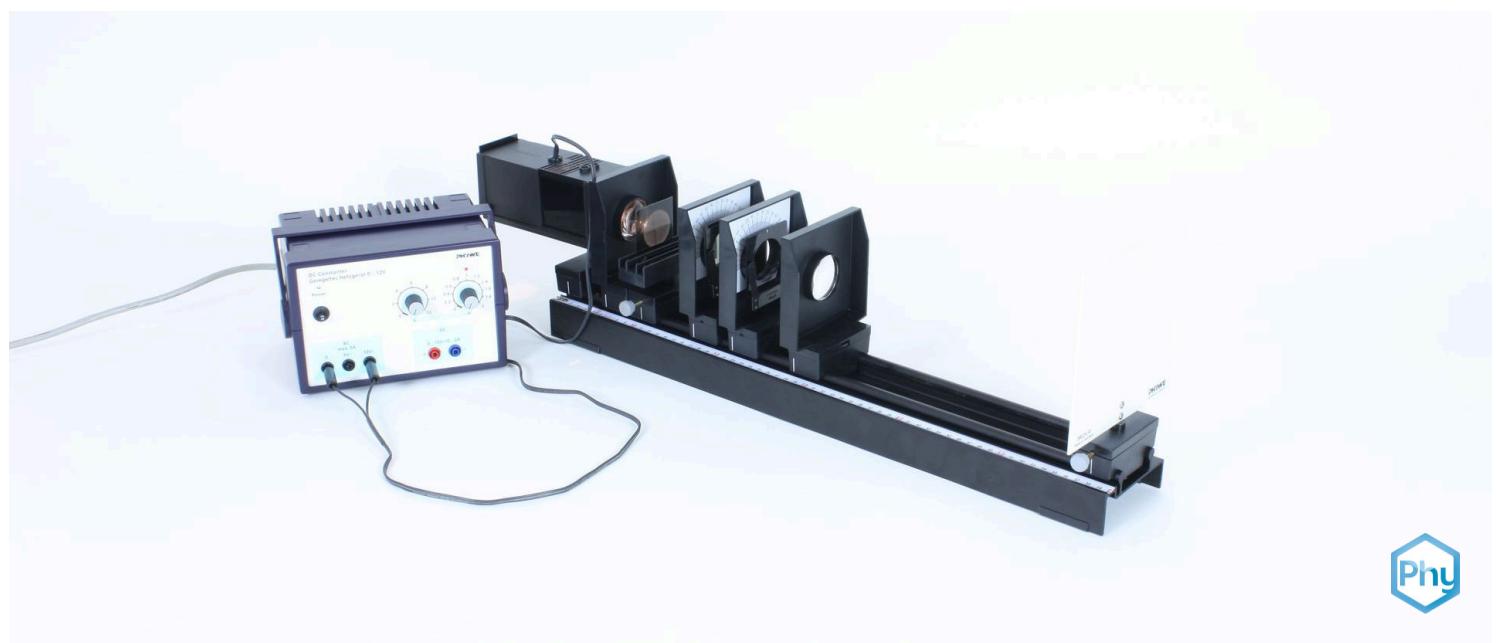


Хроматическая поляризация



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



Кол-во учеников



Время подготовки



Время выполнения

лёгкий

1

10 Минут

10 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/618d7a3ef20c94000387a63c>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE

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)

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)

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)

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)

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 - обычновенный 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)

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.

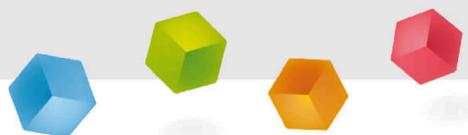
Если компоненты интерферируют, то при условии одинаковой интенсивности, т.е. $\delta = 45^\circ$ возникает цвет, для которого применяется $\Delta = (2k + 1) - \lambda/2$ пленка отображается в дополнительных смешанных цветах.

Инструкции по технике безопасности

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

Информация для учеников

PHYWE



Информация для учеников

Мотивация

PHYWE

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

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	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	Скользящая 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

Оборудование

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

Дополнительные материалы

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

Подготовка (1/4)

PHYWE

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



Подготовка (2/4)

PHYWE

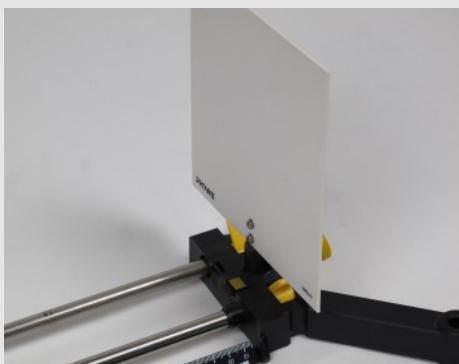
- Соберите осветитель как показано на рисунках.
- Закрепите осветитель в левой части основания штатива так, чтобы сторона объектива была обращена в сторону от оптической скамьи.
- Установите непрозрачный экран в прорезь перед линзой осветителя.



Подготовка (3/4)

PHYWE

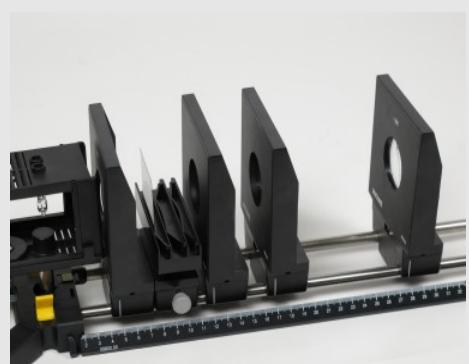
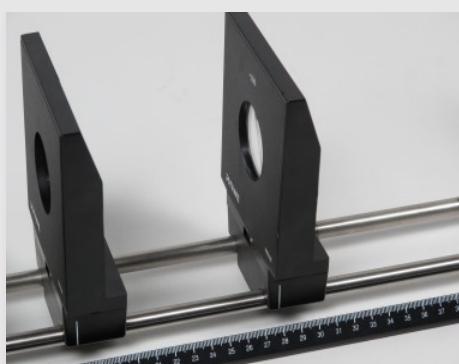
- Закрепите на оптической скамье экран в правой части основания штатива и установите линзу с $f = +50 \text{ мм}$ непосредственно рядом со осветителем.
- Поместите держатель пластины с поляризационным фильтром (поляризатором) на скользящую опору на расстоянии 8 см.



Подготовка (4/4)

PHYWE

- 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 $f = +100 \text{ мм}$ - на расстоянии 28 см.

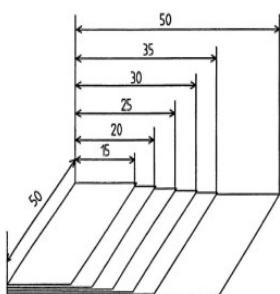


Выполнение работы (1/3)

- 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.



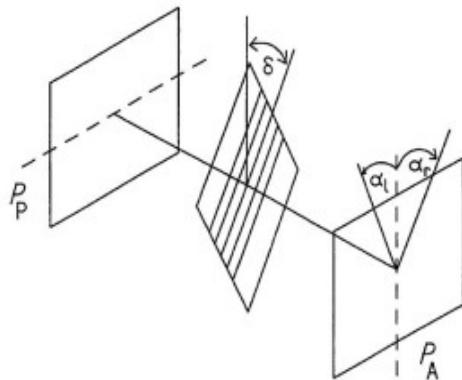
Выполнение работы (2/3)



Эскиз заготовок из прозрачных пленок

- Для более детального изучения наблюдаемых явлений вставьте образец полоски прозрачной пленки во второй держатель диафрагмы, закрепите его 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)



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

PHYWE

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

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

эффекты

смять

положить

поляризатором

анализатор

Проверьте

Задание 2

PHYWE

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, [redacted] перпендикулярно друг другу. В результате, в зависимости от положения [redacted], определенные цвета гаснут, а когда анализатор находится в заданном положении, на экране появляется смешанный цвет, дополняющий погашенный цвет.

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

Проверьте

Задание 3

PHYWE

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

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

Проверьте



Изображение театрального зала