**Дата** 28.12.2020

**Группа** 20-ИСиП-1дк

**Дисциплина** Естествознание (физика)

**Тема**  **Фотоны**

В современной физике фотон рассматривается как одна из элементарных частиц.

Энергия и импульс фотона. При испускании и поглощении свет ведет себя подобно потоку частиц с энергией Е = hν, зависящей от частоты. Порция света оказалась неожиданно очень похожей на то, что принято называть частицей. Свойства света, обнаруживаемые при его излучении и поглощении, назвали корпускулярными. Сама же световая частица была названа фотоном, или квантом электромагнитного излучения.

Фотон, подобно частице, обладает определенной порцией энергии hν. Энергию фотона часто выражают не через частоту v, а через циклическую частоту ω = 2πν. При этом в формуле для энергии фотона в качестве коэффициента пропорциональности вместо величины h используют величину http://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_11_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/101.1.jpg (читается: аш с чертой), равную, по современным данным, http://xn--24-6kct3an.xn--p1ai/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0_11_%D0%BA%D0%BB_%D0%9C%D1%8F%D0%BA%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2/101.2.jpg (последние два знака определены с точностью до ±40). Тогда энергия фотона выражается так:

энергия фотона

Согласно теории относительности энергия всегда связана с массой соотношением Е = mс2. Так как энергия фотона равна hν, то, следовательно, его масса m получается равной

фотона масса

У фотона нет собственной массы, он не существует в состоянии покоя и при рождении сразу имеет скорость с. Масса, определяемая формулой (11.5), — это масса движущегося фотона. По известной массе и скорости фотона можно найти его импульс:

По известной массе и скорости фотона можно найти его импульс

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.

**Гипотеза де Бройля.** Если с электромагнитным полем длительное время связывалось представление о материи, непрерывно распределенной в пространстве, то электроны, напротив, представлялись как некоторые крохотные комочки материи. Это подчеркивалось уже самим названием «частица», постоянно присутствующим рядом со словом «электрон».

Не допускаем ли мы здесь ошибки, обратной той, которая была сделана со светом? Может быть, электрон и другие частицы обладают также и волновыми свойствами. Такую необычную мысль высказал в 1923 г. французский ученый Луи де Бройль.

Предположив, что с движением частиц связано распространение некоторых волн, де Бройль сумел найти длину волны этих волн. Связь длины волны с импульсом частицы оказалась точно такой же, как и у фотонов (см. формулу (11.6)). Если длину волны обозначить через λ, а импульс — через р, то

Связь длины волны с импульсом частицы

Эта знаменитая формула де Бройля — одна из основных в физике микромира.

Предсказанные де Бройлем волновые свойства частиц впоследствии были обнаружены экспериментально. Наблюдалась, в частности, дифракция электронов и других частиц на кристаллах. В этих случаях получалась картина, подобная той, которая характерна для рентгеновских лучей, причем справедливость формулы де Бройля (11.7) была доказана экспериментально.

Эти необычные свойства микрообъектов описываются с помощью **квантовой механики** — современной теории движения микрочастиц. Механика Ньютона здесь в большинстве случаев неприменима.

Фотон — элементарная частица, не имеющая массы покоя и электрического заряда, но обладающая энергией и импульсом. Это квант электромагнитного поля, которое осуществляет взаимодействие между заряженными частицами. Поглощение и излучение электромагнитной энергии отдельными порциями — проявление корпускулярных свойств электромагнитного поля.

Корпускулярно-волновой дуализм — общее свойство материи, проявляющееся на микроскопическом уровне.

**Контрольные вопросы**

1. Как определить энергию, массу и импульс фотона, зная частоту световой волны?

2. Что понимается под словами *корпускулярно-волновой дуализм*?

**Разбор тренировочного задания**

**Задача.** Определите энергию фотона, соответствующую длине волны 6,4 \*10-7м.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  𝛌=6,4 \*10-7м  h= 6,63\*10-34Дж  с=3\*108 м/с  Е — ? | Решение:  Энергия фотона выражается формулой:  https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3878/20190204174459/OEBPS/objects/c_phys_11_23_1/d56ccb3e-e16c-4f32-a654-36c661749900.png  Частоту выражаем через длину волны и скорость  https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3878/20190204174459/OEBPS/objects/c_phys_11_23_1/3b30a188-7f71-44a1-9f24-27344c520637.png  Следовательно, энергию фотона находим по формуле:  https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3878/20190204174459/OEBPS/objects/c_phys_11_23_1/50b72b45-5b8a-4980-940f-cae362ae7694.png  https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3878/20190204174459/OEBPS/objects/c_phys_11_23_1/816741af-64af-45bb-86f4-89d4aa136afd.png |

Ответ: https://resh.edu.ru/uploads/lesson_extract/3878/20190204174459/OEBPS/objects/c_phys_11_23_1/8eb842f1-f64b-404d-805e-ebc4924c454a.png

Задача для самостоятельного решения

**Задача**. На поверхность вольфрама, работа выхода электрона из которого равна 7,2·10-19Дж, падают лучи длиной волны 250 нм. Определите кинетическую энергию фотоэлектрона.

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Исмаилова З.И.