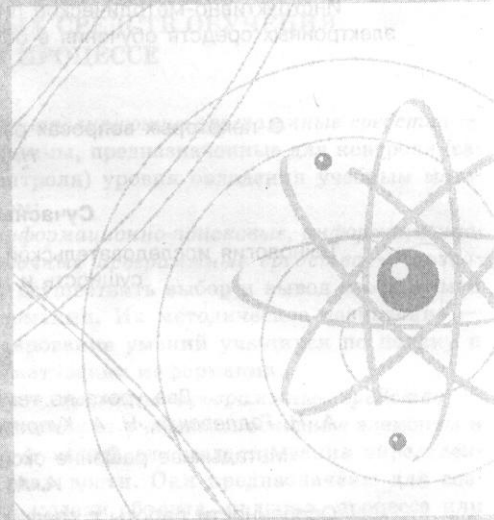


Серыя "У дапамогу педагогу"
заснавана ў 1995 годзе

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

Вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск;
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
Зарэгістраваны ў Міністэрстве інфармацыі
Рэспублікі Беларусь
Пасведчанне № 687 ад 16.09.2009 г.
Выходзіць 6 разоў у год



Фізіка:

праблемы выкладання

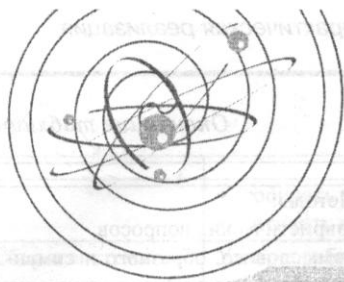
5 (70) • 2009

Рэдакцыйная калегія

МІКАЛАЙ ІВАНАВІЧ 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
К. А. ПЯТРОЎ
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



Метадычная майстэрня

ДВА УРОКА ПО ТЕМЕ "ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ВОЛН"

А. Н. Годлевская,
Н. А. Куприянова,
О. У. Лебединская

В настоящее время все учащиеся учатся по единому типовому учебному плану, изучают физику по одной учебной программе (базового уровня). Повышенный уровень подготовки достигается в отдельных общеобразовательных учреждениях (лицеях и гимназиях) — в классах физико-математического направления и на факультативных занятиях. Предлагаем два варианта урока по одной теме, которые могут быть реализованы при обучении на базовом и на повышенном уровнях.

Уроки по представленным ниже планам могут быть успешно проведены в классах численностью не более 25—27 человек при изучении физики на базовом уровне и не более 20—22 человек — при изучении предмета на уровне повышенном. К моменту проведения урока по названной теме учащиеся уже имеют общее представление о структуре данного раздела курса физики и об изучаемых в нём явлениях, сформированное в ходе вводного урока, владеют знаниями по материалу предыдущего урока. На уроке, предшествующем уроку, спроектированному нами, следует рекомендовать учащимся повторить материал по геометрической оптике и математике, необходимый для успешного усвоения и применения новой информации, и предупредить о предстоящем входном тестировании на очередном уроке.

При организации изучения физики на повышенном уровне желательно, чтобы предлагаемый план был реализован на сдвоенном уроке и перерыв между уроками был объявлен перед представлением учащимися результатов выполнения заданий четвёртого этапа работы. Если сдвоенный урок не удаётся организовать, то следующий урок должен начинаться с конференции учащихся, представляющих результаты работы — индивидуальной или групповой. При этом подготовка сообщения становится частью до-

машнего задания учащихся. В обеих ситуациях решение задач на очередном уроке является логическим продолжением изучения интерференции в условиях деления волнового фронта.

Индивидуальные особенности здоровья (ослабленное зрение, пониженный слух и др.) и характера учащихся (склонность к индивидуальной работе, нестандартность мышления и др.) могут быть учтены посредством комбинирования ряда мер:

- выделения учащимся с отклонениями в здоровье рабочих мест, наиболее удобных для наблюдения опытов и записей на доске, для слушания объяснений учителя;
- предъявления заданий и учебного материала в нескольких формах (устная речь учителя, проекция слайдов на экран, чертежи и записи на доске, раздаточный материал на карточках);
- организации взаимного общения учащихся при работе в парах и группах;
- создания условий для работы по индивидуальному заданию (возможно, соответствующему повышенному уровню изучения предмета).

При наличии у классного коллектива и отдельных учащихся характерных особенностей, отличных от тех, которые указаны выше, план урока должен быть соответствующим образом скорректирован. Например,

фрагмент-мастерская может быть заменён лекционным фрагментом или эвристической беседой — обсуждением демонстрации интерференции механических волн, выполненной учителем.

Демонстрация интерференции световых волн в опыте Юнга хорошо удаётся с использованием лазерного светового пучка, расширенного посредством телескопической оптической системы и повернутого плоским металлическим зеркалом на 90° с тем, чтобы проецировать интерференционную картину на потолок. При этом удаётся достичь максимально хорошей видимости изображения для всех учащихся класса и соблюсти правила техники безопасности (о них учащимся необходимо специально напомнить перед проведением опыта).

Демонстрацию интерференции механических волн удобнее провести в теневой проекции.

Условиями, необходимыми для реализации предложенных в настоящей работе уроков, являются:

- владение учителем современными образовательными технологиями (например, интегральной технологией, технологией педагогических мастерских);
- соответствие численности учеников класса уровню, на котором изучается физика;
- высокая (50—60 %) доля мотивированных учащихся в классе;
- наличие необходимого демонстрационного оборудования (промышленно произведённого или самодельного).

УРОК ПЕРВЫЙ

Уровень обучения — базовый.

Продолжительность урока — 45 минут.

Место урока в теме — 3-й урок в теме; тема предыдущего урока — "Свет как электромагнитная волна. Скорость света"; следующий урок — "Решение задач: расчёт интерференционных схем".

Краткая характеристика класса. В классе 27 человек, из них приблизительно 63 % по степени подготовленности соответствуют базовому уровню обучения, 16 % превышают этот уровень, 21 % учащихся имеют слабую подготовку. Логическое мышление достаточно развито у 40 % учащихся. Умеют сосредоточенно работать 77 % учащихся. Зрительная память хорошо развита у 80 % учащихся, образная — у 30 %, слуховая — у 40 %, моторная — у 15 %. У большинства учащихся сочетаются различные формы памяти. Два ученика в классе имеют ослабленный слух, семь человек — ослабленное зрение, на диспансерном учёте состоит пять человек. Четверо учащихся проявляют повышенную тревожность.

Учащиеся в достаточной мере овладели приёмами работы в парах, группах, большинство из них умеет делать логические умозаключения на основе полученной информации.

Обучающая цель урока: предполагается, что к окончанию урока ученики:

- усвоят суть и условия наблюдения явления интерференции;

■ будут знать основные термины, используемые при описании интерференции волн, и их смысл;

■ будут уметь рассчитать интерференционную картину по схеме опыта Юнга.

Задачи личностного развития учащихся — создать условия для:

- развития логического мышления учащихся;
- проявления их индивидуальных способностей;
- развития навыков вербального общения.

Приборы и оборудование: графопроектор, персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран для проекции слайдов, набор оборудования для демонстрации интерференции в мыльных плёнках, опыта Юнга, интерференции механических волн, гелий-неоновый лазер, плакат с изображением схемы опыта Юнга, слайды "Ответы к заданиям входного теста", "Опорный конспект урока", "Домашнее задание".

Ход урока

Первый этап (6 мин): пропедевтическая практика

Цель этапа — выявление степени готовности учащихся к осмысленному изучению нового материала.

Педагогические задачи:

- актуализировать знания учащихся по геометрической оптике (закон независимого распространения световых пучков, законы отражения и преломления волн), теории

волн (связь скорости распространения волн с их частотой и длиной волны), математике (теорема Пифагора);

- организовать самоконтроль и коррекцию знаний.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы, средства обучения
До урока готовит входной тест, тиражирует его; готовит слайды "Правильные ответы к тесту" или пишет его на доске; выдаёт тест учащимся и принимает выполненные задания (если предполагается выставлять и фиксировать отметки за выполнение теста). Организует обсуждение результатов тестирования и участвует в нём	Выполняют входной тест. Проводят самопроверку по образцу (слайды, спроецированные на экран, или записи на доске, предварительно скрытые от учащихся). Участвуют в обсуждении результатов тестирования (коррекция)	Входной тест (<i>приложение А</i>). Ответы к тесту, оформленные в виде таблицы (слайды или записи на доске — <i>приложение Б</i>)

Второй этап (3 мин): ориентация в деятельности

Цель этапа — положительная мотивация учащихся к изучению новой темы, сформированная ориентировочная основа деятельно-

сти, самоопределение учащихся на личный результат.

Педагогические задачи: создать ситуацию разрыва между знанием и незнанием, спровоцировать желание устранить пробелы в знаниях.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы, средства обучения
Демонстрирует интерференцию света в мыльных плёнках. Просит учащихся вспомнить об аналогичных явлениях, которые они наблюдали в окружающем мире (цвета масляной плёнки на луже, цвета тонированных стёкол, цвет просветлённых фотообъективов и др.). Напоминает о правилах техники безопасности при проведении опытов с применением лазера. Демонстрирует опыт Юнга в монохроматическом свете. С использованием карты-схемы с "белыми пятнами", оформленной на вводном уроке, выясняет и оценивает наличие у учащихся ориентировочной основы деятельности. Определяет объём и структуру работы на уроке. Характеризует содержание урока, связь его с изученным материалом. Предлагает возможные варианты результатов урока. Информирован о том, как будет изучаться новый материал, как будут оцениваться результаты	Наблюдают явление интерференции в мыльных плёнках. Рассказывают о явлениях, которые они считают аналогами увиденного явления. Выдвигают предположения о результатах освещения экрана светом от двух щелей (поочерёдно каждой щелью; обеими одновременно). Наблюдают опыт Юнга. Обнаруживают противоречие между высказанной гипотезой и результатами опыта. Делают вывод о невыполнении закона независимого распространения световых пучков в условиях опыта. Участвуют в формулировке целей урока	Набор для демонстрации интерференции света в мыльных плёнках. Набор оборудования для демонстрации явлений интерференции и дифракции

Третий этап (19 мин): презентация содержания новой темы

Цель этапа — понимание учащимися сути явления интерференции, знание условий её наблюдения, умение рассчитывать по

образцу интерференционную картину по схеме опыта Юнга.

Педагогические задачи — создать условия для осмысленного восприятия нового материала в форме лекции с элементами эвристической беседы.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы
Демонстрирует опыт Юнга, обращая внимание на особенности распределения освещённости на экране. Объясняет новый материал, привлекая учащихся к эвристической беседе. Формулирует основные определения, повторно проговаривает те из них, которые учащимся необходимо записать. Поэтапно вычерчивает схему опыта Юнга и комментирует свои действия. Выполняет расчёт интерференционной картины. Осуществляет диагностику знания и понимания учебного материала на основе содержания эвристической беседы. Организует коррекцию знаний	Наблюдают опыт Юнга. Слушают объяснение учителя. Принимают участие в эвристической беседе. Конспектируют основные положения лекции (по указанию учителя). Осуществляют коррекцию своих знаний, мысленно сравнивая свои ответы на вопросы учителя с устными ответами других учащихся и слушая комментарий учителя	Фрагменты статьи [1; 2]. Учебное пособие [3]. Слайды с текстом определений основных понятий теории интерференции, подлежащих конспектированию учащимися (приложение В)

Четвёртый этап (11 мин): управляемая практика

Цель этапа — умение учащихся объяснить интерференцию механических волн.

Педагогические задачи — создать условия для переноса и применения полученной информации в новых условиях, для развития логического мышления и коммуникативных способностей учащихся.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы
Демонстрирует интерференцию механических волн, имитируя опыт Юнга. Организует обсуждение результатов опыта в группах	Наблюдают явление интерференции механических волн. Обсуждают результаты. Высказывают своё мнение. Сравнивают результаты опытов по интерференции электромагнитных и механических волн. Делают обобщающие выводы	Прибор для демонстрации интерференции механических волн. Плакат с изображением схемы опыта Юнга. Карточки-задания для групп учащихся (приложение Г)

Пятый этап (5 мин): рефлексия

Цель этапа — самооценка десятиклассниками их деятельности на уроке и её результатов; наличие у школьников потребности в выполнении домашнего задания, закрепле-

нии материала и дальнейшем изучении темы.
Педагогические задачи — создать условия для самоанализа учащимися результатов их деятельности на уроке и самоопределения в отношении последующего изучения нового материала.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы
Организует рефлексию. Определяет объём и сложность домашней самостоятельной работы, характеризует её. Рекомендует сравнить содержание учебного пособия [3] и записей, сделанных на уроке; при обнаружении неточностей, допущенных в учебном пособии, — зафиксировать их в тетради	Обсуждают результаты работы на уроке. Оценивают свои достижения. Выявляют нерешённые проблемы. Выбирают домашнее задание	Слайд или запись на доске с указанием домашнего задания, основной и дополнительной литературы. Список вопросов к зачёту, условия задач по всей теме (на стенде в физическом кабинете — приложение Д).

Шестой этап: домашняя практика

Цель этапа — закрепление учащимися основных понятий теории интерференции, усвоение алгоритма расчёта интерфе-

ренционной картины по схеме опыта Юнга.
Педагогические задачи — организовать консультативную помощь учащимся, способствовать развитию навыков в работе с учебной литературой.

Содержание деятельности учителя	Содержание деятельности учащихся	Методические материалы
Консультирует учащихся (непосредственно или с использованием интернет-технологий)	Выполняют домашнее задание. Консультируются друг у друга, у учителя, у родителей	Любые доступные учащимся и (или) рекомендованные учителем

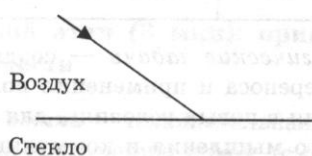
Приложение А

Входной тест к уроку в классе с базовым уровнем изучения физики

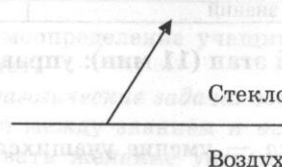
1. Световые пучки распространяются в среде независимо друг от друга. Это утверждение составляет суть закона...

а) прямолинейного распространения света; б) отражения света; в) преломления света; г) независимости световых пучков.

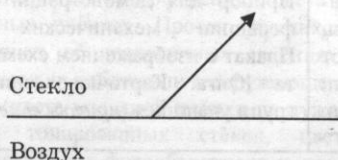
2. Укажите на чертеже угол падения i и угол отражения i' света.



2. Укажите на чертеже угол падения i и угол отражения i' света.



3. Укажите на чертеже угол падения i и угол преломления β света, качественно отражая соотношение между ними.



3. Укажите на чертеже угол падения i и угол преломления β света, качественно отражая соотношение между ними.



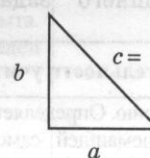
4. Допишите формулу и названия входящих в неё величин: $v = ? \cdot v$.

v —
—
 v —

4. Допишите формулу и названия входящих в неё величин: $\lambda = v / ?$.

λ —
 v —
—

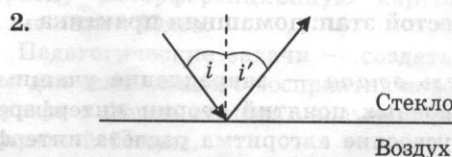
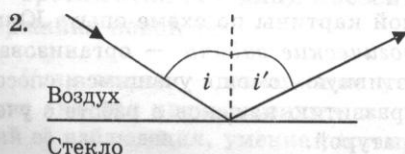
5. Запишите формулу для вычисления третьей стороны треугольника, изображённого на чертеже.

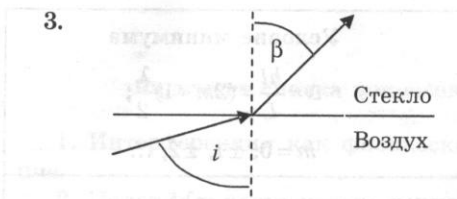


Приложение Б

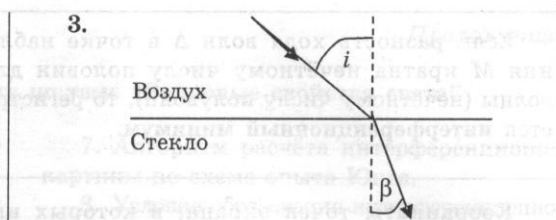
Ответы к входному тесту

1. г) ...независимости световых пучков.





4. $v = \lambda \cdot \nu$.
 v — скорость распространения волны;
 λ — длина волны;
 ν — частота колебаний источника.



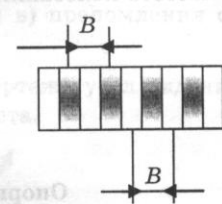
4. $\lambda = v / \nu$.
 λ — длина волны;
 v — скорость распространения волны;
 ν — частота колебаний источника.

5. $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Приложение В

Опорный конспект по теме "Интерференция волн"

<p>Взаимное усиление или ослабление двух (или большего числа) волн при их наложении друг на друга при одновременном распространении в пространстве называется интерференцией волн.</p>	
<p>Распределение интенсивностей будет стационарным (не зависящим от времени), если интерферирующие волны когерентны, т. е. характеризуются одинаковой частотой ($\omega_1 = \omega_2 = \omega$) и неизменной во времени разностью фаз колебаний в точке наблюдения.</p>	
<p>Интерференционная картина (ИК) — распределение интенсивностей в области волнового поля, где волны налагаются друг на друга.</p>	
<p>Расстояние (l) = nl называют оптическим путём света в среде с показателем преломления n. Здесь l — геометрический путь, пройденный светом. Оптический путь численно равен тому расстоянию, на которое сместится волновой фронт в вакууме за то же время, за которое он пройдёт расстояние l в среде с показателем преломления n.</p>	
	<p>Алгоритм расчёта ИК по схеме Юнга</p> $\Delta = l_2 - l_1;$ $l_2^2 = L^2 + (h+l)^2;$ $l_1^2 = L^2 + (h-l)^2;$ $(l_2 - l_1)(l_2 + l_1) = 4hl;$ $2l \ll L; \quad l_1 + l_2 \approx 2L;$ $2L\Delta = 4hl; \quad \Delta = \frac{2hl}{L}$
<p>Если разность хода волн Δ в точке наблюдения M кратна целому числу длин волн (чётному числу половолн), то в точке M имеет место интерференционный максимум.</p>	<p>Условие максимума</p> $\Delta = \frac{2hl}{L} = m\lambda; \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ <p>Целое число m называют порядком интерференции.</p>

<p>Если разность хода волн Δ в точке наблюдения M кратна нечётному числу половин длины волны (нечётному числу полуволн), то регистрируется интерференционный минимум.</p>	<p>Условие минимума</p> $\Delta = \frac{hl}{L} = (2m+1)\frac{\lambda}{2};$ $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$
<p>Координаты точек экрана, в которых имеют место максимумы и минимумы освещённости:</p>	$h_{\max} = \frac{m\lambda L}{2l};$ $h_{\min} = \frac{(2m+1)\lambda L}{4l}$
<p>Геометрическое место точек, в которых при каждом m реализуется условие $\Delta = \text{const}$, называют интерференционной полосой. Расстояние B между двумя соседними максимумами (или минимумами) в интерференционной картине называют шириной интерференционной полосы.</p>	 $B = h_{m+1} - h_m = \frac{\lambda L}{2l}$

Приложение Г

Карточки-задания для работы в группах

Карточка 1

1. Вычертите схему опыта, соответствующую наблюдению интерференции механических волн в волновой ванне.
2. Сравните вычерченную вами схему со схемой опыта Юнга. Найдите характерные элементы, общие для обоих опытов. Найдите основные различия в условиях реализации опытов.
3. Сформулируйте выводы (об интерференции как свойстве волн).

Карточка 2

1. Вычертите схему опыта, соответствующую наблюдению интерференции механических волн в волновой ванне.
2. Сравните вычерченную вами схему со схемой опыта Юнга. Найдите характерные элементы, общие для обоих опытов.
3. Предложите алгоритм расчёта интерференционной картины для механических волн.
4. Сформулируйте выводы (об алгоритме расчёта интерференционных картин в обоих опытах).

Карточка 3

1. Сравните схемы опытов по наблюдению интерференции электромагнитных (световых) и механических волн. Выделите характерные элементы, общие для обоих опытов, и основные различия в условиях их реализации.
2. Сформулируйте выводы (об интерференции как свойстве волн и как о физическом явлении; об алгоритме расчёта интерференционной картины для волн различной природы).

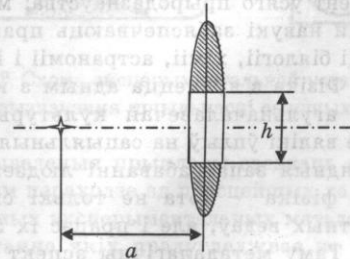
Фрагмент списка вопросов к зачёту по теме "Волновые свойства света"

1. Интерференция как физическое явление.
2. Понятие о когерентных источниках и когерентных волнах.
3. Условия наблюдения стационарной интерференции.
4. Распределение интенсивностей в области волнового поля при стационарной интерференции. Интерференционная картина. Парадокс интерференции.
5. Оптический путь: физический смысл понятия; правило вычисления оптического пути в среде.
6. Опыт Юнга по наблюдению интерференции волн: схема опыта; характерные элементы установки.
7. Алгоритм расчёта интерференционной картины по схеме опыта Юнга.
8. Условия образования интерференционного минимума и интерференционного максимума.
9. Координаты точек, соответствующих минимальной и максимальной интенсивности волн при интерференции.
10. Интерференционная полоса. Ширина интерференционной полосы.
11. Определение области интерференции волн в схемах с делением волн по фронту: бизеркала Френеля, бипризма Френеля, зеркало Ллойда, билинза Бийе*.
12. Алгоритм расчёта интерференционных картин в схемах с делением волн по фронту*.
13. Интерференция как общее свойство волн.

Примечание. Вопросы, отмеченные знаком *, предназначены учащимся, изучающим физику на повышенном уровне.

Условия задач для анализа и составления алгоритма их решения*

1. В опыте Юнга отверстия освещали монохроматическим светом с длиной волны 600 нм. При этом расстояние между отверстиями составляло 1 м, расстояние от отверстий до экрана — 3 м. Найдите расстояние от первых трёх максимумов до максимума нулевого порядка. (1,8 мм; 3,6 мм; 5,4 мм)
2. Во сколько раз в опыте Юнга нужно изменить расстояние до экрана, чтобы пятая светлая полоса новой интерференционной картины оказалась на том же расстоянии от нулевого максимума, что и третья полоса в прежней картине? ($L_2/L_1 = 3/5$)
3. В опыте Юнга расстояние между щелями равно 0,5 мм, длина волны излучения — 550 нм. Найдите расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними тёмными полосами в интерференционной картине составляет 1 мм. (91 см)
4. Во сколько раз в опыте Юнга изменится ширина интерференционной полосы на экране, если зелёный ($\lambda_1 = 500$ нм) светофильтр заменить красным ($\lambda_2 = 650$ нм)? (1,3)
- 5**. В опыте с зеркалами Френеля расстояние между мнимыми изображениями источника равно 0,5 мм, расстояние до экрана 5 м. В зелёном свете интерференционные полосы расположены на расстоянии 5 мм друг от друга. Найдите длину волны зелёного света. (500 нм)
- 6**. В опыте Ллойда в качестве отражающей поверхности используется поверхность стеклянной пластины, а источником света служит параллельная ей щель, середина которой находится на расстоянии 1 мм от продолжения отражающей поверхности. Экран расположен на расстоянии 4 м от щели, длина световой волны равна 700 нм. Найдите число интерференционных полос, укладывающихся на отрезке экрана длиной 4,2 мм. (4)
- 7**. Из тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см вырезана центральная часть.



ральная часть шириной $h = 0,5$ мм. Обе половинки линзы после этого сдвинуты до соприкосновения. На линзу падает монохроматический ($\lambda = 500$ нм) свет от точечного источника, расположенного на расстоянии $a = 5$ см от линзы. На каком расстоянии с противоположной стороны линзы нужно поместить экран, чтобы на нём можно было наблюдать только три интерференционные полосы? (15 см)

Примечание.

* В скобках после условий задач приведены ответы.

** Задача рекомендуется отдельным учащимся в классах с базовым уровнем изучения физики и всем учащимся в классах физико-математического направления.

Список использованной литературы

1. Годлевская, А. Н. Теория интерференции в классе с углублённым изучением физики / А. Н. Годлевская // Фізика: праблемы выкладання. — 1997. — Вып. 6. — С. 78—86.
2. Годлевская, А. Н. Теория интерференции в классе с углублённым изучением физики / А. Н. Годлевская // Фізика: праблемы выкладання. — 1998. — Вып. 1. — С. 81—93.
3. Жилко, В. В. Физика: учеб. пособие для 10-го кл. общеобразоват. шк. с рус. яз. обучения / В. В. Жилко, Л. А. Исаченкова, Л. Г. Маркович. — Минск : Нар. асвета, 2001. — 319 с.

(Окончание следует.)

