

**РАЗДЕЛ 5. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Демонстрационные эксперименты по поляризации света в курсе физики

к.ф-м.н., доц. Ю.А. Бражкин, д.ф-м.н., проф. С.Г. Каленков, доц. В.В. Нижегородов
МГТУ «МAMI»

При изложении курса физики в разделах о поляризации света на лекциях традиционными являются демонстрации закона Малюса и угла Брюстера [1]. В первом случае используются два поляризатора, и в эксперименте наблюдается зависимость интенсивности света от угла между оптическими осями поляризаторов. Во втором случае исследуется поляризация отраженного на границе двух сред света. В обоих случаях используется источник естественного света.

Явление поляризации имеет широкое практическое применение (поляризационные методы исследования механических напряжений, интерференционно-поляризационные фильтры, поляризационный микроскоп, поляризационный интерферометр, и т.д.).

Возможным примером использования закона Малюса может служить устранение ослепляющего действия фар встречного автотранспорта. Представим себе, что фары автомобиля покрыты поляризационной пленкой. Тогда свет, прошедший через фары, окажется поляризованным. Допустим далее, что направление колебаний вектора напряженности электрического поля световой волны $\vec{E}$, пропускаемых такими фарами, составляет угол 45° к горизонтальной плоскости и одинаково во всех машинах. Далее допустим, что смотровое стекло водителя также покрыто поляризующей пленкой. Свет от фар, имеющий такое же направление колебаний вектора $\vec{E}$, без ослабления пройдет через смотровое стекло водителя данной машины, тогда как свет от встречных машин будет перпендикулярен плоскости колебаний вектора $\vec{E}$ и водитель не будет его видеть.

Широкое применение получил в настоящее время оптический метод исследования напряжений на прозрачных моделях. Модель конструкции изготавливают из прозрачного изотропного вещества и нагружают силами. Таким образом моделируются напряжения в реальных конструкциях. Исследуемую модель помещают между скрещенными поляризатором и анализатором. Возникающие в модели деформации делают соответствующие участки анизотропными. Картину напряжений в исследуемом образце рассматривают через анализатор. Чередование светлых и темных полос на экране характеризует распределение внутренних механических напряжений в образце. Степень "пережатия" и ее допустимые значения определяют в каждом конкретном случае в зависимости от назначения конструкции. Таким образом, просвечивая модель поляризованным светом, можно определить деформации и напряжения в модели, а затем пересчитать их на проектируемую конструкцию [2].

Предлагается разнообразить демонстрации введением третьего поляризатора в эксперименте с иллюстрацией закона Малюса, а также использованием лазеров и светодиодов с узкой полосой излучения.

Так при изложении темы поляризации световых волн и, в частности, закона Малюса появление третьего поляризатора приводит к вроде бы неожиданным эффектам, а именно: введение третьего поляризатора между двумя скрещенными поляризаторами приводит к появлению светлого пятна на экране. Добавочный поляризатор действует как источник света.

Для студентов необычность явления заключается в том, что введение дополнительного пассивного элемента на пути света приводит к просветлению.

Объяснение происходящего с точки зрения волновой теории [3, 4] или квантовой теории [5] закрепляет понимание основ теории поляризации света. То есть поляризатор является не просто пассивным элементом, а устройством переизлучающим световые волны, то есть активным элементом. Интерференция падающей и переизлученной волны с соответствующим сдвигом фаз поясняет наблюдающиеся в эксперименте законы света.

В схеме демонстрационного опыта (рис. 1 а, б) между скрещенными поляризаторами

Π_1 и Π_2 помещается дополнительный поляризатор Π_3 , оптическая ось которого повернута относительно поляризатора Π_1 на угол θ .



Рис. 1 а.

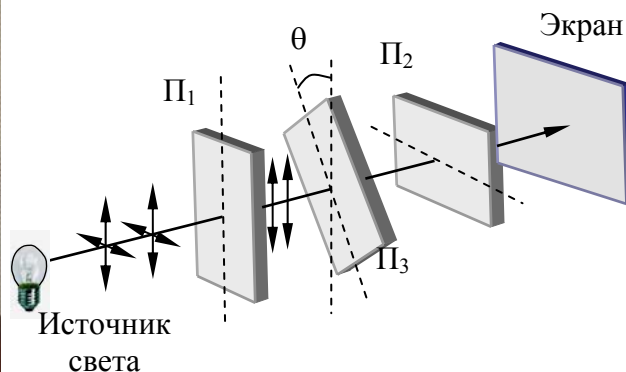


Рис. 1 б.

При идеальных поляризаторах интенсивность света, прошедшего поляризатор Π_1 $J_1 = \frac{1}{2} J_0$. После поляризатора Π_3 интенсивность $J_2 = \frac{1}{2} J_0 \cos^2 \theta$. Интенсивность света, прошедшего три поляризатора

$$J = J_2 \cdot \cos^2(90^\circ - \theta) = \frac{1}{8} \cdot J_0 \cdot \sin^2(2 \cdot \theta).$$

Для яркой демонстрации “просветления” луча от источника света на экране удобно выбирать угол $\theta = 45^\circ$.

Демонстрация становится более наглядной при использовании сверхъярких светодиодов [6] в качестве источников света.

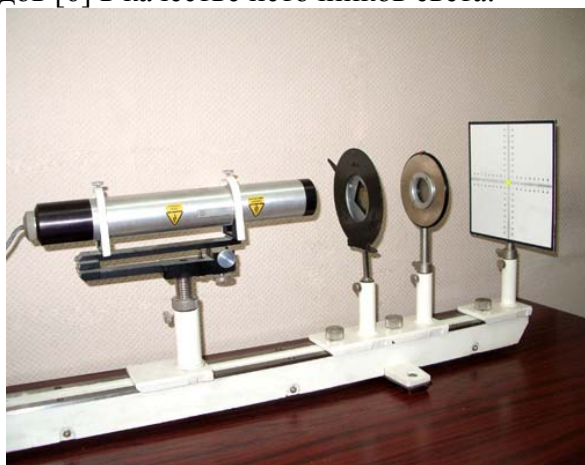


Рис. 2 а.

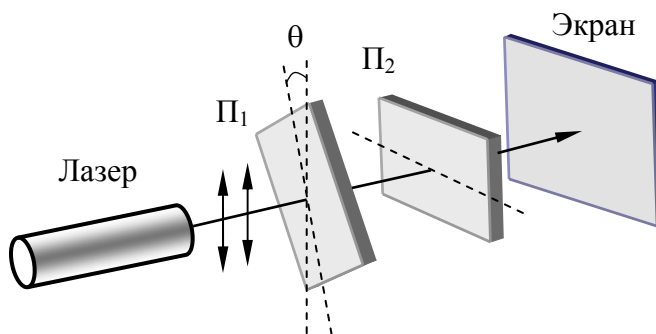


Рис. 2 б.

В случае, когда роль источника поляризованного света выполняет гелий-неоновый лазер, необходимо наличие только двух поляризаторов – рис. 2 а, б.

Демонстрация особенно эффектна, когда поляризатор Π_1 вносится между лазером и поляризатором Π_2 . Тогда на экране ярко “вспыхивает” красное пятно. Такая демонстрация хорошо видна и в освещённой аудитории.

Следует отметить, что внесение поляризатора Π_1 после поляризатора Π_2 не приводит к появлению света на экране.

В эксперименте с наблюдением поляризации света при отражении от стеклянной пластины с зачёрнённой нижней поверхностью использование гелий-неонового лазера и дополнительного поляризатора даёт возможность изучать угловую зависимость интенсивности отражённого света от угла θ (рис. 3 а, б). В начале эксперимента лазер устанавливается так,

чтобы угол падения луча на поверхность стеклянной пластины был равен углу Брюстера, а поляризация падающего света соответствовала отсутствию отражённого луча. При введении поляризатора, оптическая ось которого составляет угол $\theta = 45^\circ$ с плоскостью колебаний вектора $\vec{E}$ напряжённости электрического поля световой волны, на экране появляется красное пятно.



Рис. 3 а.

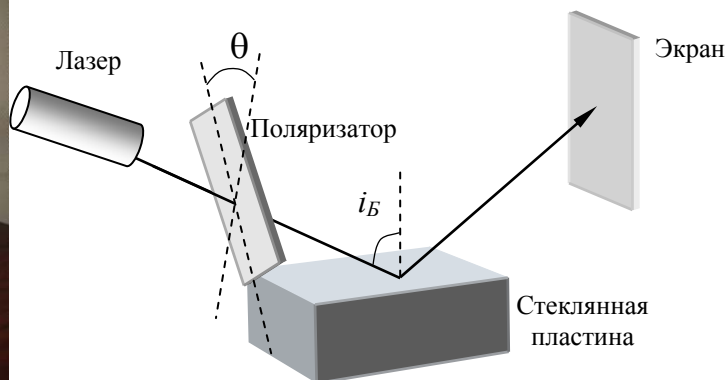


Рис. 3 б.

Выводы.

Объяснение поляризационных эффектов как с позиций волновой теории света, так и с позиций квантовой теории закрепляет понимание основ теории поляризации света. Применение современных источников света (таких как лазеры, сверхъяркие светодиоды) делает демонстрацию подобных эффектов яркой и убедительной. Показ на лекциях подобных эффектов способствует лучшему усвоению курса физики.

Литература.

1. Грабовский М.А., Млодзеевский А.Б., Телеснин Р.В., Шаскольская М.П., Яковлев И.А. Лекционные демонстрации по физике. - М.: Наука, 1965, 572с.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учебник. - М.: МГТУ им. Э.Баумана, 1999. - 592 с.
3. Крауфорд Ф. Волны. - М.: Наука, 1976, 396 с.
4. Орир Дж. Физика. Т.2. - М.: Мир, 1981, 288 с.
5. Портис А. Физическая лаборатория. - М.: Наука, 1978, 318 с.
6. Бражкин Ю.А., Нижегородов В.В. Применение светодиодов в лабораторном практикуме при изучении фотоэффекта. Труды VIII Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». - М.: МФО, 2004, С.78–79.

О роли самостоятельной работы студентов при освоении общетехнических дисциплин

к.т.н., проф. Маринкин А.П., к.т.н., доц. Милов В.А., к.т.н., проф. Михайлин А.А.
МГТУ «МАМИ»

В настоящее время весьма актуален вопрос о переходе на многоуровневую систему образования. Очевидно, что при обучении в бакалавриате, прежде всего необходимо подготовить технически грамотного специалиста без глубокой специализации по данному направлению подготовки. Так как более узкую специализацию студент будет получать на втором уровне высшего образования – в магистратуре.

Для успешного освоения второго уровня высшего образования или для работы по окончании первого уровня выпускник должен обладать широким спектром знаний и, в первую очередь, универсальными знаниями, необходимыми для работы в любой области, связанной с современными техническими устройствами. Поэтому в нашем университете при подготовке специалистов по специальностям и направлениям обучения возрастает роль об-