

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра физики и методико-информационных технологий

Изучение темы «Интерференция света» в школьном курсе физики

АВТОРЕФЕРАТ

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 5 курса 5002 группы
направления 44.03.01 «Педагогическое образование»
института физики

Воробьевой Юлии Андреевны

Научный руководитель


к.ф.-м.н., доцент


01.06.21

В.П. Вешнев.

Заведующий кафедрой

д.ф.-м.н., профессор


01.06.21

Т.Г. Бурова

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

В современной жизни мы сталкиваемся с явлениями, в основе которых лежит интерференция света. Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света. Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях: при наложении двух или нескольких световых пучков. Интенсивность света в области перекрытия пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах интенсивность больше, а в минимумах меньше суммы интенсивностей пучков.

При использовании белого света интерференционные полосы оказываются окрашенными в различные цвета спектра. С интерференционными явлениями мы сталкиваемся довольно часто: цвета масляных пятен на асфальте, причудливые цветные рисунки на крыльях некоторых бабочек и жуков, и многое другое – все это проявление интерференции света.

Применение интерференции имеет широкое применение для измерения длины волны излучения, исследования тонкой структуры спектральной линии, определения плотности, показателей преломления и дисперсионных свойств веществ, для измерения углов, линейных размеров деталей в длинах световой волны, для контроля качества оптических систем и многого другого.

Основная задача изучения волновых свойств состоит в том, чтобы у учащихся сформировать твердое убеждение в том, что процессы явлений интерференции и дифракции характерны только для волнового процесса и поэтому являются наличием доказательства волнового характера исследуемого процесса. Таким образом, чтобы доказать волновую природу света, необходимо обнаружить его интерференцию.

Первым из волновых явления изучается явление интерференции. При изучении явления интерференции волн на поверхности воды на основе опытов с волновой ванной дается определение интерференции как явления сложения в пространстве волн, при котором образуется постоянное во времени распределение амплитуды результирующих колебаний частиц среды, на основании этого формулируется понятие интерференционной картины,

рассматриваются все понятия, относящиеся к интерференции вообще: вводится понятие разности хода и на основании этого формулируются условия максимума и минимума при интерференции; понятие когерентных волн и источников.

При изучении интерференции света акцентируем внимание учащихся на том, что обнаружение этого явления для света является доказательством того, что свет является электромагнитной волной, о чем учащиеся уже знают.

Особое внимание здесь необходимо уделить обоснованию того, что свет от любых разных источников не является когерентным. Важно раскрыть причины не когерентности света от разных источников света и причины отсутствия интерференционной картины. Методически целесообразно использовать в средней школе при изучении явления интерференции опыт с бипризмой Френеля.

Цель работы – рассмотреть понятие интерференция света, изучить возможность использования интерференции света в технике (интерферометры), сформировать у обучающихся представление о решении задач на данную тему.

В основу работы была положена *гипотеза*, если на уроках физики использовать решение задач, то у учащихся появится возможность приобретать, наряду со знанием основных физических понятий и законов, информационные, экспериментальные, проблемные, деятельностные умения, что приведет к повышению качества знаний учащихся по физике, повышению интереса к физике как к предмету.

Исходя из поставленной цели и сформулированной гипотезы, ставятся

Задачи:

- 1) ознакомиться с учебной литературой по выбранной теме;
- 2) выяснить, что такое интерференция света, области её применения;
- 3) применить изученный материал, для решения задач;
- 4) разработать примеры практической деятельности учителя физики.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В первом разделе квалификационной работы «Методический анализ изучения темы «Интерференция света» в старшей школе» рассмотрены

следующие вопросы: краткий анализ теоретического материала, применение интерференции в оптических приборах, решение задач на тему: «Интерференция света».

В кратком анализе теоретического материала сказано, что длина волны – расстояние, на которое распространяется волна за период колебаний. При постоянной скорости распространения волны за период она проходит расстояние: $\lambda = vT$, или $\lambda = \frac{v}{\nu}$.

Интерференцией света называется явление возникновения устойчивого в пространстве и во времени распределения интенсивности света, возникающее при наложении двух (или нескольких) световых волн.

Интерференцию света можно объяснить на основе электромагнитной теории. Согласно этой теории, интенсивность электромагнитных, в частности световых, волн пропорциональна среднему значению квадрата напряженности электрического поля в волне: $I \sim \overline{E^2}$.

Далее рассмотрены условия интерференционного максимума и минимума.

В параграфе «Применение интерференции в оптических приборах» показано, что интерференция света применяется в различных аспектах современной жизни: просветление оптики, проверка качества обработки деталей, голография, фазовые волоконно-оптические датчики и другие оптические элементы и устройства с уникальными свойствами.

Свет, проходящий через линзы, например, в фотоаппарате, теряет свою силу примерно на 4%. А таких линз в оптических аппаратах может быть очень много, так что на выходе может не быть четкого изображения, а лишь размытое пятно. Во избежание этого применяют просветление оптики, то есть создание покрытий на поверхности оптических деталей. Это один из простейших и наиболее распространенных применений интерференции света.

При прохождении через специальное покрытие, созданной на поверхности линзы, волны, отраженные от границ раздела пленка-воздух и пленка-стекло, будут складываться в противофазе и «гасить» друг друга. Для большей

эффективности, необходимо уравнивать амплитуды обеих отраженных волн, которое достигается подбором материала пленки.

На практике, удачно подобрав материал пленки, удастся снизить коэффициент отражения поверхности в 20-100 раз по сравнению с исходной поверхностью стекла - для когерентного излучения данной длины волны.

Профессиональная аппаратура (микроскопы, бинокли и другие) стараются сделать более просветленными, делая не один, а несколько слоев различной толщины. Но и дешевые фотоаппараты и камеры современных телефонов и смартфонов имеют просветленную оптику. А из-за того, что свет, попадающий на объектив не монохроматический, то просветление таких бытовых аппаратов выполняется из расчета на наилучшее просветление в области максимальной чувствительности глаза человека.

Еще одним важным применением интерференции света является голография. Голография представляет собой «трехмерную фотографию», так как, смотря на изображенный предмет под разными углами, можно его рассмотреть с разных сторон.

С помощью явления интерференции проверяют качество обработки деталей. Это бесконтактный контроль геометрических размеров и формы деталей, а также качество отшлифованных поверхностей. Для этого чаще всего используют кольца Ньютона: если поверхность идеальная, то кольца будут иметь форму окружностей; если же есть небольшие ошибки, то кольца будут искривляться.

В следующем параграфе рассматриваются простейшие задачи, связанные с интерференцией света. Приведен подробный анализ решения 15 задач.

Во втором разделе «Примеры практической деятельности учителя физики» представлены три урока. Наиболее интересный из них урок-решения задач. Невозможно усвоить курс физики без решения физических задач. Решение учебных задач по физике прямо выступает как метод обучения. С помощью решения задач можно обеспечить достижение практически любой цели обучения. Поэтому решение задач – один из основных видов работы на уроке.

Во время решения задач учащиеся учатся применять законы и формулы физики, познают особенности и границы их применения, лучше понимают рассматриваемое физическое явление. При решении задач у ученика развиваются способности к анализу, ученик учится рассуждать, делать выводы и находить ответы на поставленные вопросы. Учитель, анализируя умение решать задачи, может сделать выводы о том, насколько хорошо ученик усвоил материал.

Одна из основных целей учителя физики – научить решать физические задачи; одновременно это является одной из сложнейших педагогических проблем. Для достижения данной цели учитель должен заинтересовать учащихся, что бы у них появилась реальная мотивация решить ту или иную задачу.

Чтобы использование задач было осмысленным и эффективным, необходимо ясно представлять: что такое физическая задача, какие цели обучения она решает, каковы конкретные способы использования задач в учебном процессе и, наконец, что представляет собой процесс решения задачи.

Известные отечественные психологи П.И. Зинченко и А.А. Смирнов установили следующую закономерность (закономерность Смирнова-Зинченко): «Учащийся может запомнить материал произвольно, если выполняет над ним активную мыслительную деятельность, и она направлена на понимание этого материала».

Решение задач, безусловно, требует активной мыслительной деятельности. Поэтому на материале задач учитель может сообщить учащимся новые знания, и даже материал, изучаемый теоретически, можно объяснить «на задаче».

Согласно одной из аксиом методики, знания считаются усвоенными только тогда, когда ученик может применить их на практике. Решение задач – практическая деятельность. Значит, задача играет и роль критерия усвоения знаний. По умению решить задачу мы можем судить: понимает ли ученик данный закон, умеет ли он увидеть в рассматриваемом явлении проявление какого-либо физического закона. А научить этому можно, опять же, через решение задач. Практика показывает, что физический смысл различных

определений, правил, законов становится действительно понятным учащимся лишь после неоднократного применения их к конкретным частным примерам-задачам.

Решение задач выполняет ещё одну важную образовательную функцию – формирование и обогащение понятия физической величины – одного из основных понятий физики.

Физические задачи играют также большую роль в реализации принципа политехнизма в процессе обучения. Многие из них показывают связь физики с жизнью, техникой, производством.

Воспитательная функция задач заключается в формировании научного мировоззрения учащихся. Они позволяют проиллюстрировать многообразие явлений и объектов природы и способность человека познавать их.

Решение задач воспитывает и общечеловеческие качества. Д. Пойа пишет: «Обучение искусству решать задачи есть воспитание воли. Решая не слишком лёгкую для себя задачу, ученик учится быть настойчивым, когда нет успеха, учится ценить скромные достижения, терпеливо искать идею решения и сосредоточиваться на ней всем своим «я», когда эта идея возникает. Если учащемуся не представилось возможности ещё на школьной скамье испытать перемежающиеся эмоции, возникающие в борьбе за решение, в его математическом образовании оказывается роковой пробел». Эти слова в полной мере можно отнести и к физическим задачам. При решении задач у школьников воспитывается трудолюбие, пытливость ума, смекалка, самостоятельность в суждениях, интерес к учению, воля и характер, упорство в достижении поставленной цели.

При решении задач развивается логическое и творческое мышление. Однако необходимо помнить, что, если при изучении новой темы:

- учащемуся предлагают задачи только одного типа;
- решение каждой из них сводится к одной и той же операции (операциям);

- эту операцию учащемуся не приходится выбирать среди других, которые возможны в сходных ситуациях;
- данные задачи не являются для учащегося непривычными;
- он уверен в безошибочности своих действий, то учащийся при решении второй или третьей задачи перестаёт обосновывать решение задачи, начинает решать задачи механически, только по аналогии с предшествующими задачами, стремится обойтись без рассуждений.

Это приводит к ослаблению развивающей стороны решения задач. Поэтому необходимо учить школьников решению задач разными методами, как стандартными, так и не часто используемыми в школьной практике. Полезно одну и ту же задачу решать разными способами, это приучает школьников видеть в любом физическом явлении разные его стороны, развивает творческое мышление.

Разнообразие и важность функций, выполняемых задачами, приводит к тому, что задача занимает в учебном процессе важное место.

Представленный урок усвоения новых знаний ставит следующие цели:

Дидактическая: закрепить известные способы действия сформулировать у учеников знания об интерференции света, развить ранее изученные материалы по теме «Интерференция света».

Развивающая: умеют проводить мысленный эксперимент, развиты общие учебные знания и умения: наблюдать, делать выводы; умеют определять число молекул в данной массе вещества; умеют определять молярную, молекулярную массу и массу молекул. Умеют высказывать свою точку зрения.

Воспитательная: продолжить формировать у учащихся положительное отношение к самостоятельному поиску знаний, создать творческий настрой, позитивную атмосферу.

Второй урок – урок решения задач по теме «Интерференция света» способствует формированию умения анализировать и применять ранее полученные знания об интерференции света при решении задач; создать условия для усвоения алгоритма расчета интерференционных картин в типовых

условиях. В ходе урока создаются условия для развития способностей учащихся к синтезу и анализу, для развития логического мышления, для установления межпредметных связей посредством практического применения знаний по математике при решении задач по физике. Также урок способствует воспитанию аккуратности при оформлении чертежей и решений задач, воспитанию ответственности, самостоятельности в принятии решений, развитию коммуникативных умений учащихся в процессе обсуждения плана решения задач и полученных результатов.

Третий урок – урок на тему «Интерференция света» с использованием виртуального физического эксперимента

Цель урока: актуализация знаний учащихся по теме «интерференция механических волн», наблюдение и изучение интерференции света с использованием виртуального физического эксперимента.

Задачи: закрепить понятия когерентности и интерференции, проведя аналогию с механическими волнами; проанализировать основные закономерности интерференции, используя виртуальный физический эксперимент.

Планируемые результаты:

Предметные: знать: понятие интерференции, когерентных волн, длины волны, амплитуды колебаний; уметь: объяснять наблюдаемую интерференционную картину как для механических, так и световых волн.

Метапредметные: формирование у учащихся умений: ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников; владеть языковыми средствами: уметь ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, формулировать собственное мнение и позицию.

Личностные: развитие самостоятельности в приобретении новых знаний и практических умений; формирование навыков продуктивного сотрудничества со сверстниками; способности вести диалог с другими людьми.

Для урока используется модель виртуального физического эксперимента «Интерференция волн». Источник: **Phet.colorado.edu simulation**.

Необходимое техническое оборудование: компьютеры для каждого учащегося или группы учащихся; при отсутствии технической возможности – мультимедийный проектор (соответственно, проведение виртуального эксперимента носит демонстрационный характер, однако, анализ результатов эксперимента производится каждым учащимся индивидуально, а затем идет групповое обсуждение, как и в первом случае).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В повседневной жизни мы не замечаем интерференцию света, так как считаем, что так и должно быть. Хотя интерференция всегда была вокруг нас: маслянистые пятна на асфальте, крылья насекомых и птиц, мыльные пузыри, фото- и видеотехника и многое другое.

Но кроме бытового применения, также и на предприятиях интерференцию света используют: качество отполированных изделий, форма, размер деталей и многое другое.

В научной деятельности интерференция света применяется в таких областях, как оптика, астрономия, молекулярная и ядерная физика, голография и многие другие.

Для всех областей применения используют такие приборы, как интерферометры (Майкельсона, звездный Майкельсона, Жамена, Рэлея, Маха-Цендера, Рождественского, Фабри – Перо и другие), рефрактометры, лазерные резонаторы и другие.

С развитием современной науки и техники применение интерференции света приобретает все более широкое применение, так как можно бесконтактно узнать форму и размеры объекта. Причем, точность измерений будет очень высокой. А также можно воссоздать предмет по полученным данным.

Интерференция света также помогла измерить абсолютную величину длины света, доказать независимость скорости света и другое.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акинъшин В.С., Истомина Н.Л., Каленова Н.В., Карковский Ю.И. Оптика. М.: СПб.: Лань, 2015. — 240 с.
2. Гельфгат И.М., Ненашев И.Ю. Физика Сборник задач 11 класс. - М.: Мнемозина, 2004. – 96 с.
3. Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика (базовый уровень) для общеобразовательных учреждений 11 класс. – М.: Мнемозина, 2012. – 272 с.
4. Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А., Гельфгат И.М., Ненашев И.Ю. Физика 11 класс (задачник). – М.: Мнемозина, 2012. – 102 с.
5. Глазунов А. Т., Кабардин О. Ф., Малинин А. Н. Физика (базовый и профильный уровни) 11 класс.- М.: Просвещение, 2011. – 416 с.
6. Гольдфарб Н.И. Физика. Задачник. 10-11 классы. М.: Дрофа, 2012. – 398с.
7. Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика (базовый и углубленный уровни) 11 класс. – ООО Издательский центр ВЕНТАНА-ГРАФ, 2019. – 463 с.
8. Громов С.В., Шаронова Н.В., Левитан Е.П. Физика 11 класс. – АО Издательство Просвещение, 2006. – 345 с.
9. Громцева, О.И. Сборник задач по физике. 10-11 классы. К учебникам Г.Я. Мякишева. ФГОС / О.И. Громцева. – М.: Экзамен, 2018. – 158 с.
10. Карякин, Н.А. Световые приборы. Учебник / Н.А. Карякин. – М.: Высшая школа, 2017. – 336 с.
11. Касьянов В.А. Физика (базовый уровень) 11 класс. – ООО ДРОФА, 2011. – 448 с.
12. Кирик Л.А., Генденштейн Л.Э., Гельфгат И.М. Задачи по физике для профильной школы с примерами решений. 10-11 классы. – М.: Илекса, 2017. – 416 с.
13. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М./Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика (базовый и углубленный уровень) 11 класс. – АО Издательство Просвещение, 2010. – 399 с.

14. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Колебания и волны. 11 класс. – М.: Дрофа, 2010. – 287 с.

15. Степанова Г.Н., Степанов А.П. Сборник вопросов и задач по физике. Профильная школа. 10-11 классы. – М.: «Просвещение», 2005. – 496 с.

16. Применение интерферометров в науке и технике [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://spravochnick.ru/fizika/optika/primenenie_interferometrov_v_nauke_i_tehnike
(дата обращения 30.04.2021).

17. Парфентьева Н.А. Сборник задач по физике (базовый уровень). 10-11 классы. – М.: Просвещение, 2017. – 208 с.

18. Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А., Чаругин В.М. Физика, базовый уровень 11 класс. – М.: Дрофа, 2016. – 139 с.

19. Рымкевич А.П. Физика. Задачник. 10-11 класс. – М.: Дрофа, 2013. – 188с.

20. Тихомирова С.А., Яворский Б.М. Физика (базовый и профильный уровни) 11 класс. – М.: Мнемозина, 2013. – 304 с.

Ю.А. Воробьева

01.06.2021