на опытах П. Н. Лебедева, подтвердивших существование давления света. Теоретическую основу этого явления обосновал Дж. Максвелл еще в 1873 г., но в те времена многие ученые отнеслись к ней со скептицизмом. Частицей, создающей такой импульс, является фотон. Он наделен свойствами электромагнитной волны и частицы, не имеет заряда и является квантом света. Поток фотонов оказывает определенное давление на освещаемую поверхность. Для использования на космических кораблях необходим парус размером в несколько квадратных километров.

Давление, создаваемое потоком солнечного света (фотонами), заставит аппарат двигаться в сторону от Солнца, при этом не будет расходоваться ракетное топливо. По аналогии с морскими парусами происходит маневрирование в космосе. Изменяя угол расположения конструкции, можно корректировать направление полета. Недостатком использования паруса является отсутствие воз-

возможности движения к Солнцу. При большом удалении от нашей звезды фотонный поток слабеет пропорционально квадрату расстояния, а на границе системы его сила упадет до 0. Чтобы обеспечить стабильный поток света и начальный разгон паруса, необходимы мощные лазерные установки.

5. Закрепление знаний.

Продолжить фразу:

1. Давление света с точки зрения электромагнитной теории света...
2. Световое давление на основе квантовых представлений о свете...
3. Впервые давление света измерил...
4. Сила давления света, приходящаяся на 1 м^2 , равна...
5. Идея создания космического аппарата, использующего солнечный парус, впервые предложена...
6. Солнечный парус изготавливают из ...
7. Солнечный парус развернут впервые ...
8. Солнечный парус используется для ...

6. Подведение итогов урока.

Домашнее задание – п. 92, сообщение – биография П.Н. Лебедева.

-
1. Мякишев, Г.Я., Буховцев, Б.Б. Физика 11 класс. – М.: Просвещение, 2015. – С. 251-253.
 2. Давление света // Физическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1. – С. 553-555.
 3. Давление света. Опыты Лебедева – Научная библиотека books.alnam.ru/book_p_phis3.php?id=41.
 4. Давление электромагнитного излучения – Википедия. https://ru.wikipedia.org/wiki/Давление_электромагнитного_излучения.