

Микроскоп



Студенты познакомятся с основными функциями микроскопа. В частности, они рассмотрят промежуточное изображение и увеличение, достигаемое микроскопом.

Физика

Свет и оптика

Оптические приборы и линзы



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

2



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

20 Минут

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/618c1cee64ac8c0003526901>

PHYWE



Общая информация

Описание

PHYWE



Рисунок 1: Экспериментальная установка

Этот эксперимент представляет собой экспериментальное изучение работы микроскопа. Самой старой техникой микроскопии является световой микроскоп, который, по оценкам, был изобретен в Нидерландах в начале XVII века. Разрешающая способность (разрешение) классического светового микроскопа зависит от длины волны используемого света и, в лучшем случае, ограничена примерно 0,2 микрометрами (= предел Аббе).

Дополнительная информация (1/2)



Предварительные знания



Принцип



Студенты должны иметь знания о прямолинейном распространении света и поведении различных линз.

Задача микроскопа - увеличить маленький объект, который едва виден глазу. Он состоит из двух собирающих линз - объектива и окуляра.

Чтобы иметь возможность измерить увеличение микроскопа, на оптическую скамью также помещается модель "глаза". Она состоит из экрана, представляющего сетчатку глаза, и линзы с $f = +50 \text{ мм}$ - "хрусталика".

Во втором эксперименте за линзой (объективом) получается промежуточное изображение и измеряется увеличение линзы.

Дополнительная информация (2/2)



Цель



Задачи



Студенты познакомятся с основными функциями микроскопа. В частности, они рассмотрят промежуточное изображение и увеличение, достигаемое микроскопом.

1. Наблюдайте за объектом с помощью модели "глаза".
2. Определите увеличение промежуточного изображения.
3. Увеличьте изображение с помощью собранного микроскопа.

Инструкции по технике безопасности



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

Теория (1/2)



Микроскоп состоит из 2 собирающих линз - объектива и окуляра, расстояние между которыми намного больше, чем сумма фокусных расстояний этих двух линз.

Объект находится близко к передней фокусной точке линзы (объектива).

Объектив создает перевернутое, увеличенное и действительное изображение, промежуточное изображение, которое можно поймать на экране. Оно находится в пределах переднего фокусного расстояния окуляра и действует как увеличительное стекло. Таким образом создается увеличенное, прямое, мнимое изображение, которое можно рассматривать невооруженным глазом

Увеличение микроскопа определяется размером изображения, создаваемого на сетчатке глаза (см. Примечание).

Теория (2/2)



Увеличение линзы можно рассчитать, измерив расстояние на промежуточном изображении.

Общее увеличение микроскопа $V_{Mikr.}$ вытекает арифметически из увеличений линз объектива $V_{Obj.}$ и окуляра $V_{Okl.}$.

Применяется следующая формула: $V_{Mikr.} = V_{Obj.} \cdot V_{Okl.}$.

Примечание:

Микроскоп используется для увеличения угла зрения, под которым рассматривается объект.

Общее увеличение - это отношение размера изображения, которое появляется при рассматривании объекта в микроскоп, к размеру, который он имел бы при "обычном расстоянии просмотра" - 25 см.

Оборудование

Позиция	Материал	Пункт №.	Количество
1	Экспериментальная лампа	08130-99	1
2	Оптическая скамья, l=1000 мм	08370-00	1
3	Линза на скользящей опоре, f=+100 мм	09820-02	1
4	Линза на скользящей опоре, f=+50 мм	09820-01	2
5	Скользящая опора для оптической скамьи	09822-00	2
6	Рамка со шкалой на скользящей опоре	09823-00	1
7	Диафрагма с круглым отверстием, d=20 мм	09816-01	1
8	Экран, белый, 150x150 мм	09826-00	1
9	Экран, металл., 300x300 мм	08062-00	1
10	Держатель для диафрагм	11604-09	2
11	Линейка, пластмассовая, 200 мм	09937-01	1
12	Слайд "Император Максимилиан"	82140-00	1

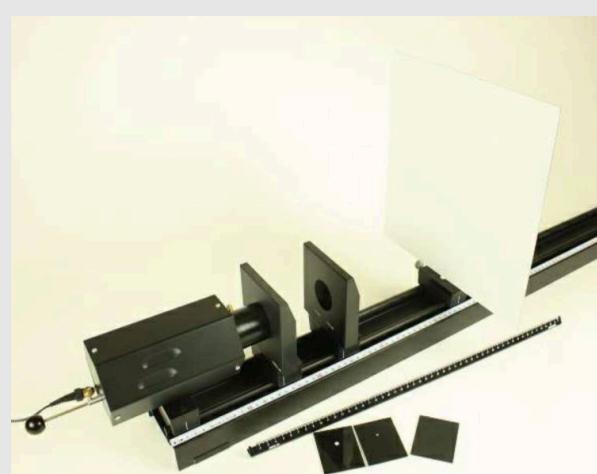
PHYWE

Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/2)

PHYWE

- Экспериментальная лампа с вертикальной ножкой вставляется в отверстие скользящей опоры на оптической скамье и плотно завинчивается. Скользящая опора перемещается так, чтобы она находилась на оптической скамье на расстоянии 2,0 см.
- Расположите вторую скользящую опору прямо перед экспериментальной лампой (15,0 см), прикрепите к ней держатель диафрагмы и вставьте в качестве объекта слайд "Император Максимилиан". Слайд должен быть примером сильно увеличенного микрообъекта с тонкой структурой.



Экспериментальная установка

Подготовка (2/2)

PHYWE

- Подключите экспериментальную лампу к источнику питания с помощью блока питания и переместите ее корпус с помощью горизонтального ползунка так, чтобы диапозитив был полностью освещен.
- Закрепите экран на скользящую опору и поместите его на оптическую скамью.
- В зависимости от части эксперимента необходимо использовать разные линзы. Дальнейшая процедура описана на странице "Выполнение работы".

Выполнение работы (1/5)

PHYWE

Эксперимент 1: Наблюдение за объектом с помощью модели глаза (рис. 2)

- Установите линзу с $f = +50$ мм (глаз) на расстояние 29 см. Экран (сетчатка) находится на расстоянии 10 см от него.
- Держатель диафрагмы устанавливается на линзу - "хрусталик глаза". Вставьте диафрагму с отверстием 20 мм в держатель диафрагмы. Убедитесь, что отверстие расположено по центру на пути луча.

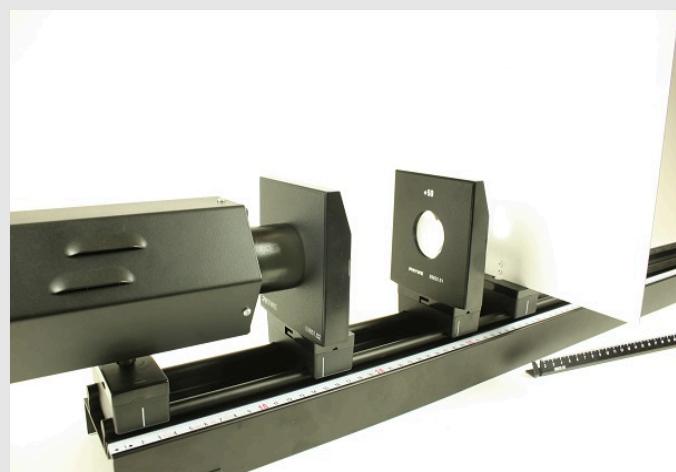


Рисунок 2

Выполнение работы (2/5)

PHYWE

- Теперь переместите объект "Император Максимилиан" таким образом, чтобы он отображался в фокусе на сетчатке (поворните слайд в держателе так, чтобы изображение стало вертикальным и правильным).
- Затем считайте положение слайда.
- Чтобы определить увеличение, измерьте расстояние G (размер объекта), от нижнего края фотографии до линии заголовка рисунка и измерьте соответствующий размер изображения B .

Эксперимент 2: Определите увеличение промежуточного изображения (рис. 3)

- Снимите с оптической скамьи модель глаза. Слайд остается в том положении, в котором он располагался в предыдущем эксперименте.

Выполнение работы (3/5)

PHYWE

- Установите держатель с диафрагмой 20 мм на линзу с $f = +50$ мм (теперь это объектив микроскопа), поместите его на оптическую скамью на расстоянии около 23 см и передвиньте его так, чтобы слайд оказался в фокусе на экране.
- Считайте положение линзы.
- Для определения увеличения, выберите размер лица, то есть расстояние между подбородком (разделительная линия между шеей и одеждой) и линией заголовка рисунка, и измерьте его как на промежуточном изображении, так и на объекте.



Рисунок 3

Выполнение работы (4/5)



Эксперимент 3 Комплектный микроскоп (рис. 4)

- Снимите экран с пути луча, при этом остальная часть установки больше не изменяется. Дополнительная линза ($f = +100$ мм) теперь располагается в качестве окуляра на оптической скамье на расстоянии 77 см.
- За ним располагается модель "глаза": Линза "хрусталика" (диафрагма не нужна) размещается на расстоянии 87 см, а экран - на расстоянии 97 см.

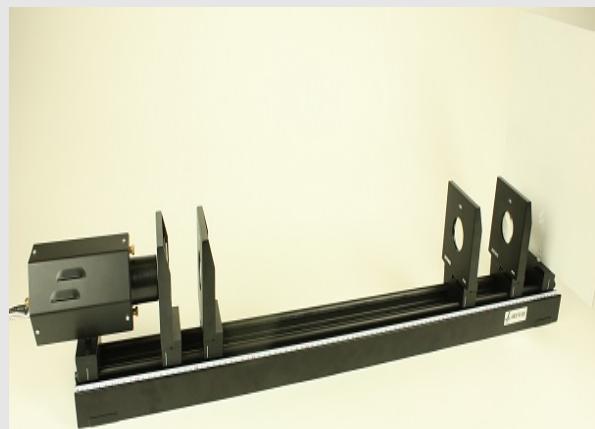


Рисунок 4

Выполнение работы (5/5)



- Теперь резкое изображение должно быть получено путем перемещения линзы окуляра. Выбранный участок изображения увеличивается и резко изображается через объектив. Другие части изображения размываются за пределами изображения объектива в виде рассеянного света. Эта часть далее не рассматривается.
- Вращая и перемещая слайд в держателе диафрагмы, можно искать и просматривать мелкие тонкие структуры.
- Чтобы определить увеличение, выберите две линии, обрамляющие заголовок, и измерьте расстояние.

Примечание: Не рекомендуется смотреть на слайд без модели "глаза", поскольку лампа немного яркая, и ее нелегко выключить.

Оценка (1/3)

PHYWE

В результате отдельных экспериментов получены следующие изображения. Слева: слайд, увиденный с посредством модели "глаза", в середине - слайд, увиденный через микроскоп, справа: промежуточное изображение.



Оценка (2/3)

PHYWE

Данные измерений трех экспериментов представлены в таблице 1.

Эксперимент 1:

Положение слайда после регулировки: 15,5 ... 16,5 см.

В этом эксперименте изображение такого же размера, как и объект. Тонкие структуры, например, в шерсти и волосах, трудно увидеть невооруженным глазом.

Эксперимент 2:

Положение линзы (объектива) после регулировки: 22,5 ... 23,5 см.

Изображение намного больше, чем объект, тонкие структуры четко видны повсюду.

Оценка (3/3)



Эксперимент 3:

Положение второй линзы ($f = +100 \text{ мм}$)
после регулировки:
примерно 77,3 см.

Картишка теперь
вырезана очень
маленькая, приходится
сдвигать слайд, чтобы
найти нужное место.
Для этого структуры
очень сильно
увеличены.

Эксперимент	Объект	<i>G</i> см	<i>B</i> см	Увеличение	Увеличение
1	фото без заголовка	2,7	2,7	только глаз	1,0
2	лицо	1,2	10,0	линза	8,3
3	заголовок	0,3	4,2	полное увеличение	14,0

Таблица 1: Данные измерений отдельных экспериментов и их увеличения