

ра. (Попробуйте провести опыт с целлофановой или лавсановой пленкой – вы получите интересный результат!)

### Опыт 2. Поляризация света при прохождении через узкий зазор

Пожалуй, это самый простой опыт, позволяющий убедиться в поперечности световой волны. Поляризатором в опыте служит обычный микрометр – измерительный прибор, который есть в каждой механической мастерской. (При некотором навыке микрометр вполне может быть заменен на более грубое устройство – штангенциркуль.) Подвижной шпindel микрометра представляет собой винт с шагом резьбы 0,5 мм. Полный оборот измерительного барабана микрометра – 50 делений, что соответствует перемещению винта на 500 мкм при цене деления 10 мкм.

Опыт состоит в наблюдении яркого источника света через узкий зазор между контактными поверхностями (щечками) микрометра, который нужно установить равным 15–20 мкм. Чтобы было удобнее проводить наблюдения, желательно убрать лишний свет: перед источником света можно поставить широкий темный экран с небольшим отверстием для вывода пучка и выключить в комнате посторонние источники света.

Возьмите в одну руку микрометр, а в другую поляриоид и наблюдайте узенькую полоску света, прошедшего через зазор микрометра (рис.5). Вы обнаружите, что этот свет поляризован, причем плоскость поляризации параллельна щели, как бы вы не крутили микрометр вокруг направления распространения света.

Как объяснить эффект возникновения поляризации у прошедшего через зазор (глубокую щель) света? Считается, что в отличие от диэлектрика ме-

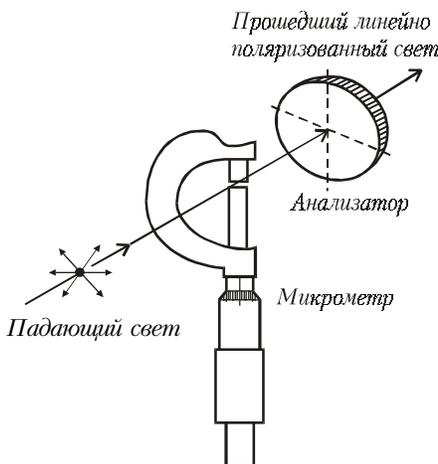


Рис. 5. Поляризация света с помощью микрометра

талл плохо поляризует падающий свет: луч с любой поляризацией хорошо отражается от металлической гладкой поверхности. Заметим однако, что и для металлов и для диэлектриков волны с  $s$ -поляризацией всегда лучше отражаются от поверхности, чем волны с  $p$ -поляризацией (см. рис.4), в том числе и при скользящих углах падения. Таким образом, появление поляризации в прошедшем через зазор пучке света с ориентацией вектора  $\vec{E}$  вдоль зазора можно объяснить разными потерями при многократных отражениях волн с  $s$  и  $p$ -поляризацией. (Подумайте, какую роль играет дифракция света в этом опыте.)

Поразительно, что этот достаточно тонкий оптический эффект наблюдался впервые и был подробно изучен еще в 1861 году французским оптиком-экспериментатором Арманом Физо. Он наблюдал, как проходит свет через очень узкий зазор между двумя полированными и посеребренными параллельными стеклянными пластинками и как зависит поляризация прошедшего света от величины зазора. Практически мы повторили часть опытов Физо, но ему удалось увидеть гораздо больше. Уменьшив зазор (и контролируя его размер) до величины порядка длины световой волны, Физо обнаружил, что такие предельно малые зазоры также способны поляризовать естественный свет, однако направление электрического вектора в этом случае оказывается перпендикулярным щели. Заметим, не вдаваясь в подробности, что сейчас на этом принципе работают поляризаторы инфракрасного излучения, представляющие собой систему близких проводящих параллельных тонких проводочков или металлических полосок.

Часть опытов Физо можно сравнительно легко повторить и даже получить количественную информацию, если воспользоваться лазером – интенсивным источником линейно поляризованного света. Подойдет простейший демонстрационный гелий-неоновый лазер ( $\lambda = 633$  нм) или модная в последнее время миниатюрная лазерная указка, излучающая линейно поляризованный красный свет мощностью около 1 мВт с диаметром пучка приблизительно 1 мм. Интенсивность милливаттного лазерного луча оказывается достаточной, чтобы вызвать фототок детектора, расположенного вблизи щечек микрометра, порядка 1 мкА при зазоре между щечками в 10 мкм.

Замените металл на «черный» диэлектрик с гладкими границами в зазоре микрометра – для этой цели удобно

воспользоваться кусочками засвеченной фотопленки, приклеив их к щечкам микрометра гладкой стороной наружу. Убедитесь, что при малом зазоре между пленками, равном 15–20 мкм, такое устройство тоже поляризует свет, почти как металлическая щель, хотя и с меньшим коэффициентом пропускания. Если увеличить зазор микрометра в 2–3 раза, эффект поляризации становится еле заметным или пропадает совсем. Для зазоров, меньших 10 мкм, интенсивность прошедшего света столь мала, что это затрудняет визуальные наблюдения.

### Опыт 3. Растянутая полиэтиленовая пленка между скрещенными поляроидами

Для опыта возьмите полиэтиленовую пленку толщиной около 100 мкм – из такой пленки обычно делают большие упаковочные мешки или покрытия парников. Пленка эта прозрачная, гладкая, мягкая на ощупь (по сравнению с лавсаном или целлофаном) и не такая упругая. В скрещенных поляроидах полиэтиленовая пленка при определенных ориентациях выглядит темной, хотя в поле зрения заметны светлые полосы, свидетельствующие о некоторой неоднородности пленки, связанной с технологией ее изготовления. Наблюдается также и небольшое двойное лучепреломление – видимо, из-за некоторой преимущественной ориентации линейных полимерных цепей полиэтилена.

Растяните пальцами небольшой участок пленки и поместите ее опять между поляроидами. Вас ожидает маленькое открытие: растянутый участок пленки будет окрашен яркими интерференционными цветами в виде полос, чем-то напоминающих цветное крыло бабочки. Посмотрите, как изменяется картина «бабочки» при вращении поляроидов. Наблюдаемое явление лежит в основе чувствительного метода обнаружения двойного лучепреломления вещества. Этот метод был открыт Араго в 1811 году и получил название хроматической поляризации.

А теперь нагрейте растянутый участок полиэтиленовой пленки над газовой конфоркой до размягчения пленки (но не до плавления!) – при наблюдении через поляриоиды цветные полосы пропадут!

### Опыт 4. Наблюдение пластмассовых тел через поляриоид

Этот опыт предлагается для самых ленивых экспериментаторов. Вам потребуется только один поляриоид – роль