14.03.24 1-ЭГС-22 физика Фурсаева Галина Анатольевна

**Тема: Фотоны. Давление света. Химическое действие света**

**Конспект**

Фотон – частица света, несущая энергию, существующая только в движении и не имеющая массы покоя.

**Характеристики фотона**

1. Имеет энергию
2. Имеет массу: $Е= mc^{2}⟹m=\frac{E}{c^{2}}=\frac{hν}{c^{2}} $
3. Имеет импульс: Р= mc =$\frac{hνc}{c^{2}}=\frac{hν}{c}$
4. Существует только в движении
5. с = 300 000 $\frac{км}{с}$
6. не имеет массы покоя m0 = 0

**Направление импульса фотона совпадает с направлением светового луча.**

**Чем больше частота ν, тем больше энергия Е и импульс р фотона и тем отчетливее проявляются корпускулярные свойства света.** Из-за того что постоянная Планка мала, энергия фотонов видимого излучения крайне незначительна. Фотоны, соответствующие зеленому свету, имеют энергию 4 • 10-19 Дж.

Тем не менее, в своих замечательных опытах С. И. Вавилов установил, что человеческий глаз, этот точнейший из «приборов», способен реагировать на различие освещенностей, измеряемое единичными квантами.

Корпускулярно-волновой дуализм. Законы теплового **излучения и фотоэффекта** можно **объяснить** только на основе представления, согласно которому **свет — это поток частиц-фотонов.** Однако явления интерференции и дифракции света свидетельствуют и о волновых свойствах света. Свет обладает, таким образом, своеобразным дуализмом (двойственностью) свойств. **При распространении света проявляются его волновые свойства, а при взаимодействии с веществом (излучении и поглощении) — корпускулярные.**

Это, конечно, странно и непривычно, так как частица и волна абсолютно разные физические объекты. Мы не имеем возможности представлять себе наглядно в полной мере процессы в микромире, так как они совершенно отличны от тех макроскопических явлений, которые люди наблюдали на протяжении миллионов лет и основные законы которых были сформулированы к концу XIX в.

**Применение фотоэффекта**

Открытие фотоэффекта имело очень большое значение для более глубокого понимания природы света. Но ценность науки состоит не только в том, что она выясняет сложное и многообразное строение окружающего нас мира, но и в том, что она дает нам в руки средства, используя которые можно совершенствовать производство, улучшать условия материальной и культурной жизни общества.

С помощью фотоэффекта **«заговорило» кино**, стала возможной **передача движущихся изображений (телевидение).** Применение фотоэлектронных приборов позволило **создать станки**, которые без участия человека **изготовляют детали по заданным чертежам.** Основанные на фотоэффекте приборы контролируют размеры изделий лучше человека, вовремя **включают и выключают маяки и уличное освещение** и т. п.

**Давление света**

Максвелл на основе электромагнитной теории света предсказал, что свет должен оказывать давление на препятствия.

Под действием электрического поля волны, падающей на поверхность тела, например металла, свободный электрон движется в сторону, противоположную вектору (рис. 11.7).

На движущийся электрон действует сила Лоренца , направленная в сторону распространения волны. Суммарная сила, действующая на электроны поверхности металла, и определяет **силу светового давления**.

Для доказательства справедливости теории Максвелла было важно измерить давление света. Многие ученые пытались это сделать, но безуспешно, так как световое давление очень мало. В яркий солнечный день на поверхности площадью 1 м2 действует сила, равная всего лишь 4 • 10-6 Н. Впервые давление света измерил русский физик Петр Николаевич Лебедев в 1900 г.

Прибор Лебедева состоял из очень легкого стерженька на тонкой стеклянной нити, по краям которого были приклеены легкие крылышки (рис. 11.8). Весь прибор помещался в сосуд, откуда был выкачан воздух. Свет падал на крылышки, расположенные по одну сторону от стерженька. О значении давления можно было судить по углу закручивания нити.

Трудности точного измерения давления света были связаны с невозможностью выкачать из сосуда весь воздух (движение молекул воздуха, вызванное неодинаковым нагревом крылышек и стенок сосуда, приводит к возникновению дополнительных вращающих моментов). Кроме того, на закручивание нити влияет неодинаковый нагрев сторон крылышек (сторона, обращенная к источнику света, нагревается сильнее, чем противоположная сторона). Молекулы, отражающиеся от более нагретой стороны, передают крылышку больший импульс, чем молекулы, отражающиеся от менее нагретой стороны.

Лебедев сумел преодолеть все эти трудности, несмотря на низкий уровень тогдашней экспериментальной техники, взяв очень большой сосуд и очень тонкие крылышки. В конце концов существование светового давления на твердые тела было доказано, и оно было измерено. Полученное значение совпало с предсказанным Максвеллом. Впоследствии после трех лет работы Лебедеву удалось осуществить еще более тонкий эксперимент: измерить давление света на газы.

Появление квантовой теории света позволило более просто объяснить причину светового давления. Фотоны, подобно частицам вещества, имеющим массу покоя, обладают импульсом. При поглощении их телом они передают ему свой импульс. Согласно закону сохранения импульса импульс тела становится равным импульсу поглощенных фотонов. Поэтому покоящееся тело приходит в движение. Изменение импульса тела означает согласно второму закону Ньютона, что на тело действует сила.

Опыты Лебедева можно рассматривать как экспериментальное доказательство того, что фотоны обладают импульсом.

Хотя световое давление очень мало в обычных условиях, его действие тем не менее может оказаться существенным. Внутри звезд при температуре в несколько десятков миллионов кельвинов давление электромагнитного излучения должно достигать громадных значений. Силы светового давления наряду с гравитационными силами играют значительную роль во внутризвездных процессах.

**Давление света согласно электродинамике Максвелла возникает из-за действия силы Лоренца на электроны среды, колеблющиеся под действием электрического поля электромагнитной волны. С точки зрения квантовой теории давление появляется в результате передачи телу импульсов фотонов при их поглощении.**

**Химическое действие света. Фотография**

Отдельные молекулы поглощают световую энергию порциями — квантами hv. В случае видимого и ультрафиолетового излучений эта энергия достаточна для расщепления многих молекул. В этом проявляется химическое действие света.

**Любое превращение молекул есть химический процесс. Часто после расщепления молекул светом начинается целая цепочка химических превращений**. Выцветание тканей на солнце и образование загара — это примеры химического действия света.

**Важнейшие химические реакции под действием света происходят в зеленых листьях** деревьев и траве, в иглах хвои, во многих микроорганизмах. В зеленом листе под действием Солнца осуществляются процессы, необходимые для жизни на Земле. Они дают нам не только пищу, но и кислород для дыхания.

**Листья поглощают из воздуха углекислый газ и расщепляют его молекулы на составные части: углерод и кислород.**

Происходит это, как установил **русский биолог Климент Аркадьевич Тимирязев**, в молекулах хлорофилла под действием красных лучей солнечного спектра. Пристраивая к углеродной цепочке атомы других элементов, извлекаемых корнями из земли, растения строят молекулы белков, жиров и углеводов.

Все это происходит за счет энергии солнечных лучей. Причем здесь особенно важна не только сама энергия, но и та форма, в которой она поступает. Фотосинтез (так называют этот процесс) может протекать только под действием света определенного спектрального состава.

Механизм фотосинтеза еще не выяснен до конца. Когда это произойдет, для человечества, возможно, наступит новая эра. Белки и другие сложные органические вещества можно будет получать на фабриках под голубым небосводом.

**Химическое действие света лежит в основе фотографии**.

Под действием света происходят химические реакции, определяющие жизнь на Земле.

1. Определите абсолютный показатель преломления среды, в которой свет с энергией фотона Е = 4,4 • 10-19 Дж имеет длину волны λ = 3,0 • 10-7 м.

2. Определите энергию фотона, соответствующую длине волны λ = 5,0 • 10-7 м.

3. Определите длину волны λ света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют кинетическую энергию WK = 4,5 • 10-20 Дж, а работа выхода электрона из металла равна А = 7,6 • 10-19 Дж.

Согласно теории Максвелла свет оказывает давление на препятствия. Давление это очень мало. Оно было впервые обнаружено и измерено П. Н. Лебедевым.