

Хроматическая поляризация



Задача этого эксперимента - поместить прозрачную пленку в пространство между двумя скрещенными поляризационными фильтрами и исследовать явления, которые происходят при вращении пленки или одного из фильтров.

Физика

Свет и оптика

Волновые свойства света



Уровень сложности

легко



Размер группы

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

PHYWE
excellence in science

Информация для учителей

Описание

PHYWE
excellence in science

Хроматическая поляризация

Хроматическая поляризация - это термин, который используется для описания явлений окрашивания интерференционной картины, формирующейся в результате последовательного прохождения белого света через поляризатор, двупреломляющую прозрачную среду и анализатор. Эти явления впервые были обнаружены в 1811 году французским физиком Араго.

Возможное применение - освещение в театрах и на дискотеках, а также создание впечатляющих цветовых эффектов в кино и на телевидении.

Дополнительная информация для учителей (1/5)

PHYWE
excellence in science

Предварительные знания



Студенты должны были предварительно изучить основы волновых свойств света. Они также должны знать термины "интерференция" и "поляризация" и понимать, как работает поляризатор.

Принцип



Прозрачная пленка разделяет свет на две части, поляризованные перпендикулярно друг другу. В результате, в зависимости от положения анализатора, определенные цвета гаснут, а когда анализатор находится в заданном положении, на экране появляется смешанный цвет, дополняющий погашенный цвет. Возникающие цвета зависят от толщины прозрачной пленки, а их интенсивность - от угла между направлением растяжения пленки и направлением поляризации анализатора.

Дополнительная информация для учителей (2/5)

PHYWE
excellence in science

Цель



Учащиеся должны понимать взаимосвязь между цветом и интенсивностью цветовых явлений, а также углом поворота поляризационных фильтров по отношению друг к другу. Кроме того, цель эксперимента состоит в том, чтобы определить, что два компонента, на которые разбивается падающий естественный свет, поляризованы перпендикулярно друг другу и имеют симметричные взаимодополняющие цвета.

Задачи



Задача этого эксперимента - поместить прозрачную пленку в пространство между двумя скрещенными поляризационными фильтрами и исследовать явления, которые происходят при вращении пленки или одного из фильтров.

Дополнительная информация для учителей (3/5)

PHYWE
excellence in science

Примечания по подготовке и выполнению работы

Учитель должен подготовить прозрачные пленки до начала эксперимента; не каждая пленка является оптически анизотропной.

Желательно, чтобы учащиеся для быстрого проведения экспериментов заранее сделали заготовки из полосок полиэтиленовой пленки. После тщательного изготовления набор заготовок может надолго дополнить коллекцию оборудования.

Дополнительная информация для учителей (4/5)

PHYWE
excellence in science

Дополнительная информация

Большинство обычных пластиковых пленок испытывают постоянные внутренние напряжения из-за растяжения или прокатки в процессе производства, что вызывает их оптическую анизотропию. Таким образом, скорость света в таких пленках зависит от направления, то есть луч света, попадающий на границу раздела, разделяется на две части - обыкновенный и необыкновенный лучи.

Если эти пленки поместить между двумя поляризационными фильтрами, то в поле зрения за анализатором появляются цвета, причем цвета и их интенсивность зависят от угла поворота поляризационных фильтров относительно друг друга, а также от положения направления растяжения пленок и толщины их слоя.

Дополнительная информация для учителей (5/5)

PHYWE
excellence in science

Примечания

Перед нарезкой полос прозрачной пленки необходимо определить направление растяжения предполагаемой пленки. Обычно, в этом нет необходимости, поскольку прямоугольные пленки поставляются таким образом, что одна из их сторон проходит параллельно направлению растяжения.

Анизотропия полосок пленки приводит к тому, что свет, падающий от поляризатора, разделяется на две части, поляризованные перпендикулярно друг другу и имеющие одинаковую интенсивность при $\delta = 45^\circ$. Поскольку эти компоненты проходят через пленку с разными скоростями, они имеют разность хода Δ по отношению друг к другу.

Если компоненты интерферируют, то при условии одинаковой интенсивности, т.е. $\delta = 45^\circ$ возникает цвет, для которого применяется $\Delta = (2k + 1) \cdot \lambda/2$; пленка отображается в дополнительных смешанных цветах.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE
excellence in science

Для этого эксперимента применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

PHYWE
excellence in science

Информация для учеников

Мотивация

PHYWE
excellence in science

Все, наверное, видели разноцветные отражения на дискотеках, в театрах или кинотеатрах. Часто в основе этого явления лежит явление хроматической поляризации. Если поместить в поляризационное устройство двулучепреломляющий материал, например прозрачную пленку, то можно увидеть яркие цвета (цветные отражения) между поляризатором и анализатором.



Дискотека

Задание

PHYWE
excellence in science

Экспериментальная установка

Как можно создать интересные цветные эффекты с помощью прозрачной пленки?

Поместите прозрачную пленку в пространство между двумя скрещенными поляризационными фильтрами и изучите явления, происходящие при вращении пленки или одного из фильтров.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Осветитель, галоген, 12В/20 Вт	09801-00	1
2	Нижняя часть светового ящика, со стержнем	09802-20	1
3	Оптическая скамья для лабораторных экспериментов, L = 600 мм	08376-00	1
4	Линза на скользящей опоре, f=+50 мм	09820-01	1
5	Линза на скользящей опоре, f=+100 мм	09820-02	1
6	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	2
7	Экран, белый, 150x150 мм	09826-00	1
8	Скользкая опора для оптической скамьи	09822-00	1
9	Держатель пластин для 3 объектов	09830-00	1
10	Поляризующий фильтр, 50 x 50 мм	08613-00	2
11	Держатель для диафрагм	11604-09	2
12	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1

Дополнительные материалы

PHYWE
excellence in science

Позиция	Материал	Количество
1	Клейкая лента	
2	Ножницы	1
3	Прозрачные пленки различных типов	

Подготовка (1/4)

PHYWE
excellence in science

- Соберите оптическую скамью из двух штативных стержней и регулируемых частей основания и установите шкалу.



Подготовка (2/4)

PHYWE
excellence in science

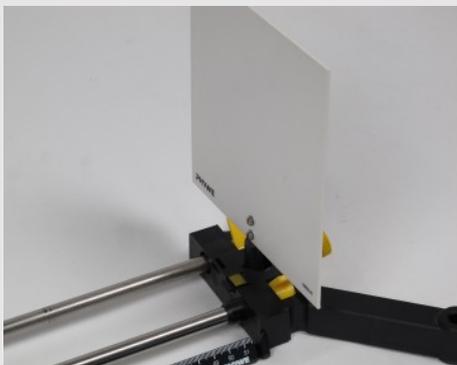
- Соберите осветитель как показано на рисунках.
- Закрепите осветитель в левой части основания штатива так, чтобы сторона объектива была обращена в сторону от оптической скамьи.
- Установите непрозрачный экран в прорезь перед линзой осветителя.



Подготовка (3/4)

PHYWE
excellence in science

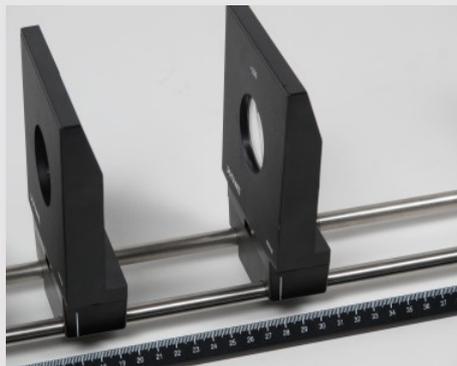
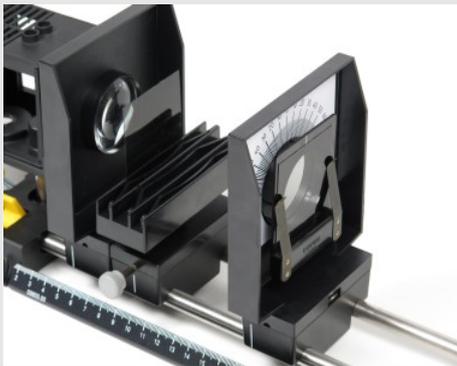
- Закрепите на оптической скамье экран в правой части основания штатива и установите линзу с $f = +50$ мм непосредственно рядом со осветителем.
- Поместите держатель пластины с поляризационным фильтром (поляризатором) на скользящую опору на расстоянии 8 см.



Подготовка (4/4)

PHYWE
excellence in science

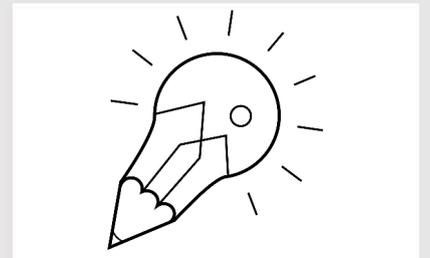
- Вставьте второй поляризационный фильтр (анализатор) в держатель диафрагмы, установите его на скользящую опору так, чтобы линия метки находилась над нулевой точкой шкалы.
- Установите рамку со шкалой на расстоянии около 17 см, а линзу с $f = +100$ мм - на расстоянии 28 см.



Выполнение работы (1/3)

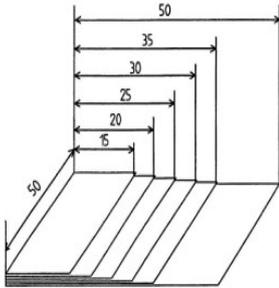
PHYWE
excellence in science

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания.
- Если поляризационные фильтры не пересекаются, вставьте поляризатор в держатель пластины, повернув его на 90° . Поместите прямоугольную полоску прозрачной пленки на расстоянии 12 см на пути луча и поверните ее вокруг оптической оси; затем держите полоску так, чтобы она образовывала угол 45° с направлениями поляризации фильтров; и, наконец, растяните полоску один раз - если пленка достаточно мягкая.
- Удерживая смятую упаковочную пленку вместо полоски между поляризатором и анализатором, поверните анализатор влево и вправо. Во время этих перемещений смотрите на экран и записывайте наблюдения.



Выполнение работы (2/3)

PHYWE
excellence in science

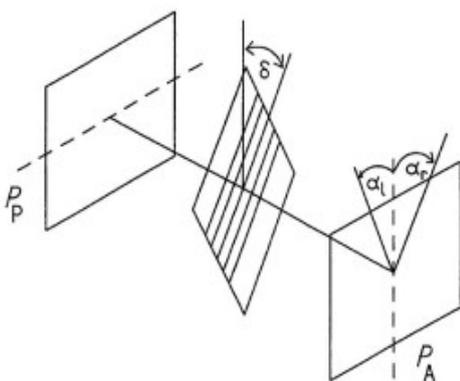


Эскиз заготовок из прозрачных пленок

- Для более детального изучения наблюдаемых явлений вставьте образец полоски прозрачной пленки во второй держатель диафрагмы, закрепите его на на рамку со шкалой, поверните метку на держателе диафрагмы на 45° и поместите держатель диафрагмы примерно на расстояние 11 см.
- Перемещая образец или линзу с $f = +100$ мм, можно получить четкое изображение полос на экране. Опишите изображение образца.
- **Примечание:** На рисунке слева показан пример того, как куски подходящей пленки можно вырезать по размеру и сложить друг на друга, а затем их края заклеить полосками скотча, и таким образом, зафиксировать от соскальзывания.

Выполнение работы (3/3)

PHYWE
excellence in science



Эскиз положения поляризатора

- Поверните образец на 45° влево и вправо, глядя на экран и записывая наблюдения. Запишите цвет, расположение и интенсивность.
- Установите образец в исходное положение $\delta = 45^\circ$, как показано на рисунке, и поверните анализатор влево (α_l) и вправо (α_r); при этом наблюдайте за экраном; обращайте внимание на цвета, их последовательность и интенсивность, а также на углы поворота анализатора. Запишите наблюдения.
- Выключите источник питания.



Протокол

Задание 1

Как можно создать интересные цветовые эффекты с помощью прозрачной пленки?
Заполните пробелы в тексте!

С прозрачной пленкой можно создавать интересные цветовые _____,
если ее поместить между _____ и анализатором и
_____ друг на друга или _____, или если Вы держите
сложенную или смятую пленку между ними и поворачиваете _____.

Задание 2

PHYWE
excellence in science

Объяснение наблюдаемых явлений основано на том, что некоторые вещества вызывают хроматическую поляризацию проходящего через них света. Обобщите результаты эксперимента.

Прозрачная пленка разделяет свет на две части, перпендикулярно друг другу. В результате, в зависимости от положения , определенные цвета гаснут, а когда анализатор находится в заданном положении, на экране появляется смешанный цвет, дополняющий погашенный цвет.

Возникающие цвета зависят от прозрачной пленки, а их интенсивность - от между направлением пленки и анализатора.

 Проверьте

Задание 3

PHYWE
excellence in science

Назовите способы, с помощью которых возникающие во время эксперимента цветовые явления, можно было бы применить на практике.

 Отклонение световых лучей в бинокле Освещение в театрах и кинотеатрах Цветовые эффекты в кино Разноцветные сказочные огни Проверьте

Изображение театрального зала

Слайд	Оценка/Всего
Слайд 22: Создание цветовых эффектов	0/5
Слайд 23: Объяснение феномена света	0/6
Слайд 24: Применение хроматической поляризации	0/2

Всего  0/13

 Решения

 Повторите