

Серыя "У дапамогу педагогу"
заснавана ў 1995 годзе

Заснавальнік і выдавец — РУП
"Выдавецтва "Адукацыя і выхаванне"
Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь

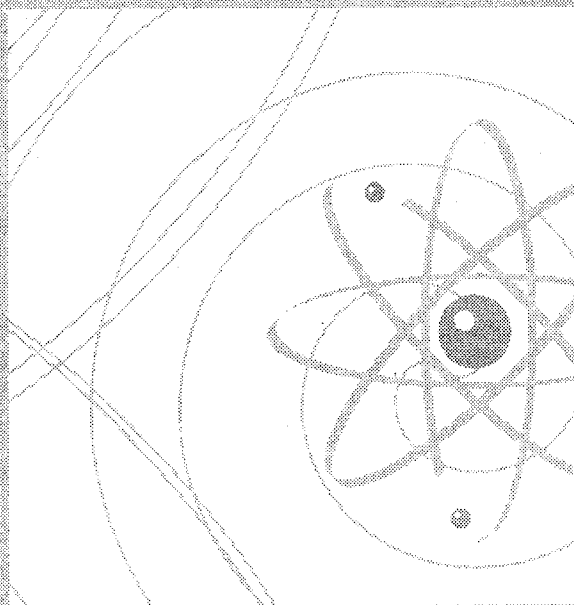
220070, г. Мінск, вул. Будзённага, 21;
тэл.: 297-93-24 (адк. сакратар),
297-93-22 (аддзел маркетынгу),
факс: 297-91-49,
<http://www.aiv.by>,
e-mail: aiv@aiv.by

Навукова-метадычны часопіс
Выдаецца з IV квартала 1995 года
Рэгістрацыйны № 433
Выходзіць 6 разоў у год

Фізіка:

проблемы выкладання

3 (56) • 2007



Рэдакцыйная калегія

М. І. ЗАПРУДСКІ — галоўны рэдактар,
кандыдат педагагічных навук, дацэнт
Н. П. ГАРАВАЯ — нам. галоўнага рэдактара
Г. І. КАШЭЎНІКАВА — адказны сакратар
У. А. ГОЛУБЕЎ
Л. А. ІСАЧАНКАВА, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт
А. А. ЛУЦЭВІЧ, кандыдат педагагічных навук,
дацэнт
У. М. ПАДДУБСКІ
А. І. СЛАБАДЗЯНЮК, кандыдат
фізіка-матэматычных навук, дацэнт

Рэдакцыйная рада

А. П. КЛІШЧАНКА — старшыня,
доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар
С. А. ГУЦАНОВІЧ, доктар
педагагічных навук
І. В. СЕМЧАНКА, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар
А. П. СМАНЦЭР, доктар педагагічных навук,
прафесар, акадэмік Беларускай акадэміі
адукацыі
В. В. ШАПЯЛЕВІЧ, доктар
фізіка-матэматычных навук, прафесар

БИБЛИОТЕКА
БрГУ ім. А.С.Пушкіна



ЗМЕСТ

Даследчая дзейнасць вучняў

Статистические критерии оценивания
эффективности учебно-исследовательской деятельности по физике

А. И. Слободянюк, Л. Е. Осипенко

Психологические основы
исследовательского обучения школьников

А. И. Савенков

Об организации экспериментальных исследований учащихся X класса

Н. И. Запрудский, К. А. Петров

Метадычная майстэрня

Рекомендации по гуманитаризации процесса преподавания физики

В. И. Кучинский, И. А. Ситникова, С. А. Черненилов

Примерное тематическое планирование уроков
по физике в X классе (12-летняя школа)

Г. Р. Короткин, И. А. Голёнова

Фізіка ў камп'ютэрным класе

Презентация Power Point
“Элементы специальной теории относительности”
как основа вводной лекции по теме

Р. В. Радшун

Кансультацыі

Изучение явлений интерференции и дифракции света
в курсе физики X класса

А. С. Ивкович

Навуковыя паведамленні

Технологическая образовательная среда как средство оптимизации
процесса изучения физики (практический аспект)

С. В. Хмелевская

Вырошчваем таленты

Победа в олимпиаде — это здорово

В. Н. Кравцова, И. Б. Тарасова

Нашы аўтары

3

14

24

27

35

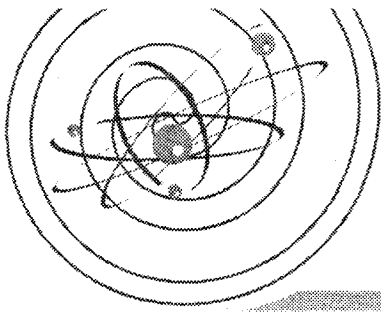
44

47

51

62

64



Кансультацыі

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ И ДИФРАКЦИИ СВЕТА В КУРСЕ ФИЗИКИ X КЛАССА

А. С. Ивкович

Переход на новые программы и учебники физики, созданные белорусскими авторами, привел к существенным изменениям в структуре школьного курса физики. В частности, тема “Оптика” вместе с материалом об электромагнитных колебаниях и волнах и темой “Элементы теории относительности” перенесена в курс физики X класса и охватывает вопросы волновой и геометрической оптики. По мнению авторов программы, такая структура призвана обеспечить последовательное формирование у десятиклассников целостной электромагнитной картины мира, у учащихся XI классов — корпускулярно-волновой и термодинамической картины мира и в конечном итоге — единой физической картины как составной части естественно-научной картины мира [1, с. 8—9].

В теме “Оптика” одной из важнейших задач в этих условиях является задача формирования понятия об электромагнитной природе света. Весомый вклад в формирование данного понятия вносит изучение таких явлений, как интерференция и дифракция света. Как известно, именно они выступают в качестве критериев наличия у объекта волновых свойств. Кроме того, понимание многих явлений природы, таких как цвета тонких пленок, оптические эффекты в атмосфере и др., основано на явлениях интерференции и дифракции света. Данные явления находят также широкое применение в технике и на производстве (измерение длин световых волн, контроль качества обработки поверхностей, просветление оптики, точное измерение расстояний, голография, спектроскопия и т. д.).

Все сказанное означает, что при изучении явлений интерференции и дифракции света основное внимание следует уделить выяснению физической сущности явлений и изучению принципов, лежащих в основе их практического использования.

Однако в действующем учебном пособии для X класса объяснение физической сущности явления интерференции опирается на достаточно сложные для учащихся математические выводы [2, с. 237—238]. Учитывая, что ни уравнение волны, ни, тем более, векторная диаграмма, на основе которых авторы учебного пособия строят объяснение интерференции, не изучаются на базовом уровне, можно утверждать, что данный вывод непонятен и недоступен учащимся базовых классов. Вызывает сомнение необходимость такого вывода в школе даже для учащихся профильных классов. В то же время в пособии [2] вовсе не рассматриваются принципы, лежащие в основе практического использования интерференции, хотя области ее применения кратко перечислены.

В классах, изучающих физику на базовом уровне, вполне достаточно качественного анализа сложения волн для получения условий интерференционных максимумов и минимумов и дальнейшего объяснения физической сущности явления интерференции света.

Рассматриваем результат сложения в точке P (рис. 1) двух световых волн одинаковой частоты и амплитуды с одинаковым направлением колебаний. Разность фаз колебаний, создаваемых в точке P источниками S_1 и S_2 , будет зависеть от разности хода

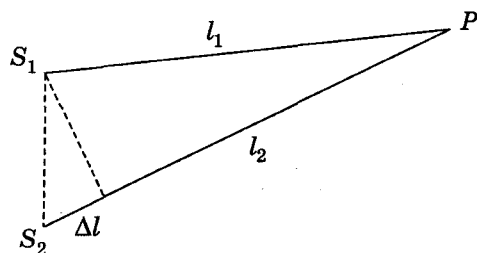


Рис. 1

волн $\Delta l = l_2 - l_1$. В случае, если разность хода волн Δl будет равна целому числу длин волн: $\Delta l = m\lambda$, фазы колебаний, создаваемых обоими источниками в точке P , будут совпадать, и результирующая амплитуда колебаний в точке P будет равна сумме амплитуд, в данном случае $A_p = 2A_0$, где A_0 — амплитуда колебаний от одного из источников в точке P . Если же разность хода волн Δl будет равна нечетному числу длин полувольт:

$$\Delta l = (2m + 1) \frac{\lambda}{2},$$

то колебания, создаваемые в

точке P источниками S_1 и S_2 , будут происходить в противофазе и результирующая амплитуда колебаний будет равна нулю:

$A_p = 0$. Для других разностей хода волн результирующая амплитуда будет принимать промежуточные значения от 0 до $2A_0$.

Напомним, что интенсивность света, определяемая энергией колебаний, пропорциональна квадрату амплитуды, поясняем, что в точках, для которых результирующая амплитуда $A_p = 2A_0$, будут наблюдаться интерференционные максимумы, а в точках, для которых $A_p = 0$, будут интерференционные минимумы.

Таким образом, формулируем условие интерференционных максимумов:

$$\Delta l = m\lambda, \text{ где } m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

и интерференционных минимумов:

$$\Delta l = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}, \text{ где } m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

Полученные выводы целесообразно подтвердить вначале в опыте по интерференции волн на поверхности воды [3, с. 84—86]. При переходе к опытам по интерференции света в целях активизации класса полезно создать

проблемную ситуацию. Такая ситуация возникает после того, как учащиеся, предложив для наблюдения интерференции света использовать схему с двумя независимыми источниками, убеждаются, что для света подобный опыт с обычными источниками не приводит к ожидаемому результату: чередования темных и светлых полос на экране не наблюдается.

В ходе обсуждения результатов наблюдений разъясняются условия когерентности, причины некогерентности естественных источников света, рассматриваются способы получения двух когерентных пучков света от одного источника. В качестве примера демонстрируется известный опыт с двумя щелями по классической схеме Юнга (опыт 146 [4, с. 105—106]). Объяснение наблюдаемой картины целесообразно дать на основе энергетической трактовки, определив *интерференцию как явление перераспределения энергии, происходящее при сложении двух или более когерентных волн и наблюдающееся в виде устойчивой картины максимумов и минимумов интенсивности.*

Другой способ получения когерентных пучков света от одного источника реализуется в случае падения света на тонкий слой вещества. Объяснение интерференции в тонких пленках целесообразно предварить фронтальным наблюдением явления интерференции в тонком воздушном клине, которое можно провести так, как рекомендуется в пособии [5, с. 62—63]. Результаты наблюдения объясняются интерференцией пучков света, отраженных от верхней и нижней границ тонкого воздушного слоя. Отсюда легко перекинуть логический мостик к объяснению цветов тонких пленок, наблюдаемых в природе (мыльные пузыри, пленки нефтепродуктов на поверхности воды и т.п.), и к обсуждению применения интерференции для контроля качества обработки поверхностей в технике и просветления оптики.

С одним из методов определения длин световых волн на основе явления интерференции учащиеся можно ознакомить в ходе решения задачи типа № 8 из упражнения 39 [2, с. 242].

Изложение материала о дифракции света в действующем учебном пособии для X класса [2] представлено на более глубоком уровне по сравнению с ранее действовавшими пособиями. В частности, не только дана форму-

лировка принципа Гюйгенса — Френеля, но и на его основе подробно проанализировано явление дифракции на одной щели [2, с. 242—246]. Вместе с тем в новом учебном пособии, как и в предыдущих, традиционно утверждается, что “для проявления дифракции размеры препятствий (отверстий) должны быть меньше или сравнимы с длиной волны...” [2, с. 242]. Между тем в большинстве случаев на практике, в том числе в известных опытах по наблюдению дифракции света на тонкой нити и на узкой щели (опыты 86 и 87 [3, с. 198—202]), явление отчетливо наблюдается на отверстиях (или препятствиях), размеры которых существенно (на несколько порядков) больше длины световой волны. Дело в том, что наблюдения здесь проводятся на расстояниях, во много раз превышающих размеры препятствий.

Таким образом, в действительности условия, при которых дифракция наблюдается наиболее отчетливо, будут определяться соотношением между размерами препятствий, длиной волны и расстоянием до точки наблюдения. Установить характер этого соотношения можно, если несколько дополнить приведенное в учебном пособии объяснение дифракции на узкой щели. Обратившись к рисунку 160 [2, с. 244], поясняем, что, так как экран расположен достаточно далеко от щели, то угол θ достаточно мал и $\sin \theta \approx \operatorname{tg} \theta$, который может быть выражен в виде $\operatorname{tg} \theta = \Delta b / L$ (рис. 2).

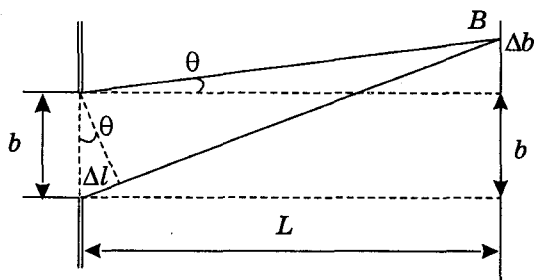


Рис. 2

Так как в точке B наблюдается первый минимум, то $\Delta l = \lambda$; в этом случае каждой точке в верхней половине щели найдется такая точка в нижней половине щели, для которых разность хода вторичных волн будет равна половине длины волны. Следовательно, получим: $\operatorname{tg} \theta \approx \sin \theta = \Delta l / b = \lambda / b$.

Тогда

$$\frac{\Delta b}{L} = \frac{\lambda}{b} \text{ и } \Delta b = \frac{L\lambda}{b}.$$

Отмечаем, что загибанием света за края щели можно пренебречь при условии $\Delta b \ll b$, т.е. при условии

$$\frac{L\lambda}{b} \ll b \text{ или } L \ll \frac{b^2}{\lambda}.$$

Подводя итоги, делаем вывод, что дифракция заметно проявляется на отверстиях шириной b при освещении их светом с длиной волны λ начиная с расстояний L , удовлетворяющих условию $L \geq b^2 / \lambda$, и только при условии $L \ll b^2 / \lambda$ дифракцией света можно пренебречь. Так, например, для щели шириной $b = 0,5$ мм при длине волны света $\lambda \sim 0,5$ мкм явление дифракции будет отчетливо наблюдаться начиная с расстояний $L \geq 0,5$ м.

Заметим, что полученный вывод в дальнейшем при переходе к изучению геометрической оптики целесообразно использовать, чтобы показать, что геометрическую оптику можно рассматривать как предельный случай волновой. При изучении § 56 [2, с. 256] обращаем внимание, что основной закон геометрической оптики — закон прямолинейного распространения света имеет границы применимости, которые определяются явлением дифракции, т.е. этот закон можно считать справедливым лишь в тех границах, в которых явлением дифракции света можно пренебречь. Напоминаем, что соответствующее условие было получено ранее при изучении дифракции света и выражается в виде неравенства $L \ll b^2 / \lambda$.

Далее обращаем внимание учащихся, что условие $L \ll b^2 / \lambda$ в случае, когда длина световой волны стремится к нулю ($\lambda \rightarrow 0$), будет выполняться всегда при любых конечных b и L , т.е. в этом случае дифракцию можно не учитывать. Полученный результат формулируем в виде вывода о том, что при $\lambda \rightarrow 0$ волновая оптика переходит в геометрическую, что и позволяет рассматривать геометрическую оптику как предельный случай волновой.

Приведенные в статье рекомендации, на наш взгляд, помогут учителям сформировать у учащихся адекватное представление о физической сущности явлений интерференции и дифракции света и принципах, лежащих в основе их практического применения.

Литература

1. Жилко, В. В. О новом учебном пособии “Физика-11” / В. В. Жилко, А. В. Лавриненко, Л. Г. Маркович // *Фізіка: праблемы выкладання*. — 2002. — № 2. — С. 7—10.
2. *Физика: учеб. пособие для 10-го кл. общеобразоват. школы* / В. В. Жилко, А. В. Лавриненко, Л. Г. Маркович. — Минск : Нар. асвета, 2002.
3. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. — Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома / В. А. Буров [и др.]; под ред. А. А. Покровского. — М. : Просвещение, 1979.
4. *Шахмаев, Н. М. Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика* / Н. М. Шахмаев, Н. И. Павлов, В. И. Тыщук. — М. : Просвещение, 1991.
5. *Вольштейн, С. Л. Задания к фронтальным лабораторным работам по физике* / С. Л. Вольштейн, А. М. Качинский, Б. А. Кимбар. — Минск : Нар. асвета, 1984.

Да ведама аўтараў і падпісчыкаў!

Рэдакцыя прымае да разгляду матэрыялы на рускай і беларускай мове аб’ёмам да 20 машынапісных старонак у двух экзэмплярах (пажадана з дыскетай, можна дасылаць электроннай поштай).

Артыкулы павінны быць надрукаваны на белай паперы праз 2 інтэрвалы на адным баку ліста (фармаат А4, тэксты, набраныя на камп’ютэры, — кегль 14).

Фотаздымкі прымаюцца чорна-белыя і добрай якасці. Малюнкi і графікі выконваюцца асобна на глянцавай паперы чорнай тушшу ў фармаце, які забяспечвае выразнасць перадачы ўсіх дэталей.

Неабходна ўказаць прозвішча, імя і імя па бацьку аўтара, месца яго працы, займаемую пасаду, вучоную ступень, вучонае званне, хатні адрас, тэлефоны, пашпартныя звесткі (серыя, нумар, калі і кім выдадзены, асабісты нумар, адрас прапіскі). Без гэтых звестак матэрыялы разглядацца не будуць.

Дасылаючы ў часопіс распрацоўкі ўрокаў, абавязкова пазначайце клас 12-годкі, чвэрць і месяц, калі тэма вывучаецца ў школе.

Паколькі наш часопіс не паступае ў рознічны гандаль, набыць яго можна па падпісцы. Дасылаючы матэрыял у выдавецтва, можна зрабіць заяўку на патрэбную колькасць экзэмпляраў часопіса з Вашым артыкулам па тэлефоне 297-93-22 (адрас маркетынгу).

Рэдакцыя не заўсёды падзяляе думкі аўтараў. **Апошнія нясуць адказнасць за ўсю інфармацыю, якая ўтрымліваецца ў артыкуле**, у адпаведнасці з Законам аб друку Рэспублікі Беларусь.

Рукапісы аўтарам не вяртаюцца.