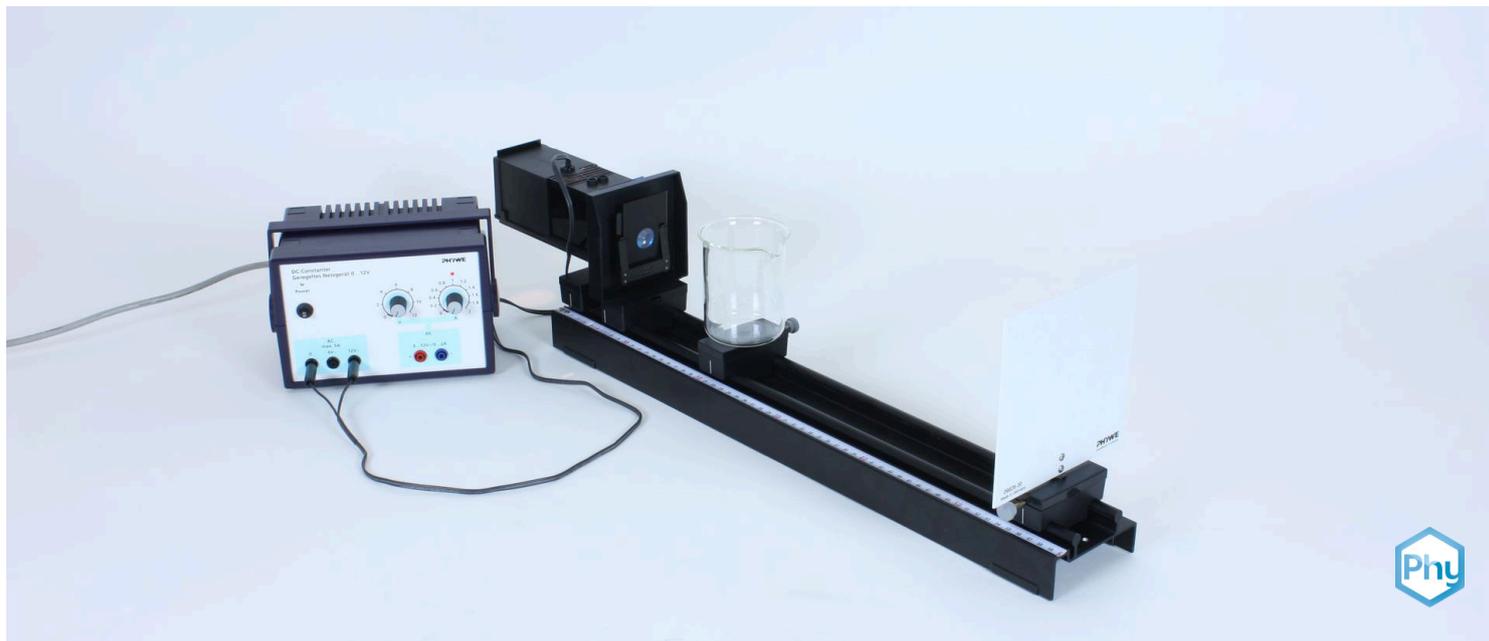


# Поляризация при рассеянии



Задача этого эксперимента - выяснить, почему безоблачное небо кажется голубым днем и поляризован ли этот свет.

Физика

Свет и оптика

Волновые свойства света



Уровень сложности

лёгкий



Кол-во учеников

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/618d2909f20c94000387a0f4>

PHYWE

## Информация для учителей

### Описание

PHYWE



Поляризация при рассеянии

Свет может быть поляризованным. В предыдущих экспериментах уже было показано, что свет может поляризоваться за счет отражения от поверхностей или преломления. Другая возможность - поляризация через рассеяние. Если неполяризованный свет излучается на рассеивающий центр, любое направление поляризации может быть разделено на горизонтально и вертикально колеблющиеся части, которые могут возбуждать колебательный центр соответственно. Поляризация через рассеяние также может наблюдаться в природе: Если неполяризованный солнечный свет попадает на молекулы в атмосфере и наблюдается под углом  $90^\circ$ , происходит рассеяние, и часть света становится линейно поляризованной.

## Дополнительная информация для учителей (1/5)

PHYWE

### Предварительные знания



### Принцип



Учащиеся должны знать об отражении, преломлении и рассеянии световых волн, а также об их поляризационных свойствах.

Луч света, проходящий через мутную среду, частично рассеивается. Интенсивность рассеяния увеличивается с увеличением мутности. Свет, отклоненный в результате рассеяния, имеет голубоватый цвет и поляризован перпендикулярно оптической оси светового луча; очевидно, предпочтительно рассеивается \*голубой\* свет. Чем длиннее путь луча света в мутной среде, тем более полно рассеивается синий свет.

## Дополнительная информация для учителей (2/5)

PHYWE

### Цель



Учащиеся должны изучить эффект Тиндаля и понять, как поляризуется рассеянный свет и что свет, проходящий через него, не имеет поляризации. Они также должны понять, что с увеличением мутности наблюдается все более различимая синяя окраска рассеянного света и окраска, переходящая от желтого к желто-красному.

### Задачи



Задача этого эксперимента - выяснить, почему безоблачное небо днем кажется голубым и поляризован ли этот свет.

## Дополнительная информация для учителей (3/5)

### Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперимент необходимо проводить в хорошо затемненном помещении.

Частицы молока относительно крупные. Поэтому может случиться так, что ученики не заметят синюю окраску рассеянного света без подсказки учителя, потому что она не очень интенсивная.

Более убедительных результатов наблюдения можно добиться, если растворить канифоль в спирте (1г канифоли в 20см<sup>3</sup> спирта) и добавить раствор по каплям в воду. Рассеяние синих составляющих естественного света обеспечивается в большей степени, поэтому разница в цвете между проходящим и рассеянным светом увеличивается. Недостатком является то, что канифоль относительно быстро флоккулируется и замутняет используемые стаканы.

Убедитесь, что используемые поляризационные фильтры имеют насечку, указывающую направление поляризации.

## Дополнительная информация для учителей (3/5)

### Примечания по подготовке и выполнению работы

Эксперимент необходимо проводить в хорошо затемненном помещении.

Частицы молока относительно крупные. Поэтому может случиться так, что ученики не заметят синюю окраску рассеянного света без подсказки учителя, потому что она не очень интенсивная.

Более убедительных результатов наблюдения можно добиться, если растворить канифоль в спирте (1г канифоли в 20см<sup>3</sup> спирта) и добавить раствор по каплям в воду. Рассеяние синих составляющих естественного света обеспечивается в большей степени, поэтому разница в цвете между проходящим и рассеянным светом увеличивается. Недостатком является то, что канифоль относительно быстро флоккулируется и замутняет используемые стаканы.

Убедитесь, что используемые поляризационные фильтры имеют насечку, указывающую направление поляризации.

## Дополнительная информация для учителей (4/5)

PHYWE

### Дополнительная информация

Параллельный луч света, проходящий через полностью прозрачную среду, нельзя воспринимать перпендикулярно оптической оси, но это возможно, когда среда становится мутной. В этой среде часть света рассеивается мелкими частицами и наблюдается в виде светящегося конуса (конус Тиндаля), видимого на тёмном фоне. Это явление называется эффектом Тиндаля в честь ирландского физика Джона Тиндаля (1830-1893), который впервые исследовал его в 1868 году. Частицы, вызывающие помутнение среды, действуют как диполи, которые возбуждаются и, в свою очередь, излучают свет. Они колеблются в плоскостях, перпендикулярных плоскостям колебаний света, проходящего через мутную среду.

## Дополнительная информация для учителей (5/5)

PHYWE

### Примечания

Рассеяние света и, следовательно, цветовые различия между рассеянной и не рассеянной частью света становятся тем отчетливее, чем меньше частицы, которые вызывают рассеяние. Вот почему небо кажется особенно голубым, когда воздух очень чистый. Тогда он в основном содержит только очень мелкие частицы, которые лишь немного затуманивают его и особенно хорошо рассеивают свет.

Использование синего фильтра в конце эксперимента было предложено потому, что он убедительно демонстрирует предпочтительное рассеяние синих компонентов спектра и, таким образом, результирующую синюю окраску рассеянного света, которая ранее была убедительно доказана.

## Дополнительная информация для учителей (5/5)

PHYWE

### Примечания

Рассеяние света и, следовательно, цветовые различия между рассеянной и не рассеянной частью света становятся тем отчетливее, чем меньше частицы, которые вызывают рассеяние. Вот почему небо кажется особенно голубым, когда воздух очень чистый. Тогда он в основном содержит только очень мелкие частицы, которые лишь немного затуманивают его и особенно хорошо рассеивают свет.

Использование синего фильтра в конце эксперимента было предложено потому, что он убедительно демонстрирует предпочтительное рассеяние синих компонентов спектра и, таким образом, результирующую синюю окраску рассеянного света, которая ранее была убедительно доказана.

## Инструкции по технике безопасности

PHYWE

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

**PHYWE**



## Информация для учеников

## 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       | Комплект цветных светофильтров, смесь аддитивных цветов                        | 09807-00  | 1          |
| 5       | Диафрагма с круглым отверстием, d=20 мм  | 09816-01  | 1          |
| 6       | Линза на скользящей опоре, f=+50 мм  | 09820-01  | 1          |
| 7       | Скользкая опора для оптической скамьи  | 09822-00  | 2          |
| 8       | Рамка со шкалой на скользящей опоре  | 09823-00  | 1          |
| 9       | Экран, белый, 150x150 мм   | 09826-00  | 1          |
| 10      | Поляризующий фильтр, 50 x 50 мм  | 08613-00  | 1          |
| 11      | Держатель для диафрагм   | 11604-09  | 2          |
| 12      | Мензурка, низкая, 250 мл   | 46054-00  | 1          |
| 13      | PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А | 13506-93  | 1          |

## Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

**Почему безоблачное небо днем кажется голубым и, является ли этот свет поляризованным?**

- Пропустите луч света через воду и поместите в нее подходящее вещество, чтобы вода становилась все более мутной.
- Обратите внимание на цвет проходящего света, а также на часть света, видимую перпендикулярно оптической оси, и исследуйте эти части на предмет поляризации.

## Оборудование

PHYWE

| Позиция | Материал   | Пункт No. | Количество |
|---------|--|-----------|------------|
| 1       | <a href="#">Осветитель, галоген, 12В/20 Вт</a>   | 09801-00  | 1          |
| 2       | <a href="#">Нижняя часть светового ящика, со стержнем</a>                                      | 09802-20  | 1          |
| 3       | <a href="#">Оптическая скамья для лабораторных экспериментов, L = 600 мм</a>                   | 08376-00  | 1          |
| 4       | <a href="#">Комплект цветных светофильтров, смесь аддитивных цветов</a>                        | 09807-00  | 1          |
| 5       | <a href="#">Диафрагма с круглым отверстием, d=20 мм</a>  | 09816-01  | 1          |
| 6       | <a href="#">Линза на скользящей опоре, f=+50 мм</a>  | 09820-01  | 1          |
| 7       | <a href="#">Скользкая опора для оптической скамьи</a>  | 09822-00  | 2          |
| 8       | <a href="#">Рамка со шкалой на скользящей опоре</a>  | 09823-00  | 1          |
| 9       | <a href="#">Экран, белый, 150x150 мм</a>   | 09826-00  | 1          |
| 10      | <a href="#">Поляризующий фильтр, 50 x 50 мм</a>  | 08613-00  | 1          |
| 11      | <a href="#">Держатель для диафрагм</a>   | 11604-09  | 2          |
| 12      | <a href="#">Мензурка, низкая, 250 мл</a>   | 46054-00  | 1          |
| 13      | <a href="#">PHYWE Источник питания пост. ток: 0...12 В, 2 А / перемен. ток: 6 В, 12 В, 5 А</a> | 13506-93  | 1          |

## Дополнительные материалы

PHYWE

| Позиция | Материал       | Количество |
|---------|----------------|------------|
| 1       | Пипетка        | 1          |
| 2       | Немного молока |            |

## Подготовка (1/3)

PHYWE

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



## Подготовка (2/3)

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 (3/3)

PHYWE

- Вставьте экран в правой части основания штатива.
- Поместите на оптической скамье линзу с  $f = +50$  мм непосредственно рядом с осветителем и установите держатель диафрагмы со вставленным точечным отверстием на оправу линзы.
- Наполните мензурку примерно 250 мл воды и поместите ее на две скользящих опоры на расстоянии около 10 см от линзы, при этом напечатанная этикетка на мензурке должна быть обращена назад.



## Выполнение работы (1/2)

PHYWE



- Подключите осветитель к источнику питания (12 В~) и включите источник питания.
- Чтобы вода мутнела постепенно, осторожно добавляйте молоко; для этого наберите в пипетку совсем немного молока и размешайте его в воде.
- После каждого из этих шагов обратите внимание на цвет светового пятна на экране, а также на цвет света, видимого перпендикулярно оптической оси. Изучите поляризацию проходящего света и света, видимого перпендикулярно оптической оси. Для этого ненадолго снимите экран и посмотрите на свет через анализатор (осторожно! блики!).
- Запишите наблюдения.

## Выполнение работы (2/2)

PHYWE



- Примечание: чтобы исследовать часть света, выходящего перпендикулярно оптической оси, ее следует рассматривать не только спереди, но и, например, сверху через анализатор.
- Посмотрите на луч света в мутной воде сверху без поляризационного фильтра и проследите за окраской луча света на пути света; запишите результаты наблюдений.
- Вставьте синий фильтр в прорезь корпуса лампы и наблюдайте за рассеянным светом и светом на экране.
- Запишите наблюдения.
- Выключите источник питания.

PHYWE



## Протокол

### Задание 1

PHYWE

Тот факт, что луч света можно наблюдать сбоку в мутной воде, объясняется его частичным рассеянием. Заполните пробелы в тексте.

Луч света, проходящий через мутную воду, частично рассеивается. Интенсивность рассеяния увеличивается с ростом мутности. Свет, отклоненный в результате рассеяния, имеет голубоватый цвет и [ ] перпендикулярно оптической оси светового пучка; очевидно, предпочтительно рассеивается [ ] свет. Свет, который не подвергается рассеянию, имеет [ ] цвет и он [ ]. Чем длиннее путь, пройденный лучом света в мутной среде, тем сильнее рассеивается синий свет.

 Проверьте

## Задание 2

PHYWE

Почему безоблачное небо днем кажется голубым, и является ли этот свет поляризованным?

Безоблачное небо кажется голубым в течение дня, потому что в основном голубые части солнечного света отражаются от мелких частиц, находящихся в воздухе. Этот синий свет неполяризован.

Безоблачное небо днем кажется голубым, потому что в основном синие компоненты солнечного света рассеиваются мелкими частицами, находящимися в воздухе. Этот синий свет поляризован (линейно).



Голубое небо