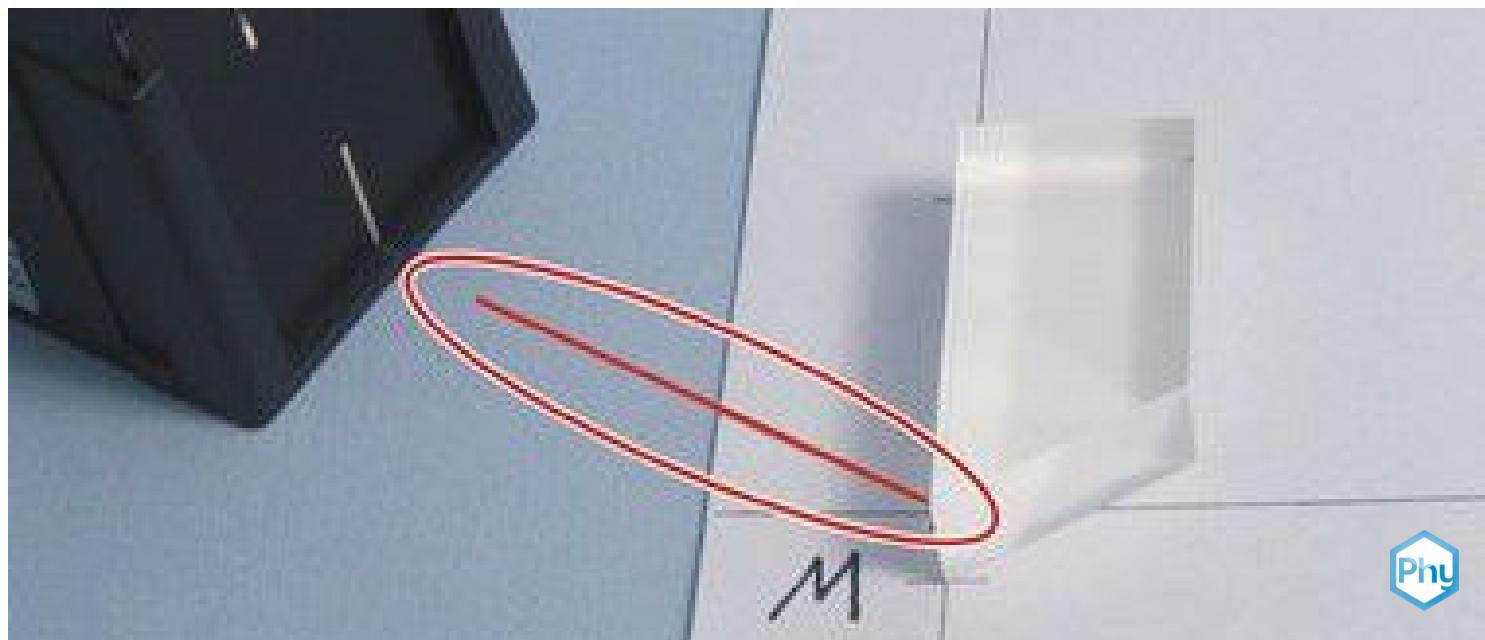


# Дополнительные цвета



В центре внимания исследования лежит наблюдение за смешанными цветами, которые возникают, когда спектральные цвета исчезают из спектра.

Физика

Свет и оптика

Свет и цвет



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

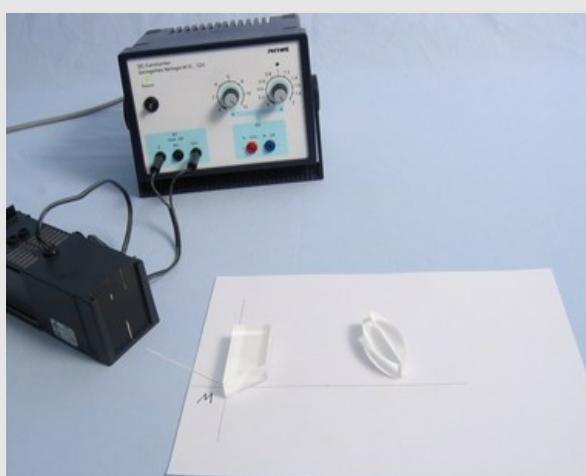


<http://localhost:1337/c/5f9c3559c777a80003306d6c>

**PHYWE**

## Информация для учителей

### Описание

**PHYWE**

Дополнительные цвета

Термин "дополнительные цвета" происходит из теории цветов. В случае аддитивного и субтрактивного смешения цветов два цвета считаются взаимодополняющими, если их смешение дает белый или черный цвет.

Дополнительные цвета часто используются в повседневной жизни, например, при добавлении синих веществ в моющие средства для уменьшения желтого оттенка или в хирургической одежде зеленого цвета, которая дополняет красную кровь, чтобы избежать остаточных послеоперационных изображений.

## Дополнительная информация для учителей (1/6)

### предварительные знания



### Принцип



Учащимся должны быть известны зависящие от длины волны преломление (дисперсия) на призме и траектория и оптический путь луча собирающей линзы.

Дополнительные цвета всегда накладываются друг на друга, образуя белый цвет. Если в спектре отсутствует один цвет, то наложение оставшегося спектра приведет к тому, что вместо белого цвета будет другой цвет.

## Дополнительная информация для учителей (2/6)

### Цель



В этом эксперименте ученики сначала повторяют свои знания о рассеивании света на призме и сочетании спектральных цветов с помощью собирающей линзы. Затем они узнают, что дополнительный цвет и скрытый спектральный цвет вместе снова дают белый цвет. В качестве вспомогательного средства для запоминания дополнительных цветов приводится простая схема, которая в достаточной мере соответствует наблюдаемым явлениям.

### Задачи



Основное внимание в исследовании уделяется наблюдению смешанных цветов, которые возникают, когда спектральные цвета исчезают из спектра.

## Дополнительная информация для учителей (3/6)

### Дополнительная информация

Полный цветовой круг Ньютона и открытия Гельмгольца по систематике дополнительных цветов здесь обсуждаются.

Этот эксперимент также можно рассматривать как еще одну основу для понимания аддитивного и субтрактивного смешения цветов.

Один из способов охарактеризовать цветовой круг с помощью всего лишь 6 цветов - общий для всех экспериментов по смешению аддитивных и субтрактивных цветов. Здесь используются красный, зеленый, синий, желтый, голубой и фиолетовый цвета.

Дополнительные цвета, наблюдаемые в этом эксперименте, всегда представляют собой смешанные цвета из-за способа их возникновения. Однако Гельмгольц показал, что всегда есть спектральный цвет (за исключением фиолетового), который имеет один и тот же оттенок.

## Дополнительная информация для учителей (4/6)

### Инструкция по подготовке и выполнению работы 1

Для этого эксперимента требуется узкий луч света, который попадает на призму. После прохождения света через комбинацию призмы и линзы создается четкая точка сбора (точка изображения), в которой цвета воссоединяются, образуя белый цвет.

Вспомогательная линия используется для настройки, чтобы добиться воспроизводимых и безошибочных настроек эксперимента.

При такой настройке спектр особенно широк. Однако следует позаботиться о том, чтобы фиолетовый компонент также полностью выходил из призмы.

Собирающаяся линза должна быть расположена на расстоянии примерно 10 см от вертикальной линии, так что спектр достаточно расширен, чтобы скрыть спектральные цвета.

## Дополнительная информация для учителей (5/6)



### Инструкция по подготовке и выполнению работы 2

Кроме того, необходимо обеспечить, чтобы луч света проходил через линзу по центру и симметрично оптической оси, чтобы избежать цветовых ошибок, вызванных изображением.

Наблюдение за точкой сбора является субъективным, а цветовое впечатление зависит от хорошей настройки и исчезновения спектрального цвета. По этой причине бумажная полоса сначала медленно и непрерывно проталкивается по спектру и наблюдается изменение цветового оттиска. Затем специально затемняются три дополняющие друг друга цвета, цвета которых явно различаются.

## Дополнительная информация для учителей (6/6)



### Замечание по результатам

Исчезновение определенного цвета требует большой осторожности, а субъективная оценка цвета в точке сбора может варьироваться. Тем не менее, ученики должны обычно называть один из двух цветов, приведенных в таблице справа.

Согласно цветовому кругу Ньютона, в этом списке отсутствует пурпурный цвет. Это не спектральный цвет, он возникает из смеси красного и фиолетового и, таким образом, замыкает круг спектральных цветов, в котором в общей сложности расположены 12 цветов.

Спектральный цвет	Дополнительный цвет
Красный	Зелено-синий
Оранжевый	Бледносиний
Золотисто-желтый	Синий
Желтый	Ультрамарин синий
Зелено-желтый	Фиолетовый
Зеленый	Пурпурный
Зелено-синий	Красный
Бледносиний	Оранжевый
Синий	Золотисто-желтый
Ультрамарин синий	Желтый
Фиолетовый	Зелено-желтый
(Пурпурный)	Зеленый

## Инструкции по технике безопасности



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

**PHYWE**



## Информация для студентов

## Мотивация

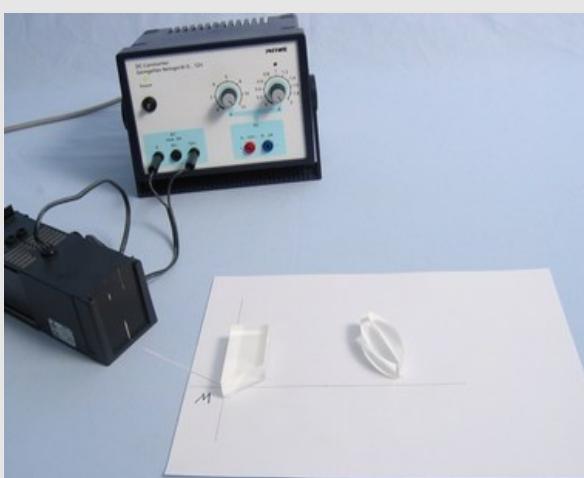
PHYWE

Дополнительные цвета часто используются в повседневной жизни, например, при добавлении синих веществ в моющие средства для уменьшения желтого оттенка или зеленого цвета хирургической одежды, который дополняет цвет крови для уменьшения послеоперационных остаточных изображений.



## Задача

PHYWE



Экспериментальная установка

### Что такое дополнительные цвета?

- Удалите отдельные спектральные цвета из спектра белого света и исследуйте, какой смешанный цвет получается.

## Материал

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Осветитель, галоген, 12В/20 Вт	09801-00	1
2	Трапециевидный блок	09810-02	1
3	Блок в виде плосковыпуклой линзы, f=+100мм	09810-04	2
4	PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А	13506-93	1

## Дополнительные

PHYWE

Позиция	Материал	Количество
1	Линейка (ок. 30 см)	1
2	Белый лист бумаги (A4)	1
3	Транспортир	1

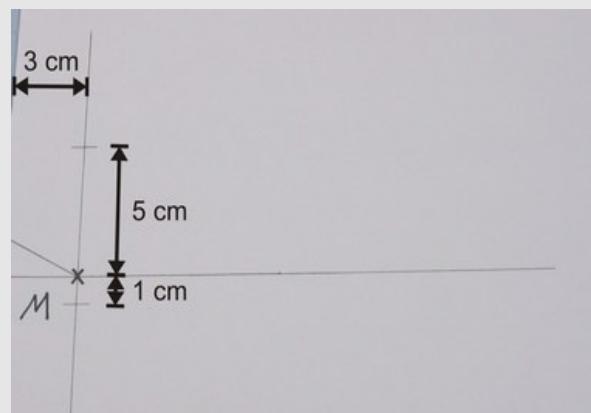
## Подготовка (1/2)

PHYWE

### Внимание!

Убедитесь, что осветитель и корпус модели не меняют своего положения, когда Вы затемняете отдельные цвета из спектра полоской бумаги.

- Положите на стол лист бумаги. Нарисуйте в левом нижнем углу две пересекающие под прямым углом линии, и обозначьте точку пересечения - т.  $M$ .
- Поставьте метки на 1 см ниже и на 5 см выше т.  $M$ .
- В точке пересечения  $M$  отложите угол  $28^\circ$  и проведите вспомогательную линию.

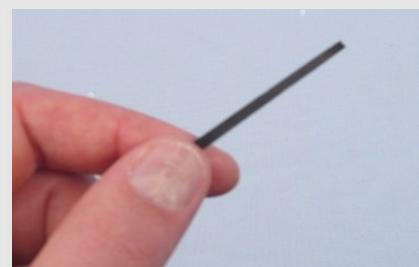
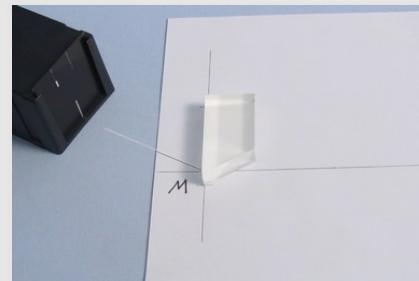


Подготовительная работа

## Подготовка (2/2)

PHYWE

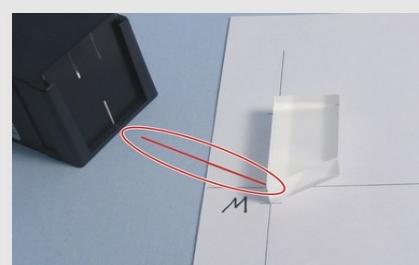
- Поместите на вертикальной линии между двумя отметками трапециевидный блок.
- Вставьте одиночную щелевую диафрагму со стороны объектива в осветитель и поместите его на край листа, как показано на рисунке.
- Отрежьте небольшую полоску бумаги шириной около 1 мм.



## Выполнение работы (1/3)

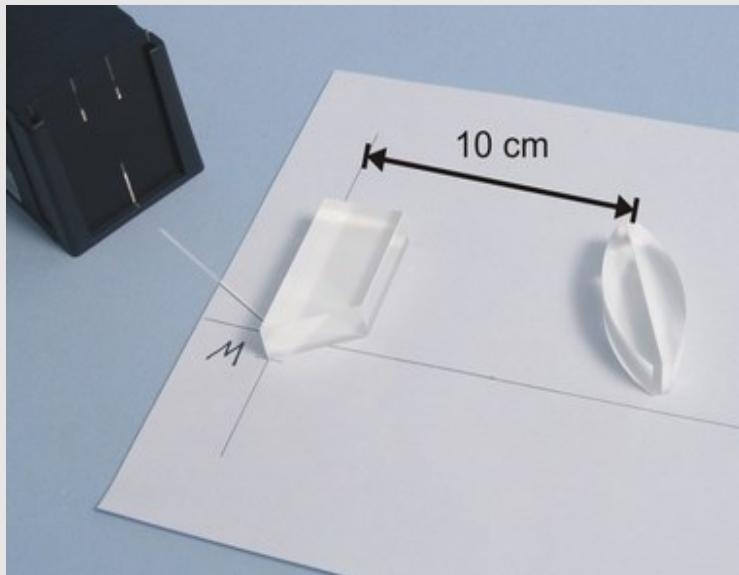
PHYWE

- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~).
- Пусть луч света попадет в призму точно по направляющей линии.
- Наблюдайте за преломленным лучом света, который касается призмы.
- Положение осветителя считается правильным, если преломленный луч света выглядит полностью окрашенным, и видна также фиолетовая часть.



## Выполнение работы (2/3)

PHYWE

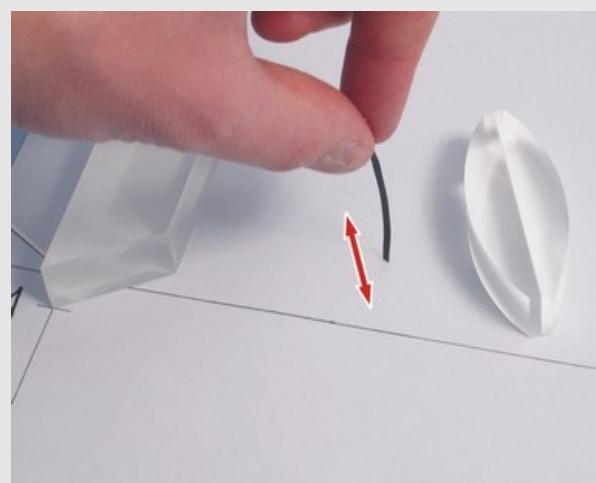


- Поместите две выпуклые линзы, расположенные рядом друг с другом, в цветной световой луч.
- Расстояние между этой комбинацией линз и вертикальной линией должно быть примерно 10 см. Убедитесь, что луч света проходит через центр линз, насколько это возможно.
- Опишите направление светового луча и цвета, которые следует наблюдать после прохождения через линзы.

## Выполнение работы (3/3)

PHYWE

- Протолкните узкую бумажную полоску перед линзами через цветной световой луч, чтобы отдельные цвета затенялись один за другим. Начните с красного края светового луча и **медленно** двигайте полоску к фиолетовому краю.
- Обратите внимание на самую узкую точку луча света (точку сбора) за комбинацией линз и запишите изменение.
- Теперь выборочно затеняйте красный, зеленый и синий цвета и запишите цвет точки сбора.
- Выключите источник питания и снимите линзы и трапециевидный блок с бумаги.



Перемещение полоски бумаги

**PHYWE**

## Протокол

### Задача 1

10° **PHYWE**

Объясните наблюдаемый цвет светового луча в фокусе комбинации линз, если ни один цвет не затеняется

У каждого цвета есть своя фокусная точка, поэтому наложения цветов нет

В точке сбора комбинации линз все цвета спектра накладываются друг на друга и в результате получается белый цвет.

В точке сбора комбинации линз все цвета спектра накладываются друг на друга, в результате чего получается красный цвет.

**Задача 2**

PHYWE

Как изменится цвет точки сбора, если цвет в спектре затеняется?

Заполните пробелы в тексте!

Если в спектре отсутствует цвет, наложение [ ]  
больше не приводит к [ ] цвету, а дает другой цвет.  
Если затененный (скрытый) цвет меняется с [ ] на  
фиолетовый, то цвет [ ] также изменяется в порядке  
спектрального цвета, но начиная с зелено-синего.

точки сбора

белому

красного

оставшегося спектра

 Проверить
**Задача 3**

PHYWE

Скрытый спектральный цвет и цвет, видимый в точке сбора, называются дополнительными цветами. Какой цвет получается при наложении двух дополнительных цветов.

Дополнительные цвета всегда накладываются друг на друга, образуя белый цвет.

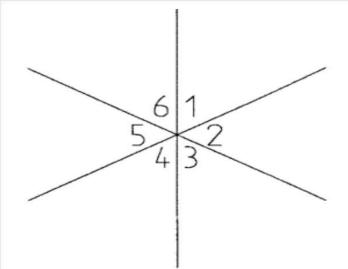
Дополнительные цвета всегда накладываются друг на друга, образуя синий цвет.

Дополнительные цвета всегда накладываются друг на друга, образуя красный цвет.

На этот вопрос нет общего ответа.



Наложение различных цветов

**Задача 4**

Определите каждому цвету правильный дополнительный цвет.

Красный -  ; Оранжевый -

Желтый -  ; Зеленый -

Синий -  ; Фиолетовый -

Сделайте набросок на листе бумаги, как показано на рисунке, и введите цвета спектра (красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий и фиолетовый) для чисел от 1 до 6. Противоположные цвета - это дополнительные цвета.

Затем воспользуйтесь этими знаниями и заполните пробелы в тексте.

Слайд

Оценка / Всего

Слайд 21: Наложение цветов спектра

0/1

Слайд 22: Цвет точки сбора

0/4

Слайд 23: Наложение дополнительных цветов

0/1

Слайд 24: Присвоение дополнительных цветов

0/6

Общая сумма

0/12

Решения

Повторить