

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-информационных технологий

Автореферат

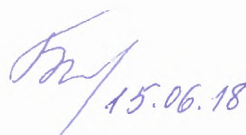
Изучение темы «Квантовая оптика» в классах разного профиля

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

студента 4 курса 461 группы физического факультета
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»

Бабкина Сергея Сергеевича

Научный руководитель
профессор, д. физ.-мат.н.


15.06.18

Т.Г. Бурова

Зав. кафедрой
профессор, д. физ.-мат.н.


16.06.18

Б.Е. Железовский

Саратов, 2018 год

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире лазерные технологии получили широчайшее распространение и используются практически во всех сферах жизни современного человека: ни одна современная больница не обходится без медицинского оборудования, в котором используется лазерное излучение для консервативных процедур или для оперативного вмешательства; на стройках и в научных лабораториях, в ресторанах и в магазинах, то есть практически во всех общественных местах применение находят компактные и удобные в использовании простейшие лазерные измерительные инструменты; повсеместно лазеры используются в устройствах для считывания штрих-кодов и информации на разнообразных носителях, а лазерные шоу на концертах модных исполнителей уже давно перестали быть диковинкой и входят в стандартный набор оборудования любого представления.

Таким образом, каждый человек не один раз в день сталкивается с лазерным излучением.

Однако, мало кто из современных школьников имеет четкое представление не только о том, как работает конкретный прибор, но и об основных явлениях, на которых основана его работа. Такое непонимание очень часто приводит к печальным последствиям, когда самый безобидный с виду прибор становится причиной возможных травм.

Если рассматривать лазерное излучение, то, несмотря на огромные возможности, предоставляемые использованием данной технологии, существуют и некоторые связанные с ней опасности и неудобства. При попадании на ткани человеческого тела лазерное излучение может стать причиной серьезных повреждений, иногда необратимых.

Для того, чтобы, с одной стороны максимально использовать полезные свойства данных устройств, а с другой стороны иметь возможность избежать негативных последствий их воздействия, необходимо хорошо понимать физические основы их работы, которые описываются квантовой оптикой.

Таким образом, изучение квантовой оптики является особенно актуальным для современного человека.

В то же время преподавание данного раздела физики в современных школах проводится таким образом, что далеко не все ученики проявляют к нему интерес, что, в свою очередь, приводит к игнорированию правил лазерной безопасности.

Целью работы является разработка методических материалов по разделу физики «Квантовая оптика» для базового и профильного уровней.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

1. рассмотреть предмет изучения квантовой оптики;
2. разработать практические примеры расчетных и экспериментальных заданий;
3. обосновать и разработать комплект учебно-методических материалов по теме.

КРАТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первой главе рассмотрены особенности изучения квантовой оптики в классах разного профиля. В первом параграфе были описаны основные явления, изучаемые в разделе «Квантовая оптика», а также наиболее часто встречающиеся устройства, основанные на применении данных явления.

Квантовая оптика – это раздел оптики, изучающий явления, в которых проявляются квантовые свойства излучения оптического диапазона.

Таким явлениями являются:

1. тепловое излучение,
2. эффект Комптона,
3. фотоэффект,
4. эффект Рамана,
5. вынужденное излучение,
6. фотохимические процессы и др.

Одним из наиболее известных изобретений, описываемым именно квантовой оптикой является лазер, который также носит название оптического квантового генератора.

Первые лазеры были созданы в середине прошлого века и с тех пор сами лазеры и технологии на основе их излучения постоянно развиваются. Каждый год появляются все новые и новые вид лазеров, предназначенные для использования в различных областях науки и техники, а также практически во всех сферах жизни человека.

К наиболее часто встречающимся видам лазеров относятся:

1. Твердотельные
2. Полупроводниковые
3. На красителях
4. Газовые
5. Газодинамические
6. Эксимерные
7. Химические
8. На свободных электронах
9. Квантовые каскадные
10. Волоконные
11. Вертикально-излучающие
12. Рентгеновские
13. Гамма-лазеры.

Принцип работы лазера основан на явлении вынужденного (индуцированного) излучения.

Во втором параграфе рассмотрена роль школы в приобретении жизненно необходимых навыков. Например, цели в рамках школьного образования.

В рамках школьного образования все цели можно разделить на две большие группы.

К первой группе относятся цели, которые необходимо достичь для комфортного и безопасного существования в современном обществе и которые должны быть достигнуты всеми без исключения учениками независимо от их способностей и выбранного профиля образования. Такими целями являются:

1. Освоение общих понятий по выбранной дисциплине, которые помогают школьникам определиться, чем именно они хотят заниматься во взрослой жизни и какое именно образование они должны получить для этого. Например, на уроке физики школьники должны получить общее представление обо всех её разделах для того, чтобы понимать, что для работы в сфере разработки лазерного медицинского оборудования необходимо освоить квантовую оптику и биологию, а для осуществления электромонтажа – теоретические основы электротехники.
2. Получение элементарных знаний об окружающих предметах и связанных с ними опасностях, которые позволят избежать большинства потенциально опасных ситуаций в любой сфере жизни. Например, на уроке химии обязательно должны быть освоены элементарные правила химической безопасности для дальнейшего безопасного применения химикатов, которые встречаются как в профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни.

Ко второй группе целей относятся цели, напрямую связанные с продолжением образования в высших учебных заведениях. К таким целям относятся:

1. Получение объема знаний по профильным предметам в объеме достаточном для успешной сдачи единого государственного экзамена, а также для дальнейшего обучения в выбранном учебном заведении высшего профессионального образования.

2. Получения опыта теоретической, практической и экспериментальной работы в выбранной области для более глубокого понимания предмета.

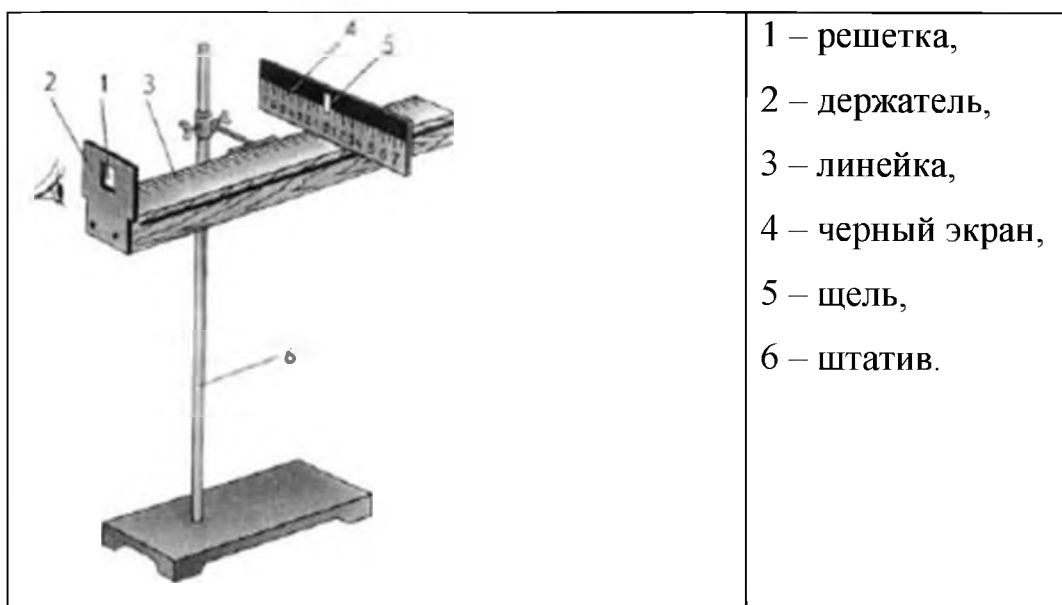
Во второй главе представлена разработка методики обучения квантовой оптики в классах разного профиля. В главу входят основные понятия квантовой оптики, а также примеры расчетных и экспериментальных заданий, примеры лабораторных работ. Например, лабораторная работа по измерению длины световой волны.

Лабораторная работа №1.

«Измерение длины световой волны»

Цель работы: экспериментальное определение световой волны с помощью дифракционной решетки.

Схема установки:



Теоретическая часть:

Длина волны определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}, \quad (1)$$

где d – период решетки, k – порядок спектра, φ – угол, под которым наблюдается максимум свет (рисунок 1).



Так как углы максимумов света первого и второго порядков не превышают пяти градусов, то можно вместо синусов брать тангенсы.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}, \quad (2)$$

где a – расстояние, которое отсчитывают по линейке от решетки до экрана, а b – расстояние, которое отсчитывают по шкале экрана до выбранной линии спектра.

Окончательная формула имеет вид:

$$\lambda = \frac{d \cdot b}{k \cdot a}. \quad (3)$$

В данной работе погрешность измерений длин волн не оценивается из-за некоторой неопределенности выбора середины части спектра.

Практическая часть:

Необходимо провести измерения для красной и фиолетовой линий разных порядков спектра, занести данные в таблицу и рассчитать длину волны по формуле (3).

Свет	d , 1/100 мм	k	a , мм	b слева, мм	b справа, мм	b ср., мм	λ , мм
Красный							
Фиолетовый							

Вывод по проделанной работе:

Измерив экспериментально длину волн красного и фиолетового света с помощью дифракционной решетки, необходимо сравнить полученные значения с табличными и написать вывод о точности проведенных измерений.

В третьей главе представлена разработка комплекта учебно-методических материалов для изучения темы «Квантовая оптика» в классах разного профиля. Например, содержание отдельных элементов комплекта учебно-методических материалов для профильного уровня обучения.

Рассмотрим содержание отдельных элементов комплекта учебно-методических материалов для профильного уровня обучения на примере наборы оптических элементов для выполнения экспериментальных заданий по материалу, изучаемому на профильном уровне.

В состав набора могут входить следующие оптические элементы:

- оптическая скамья, используемая для фиксации оптических элементов на заданных расстояниях,
- лазер маленькой мощности,
- линзы, используемые для получения лазерного пучка необходимого диаметра
- плосковыпуклая линза, используемая при получении колец Ньютона,
- плоскопараллельная пластинка, используемая при получении колец Ньютона,
- зеркала,

- бипризмы,
- матовый экран для получения изображения интерференционной картины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения работы был проведен анализ актуальности изучения квантовой оптики в современном мире, который показал, что именно на сегодняшний день изучение данного раздела физики как никогда актуально, так как с приборами, работа которых основана на явлениях, описываемых квантовой оптикой, практически любой современный человек сталкивается ежедневно как в профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни. Таким образом, знания об основных принципах работы данных приборов, явлениях, на которых основана их работа, а также о возможностях, которые они предоставляют и опасностях, которые связаны с их использованием, необходимы любому человеку.

Показана необходимость включения квантовой оптики в программу обучения для классов разного профиля, по результатам которого сделаны выводы о необходимости включения раздела «Квантовая оптика» в программу всех уровней обучения. Однако, на разных уровнях обучения необходима разная программа по данному разделу физики. На базовом уровне необходимо представить ученикам только базовые понятия, которые позволят им составить общее представление о явлениях, которые изучаются в данном разделе, а также об основах техники безопасности при работе с приборами на основе данных явлений. На профильном уровне перед учениками и преподавателями ставятся совсем другие цели, среди которых подготовка к поступлению в технические высшие учебные заведения и последующей профессиональной деятельности. Для достижения данных целей необходимо более глубокое освоение предмета, а также большая степень самостоятельности в освоении нового материала.

В результате анализа существующего подхода к изучению квантовой оптики в школе были выявлены основные проблемы, существующие при преподавании данной темы, и разработаны пути решения данной проблемы.

Рассмотрены основные понятия квантовой оптики, которые должны быть изложены ученикам в процессе преподавания данного раздела.

Приведены практические примеры расчетных и экспериментальных заданий по квантовой оптике как для базового, так и для профильного уровней обучения с примерами решений, алгоритмом выполнения и основными результатами, которые должны быть получены.

Разработаны комплекты учебно-методических материалов по теме «Квантовая оптика» для классов разного профиля.

Описано содержание отдельных элементов данных комплектов.

Таким образом, в работе рассмотрено изучение квантовой оптики в классах разного профиля, а также разработаны методика и комплект учебно-методических материалов по данному разделу физики.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блохинцев, Д.И. Пространство и время в микромире / Д.И. Блохинцев. Москва.: РГТУ, 1982. 352с.
2. Гейзенберг, В. Современная квантовая механика / В. Гейзенберг. М.: Медиа, 1981. – 460 с.
3. Вейлстеке, А. Основы теории квантовых усилителей и генераторов /А. Вейлстеке. М.: Издательство иностранной литературы, 2004. – 412 с.
4. Делоне, Н. Б. Квантовая природа вещества / Н.Б. Делоне. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 208 с.
5. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы / И.Е. Иродов. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 272 с.
6. Гуламов, А.А. Преобразование частоты лазерного излучения с предельной эффективностью / А.А. Гуламов. М.: Нобель Пресс, 2013. - 515 с.

7. Карлов, Н. В. Лекции по квантовой электронике / Н.В. Карлов. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1988. - 336 с.
8. Дирак, П.А.М. Принципы квантовой механики. Пер. с англ. – 2-е изд. перераб. и доп. / П.А.М. Дирак. М.: Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 476 с.
9. Каганов, М. И. Электроны, фотоны, магноны / М.И. Каганов. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", 1979. - 192 с.
10. Луи де Бройль Избранные научные труды. Том 2. Квантовая механика и теория света / Луи де Бройль. М.: Московский государственный университет печати, 2011. - 624 с.
11. Климков Ю.М., Хорошев М.В. Лазерная техника: Учебное пособие. / Ю.М. Климков. М.: МИИГАиК, 2014. – 143 с.
12. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. т.т. 8-9. / Р. Фейнман, М. Сэндс, Р. Лейтон. М.: Мир, 1978.
13. Савельев, И.В. Курс общей физики. Том 2. Электричество и магнетизм / / И.В. Савельев. Спб.: Лань, 2011. – 352 с.
14. Флюгге, З. Задачи по квантовой механике. / З. Флюгге. Москва: Гостехиздат, 2008. - 664 с.
15. Тябликов, С. В. Методы квантовой теории магнетизма / С.В. Тябликов. Москва: Мир, 1975. - 528 с.
16. Ставраки, Г. Л. Модель пространства-времени как виртуально-полевой структуры на локально-светоподобных причинных связках / Г.Л. Ставраки. Москва: Огни, 2009. - 128 с.
17. Квантовая оптика [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_262, свободный (Дата обращения: 22.02.18)
18. Усиленное спонтанное излучение [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.laserportal.ru/content_622, свободный (Дата обращения: 02.03.2018)

19. Что такое лазер [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://information-technology.ru/sci-pop-articles/23-physics/258-что-такое-lazer>, свободный (Дата обращения: 02.03.2018)
20. Роль и назначение раздела «Квантовая оптика» [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studexpo.ru/110249/fizika/rol_znachenie_razdela_kvantovaya_optika, свободный (Дата обращения: 12.03.2018)
21. Поражающее действие лазера [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://voenservice.ru/boevaya_podgotovka/radiatsionnaya-himicheskaya-i-biologicheskaya-zaschita/boevyie-svoystva-i-porajayuschie-factoryi-orujiya-na-novyih-fizicheskikh-printsipah-porajayuschee-deystvie-vozmojnyih-novyih-vidov-orujiya-massovogo-porajeniya-luchevogo-radiochastotnogo-infrazvukovogo-radiologicheskogo-i-geofizicheskogo/?print, свободный (Дата обращения: 02.03.2018)
22. Лекции по оптике [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.swsu.ru/structura/up/fiu/tief/fizik/lek_optika.pdf, свободный (Дата обращения: 12.03.2018)
23. Что такое оптика [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fb.ru/article/365578/что-такое-оптика-opredelenie-v-fizike> свободный (Дата обращения: 09.04.2018)
24. Особенности лазерного излучения [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://studwood.ru/1671672/tehnika/osobennosti_lazernogo_izlucheniya свободный (Дата обращения: 09.03.2018)
25. Виды лазеров [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.yusto.ru/stati/lazernye-ustanovki/> свободный (Дата обращения: 09.03.2018).