



# ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ: ВВЕДЕНИЕ

*лекции доступны на странице [vk.com/gloushen](https://vk.com/gloushen)*

# Изобретение микроскопа



HANS LIPPERHEY,  
*secundus Confricturam inventor.*



ZACHARIAS IANSEN,  
*sive Iannides primus Confricturam inventor.*

# MICROGRAPHIA:

OR SOME

*Physiological Descriptions*

OF

## MINUTE BODIES

MADE BY

MAGNIFYING GLASSES

WITH

OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

By *R. HOOKE*, Fellow of the ROYAL SOCIETY.

*Nam pefis oculi quantum contrahere LITTONI,  
Nam lancea & Microscopium Lippus orangi. Horum. Ep. lib. 1.*



LONDON, Printed by *J. Martyn*, and *J. Allestry*, Printers to the  
ROYAL SOCIETY, and are to be sold at their Shop at the Bell in  
St. Pauls Church-yard. MDCCLXV.

Fig. 1.

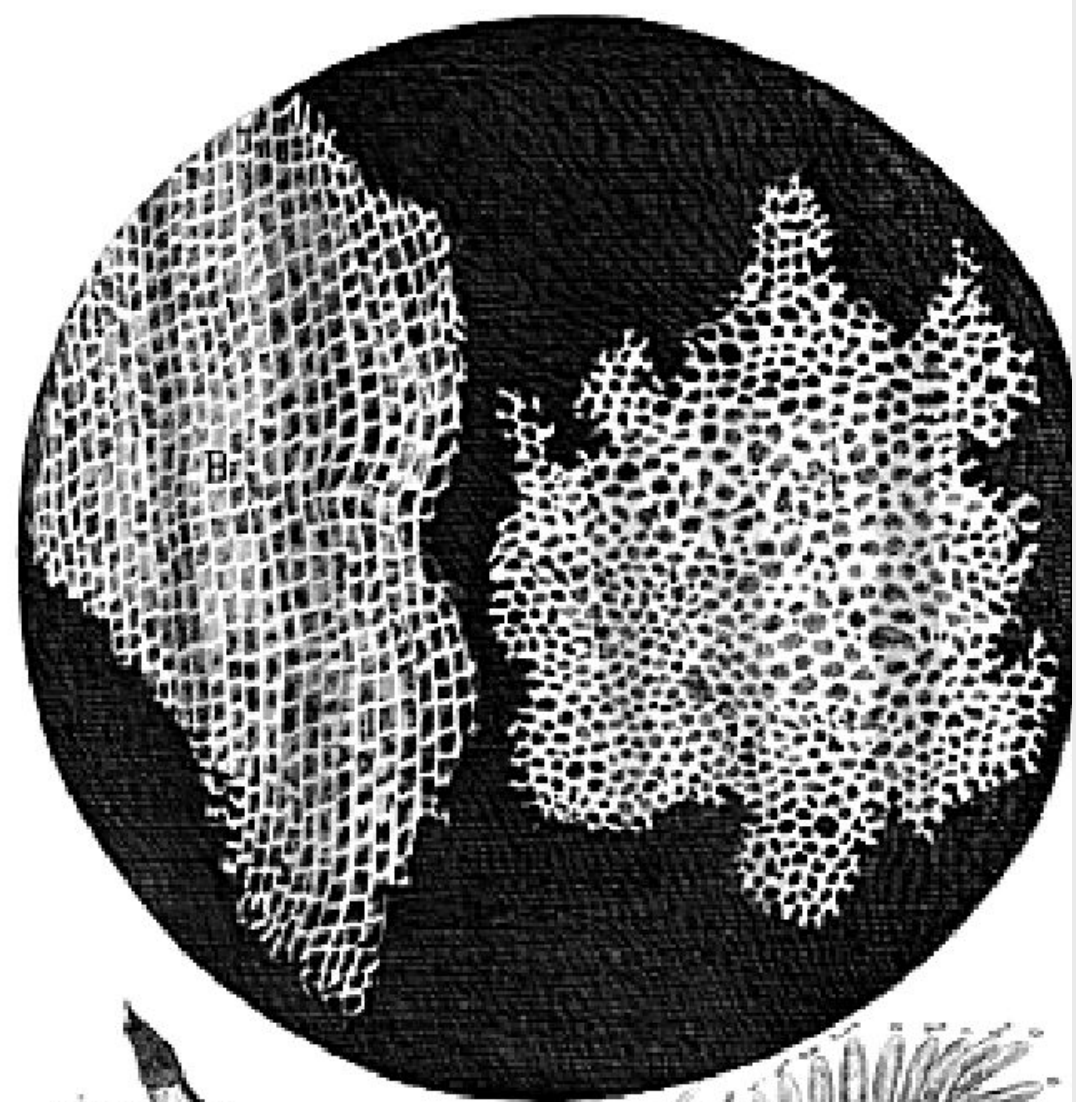
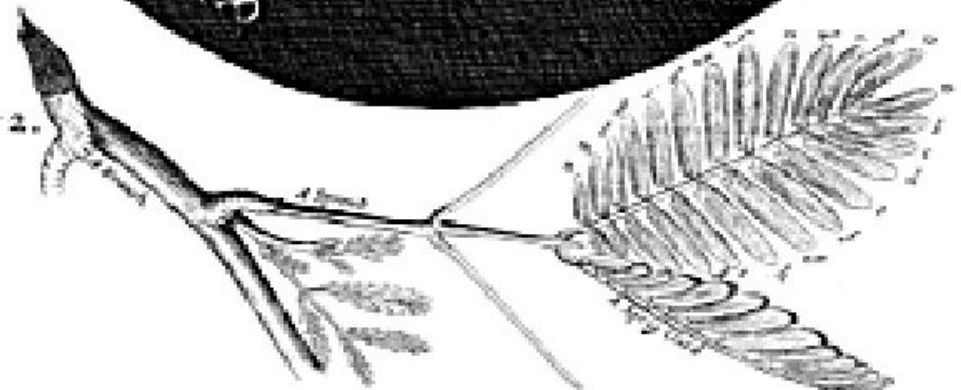
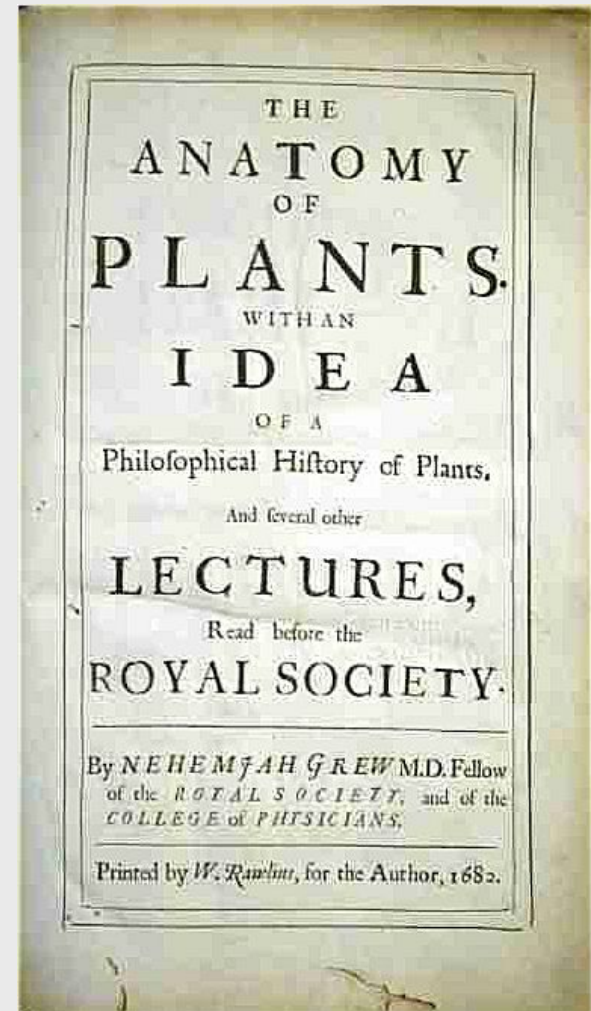


Fig. 2.





# Анатомия растений

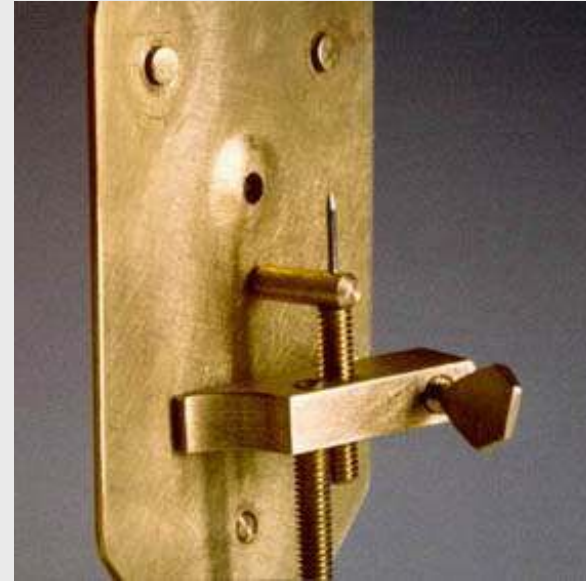


Неемия Грю (1641-1712)

# Простейшие



Johannes Vercolje, 1680



Один из основоположников биологической микроскопии Антон ван Лёвенгук (1632-1723) и его микроскопиум



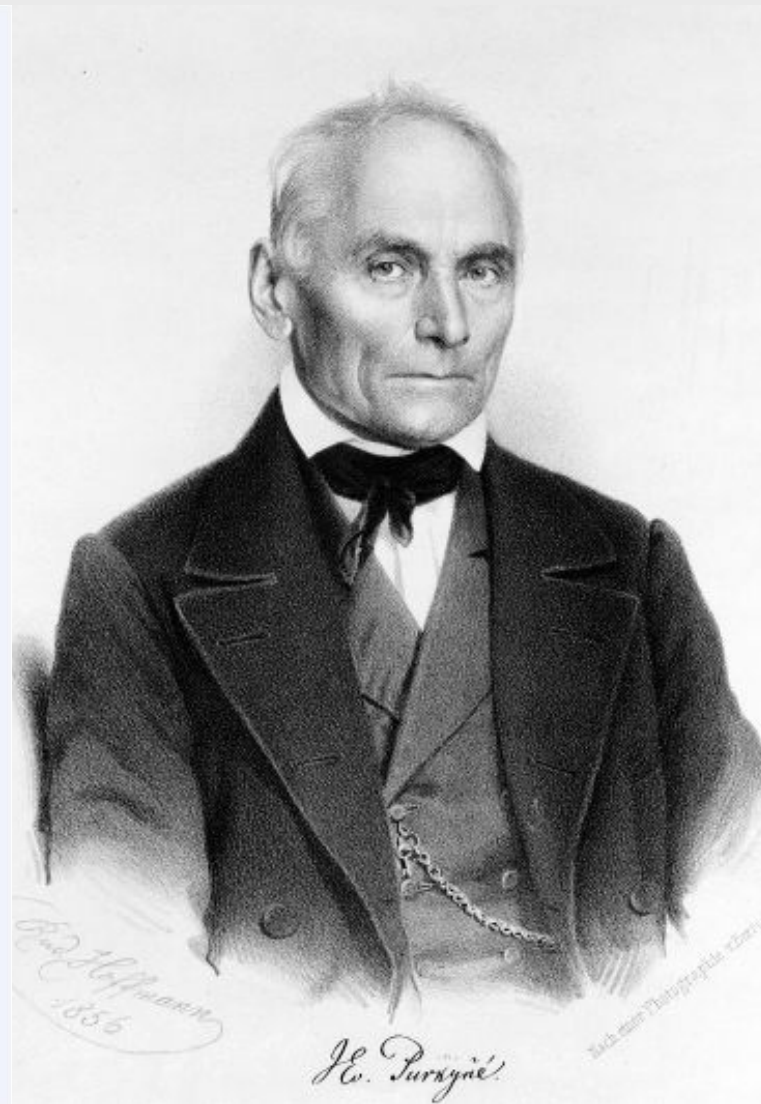
# Гистология



Мари Франсуа Ксавье Биша  
(1771-1802)



Иоганн Петер Мюллер  
(1801-1858)



Ян Эвангелиста Пуркинъе  
(1787-1869)

# Клеточная теория – 1839 г.



Теодор Шванн (1810 – 1882)

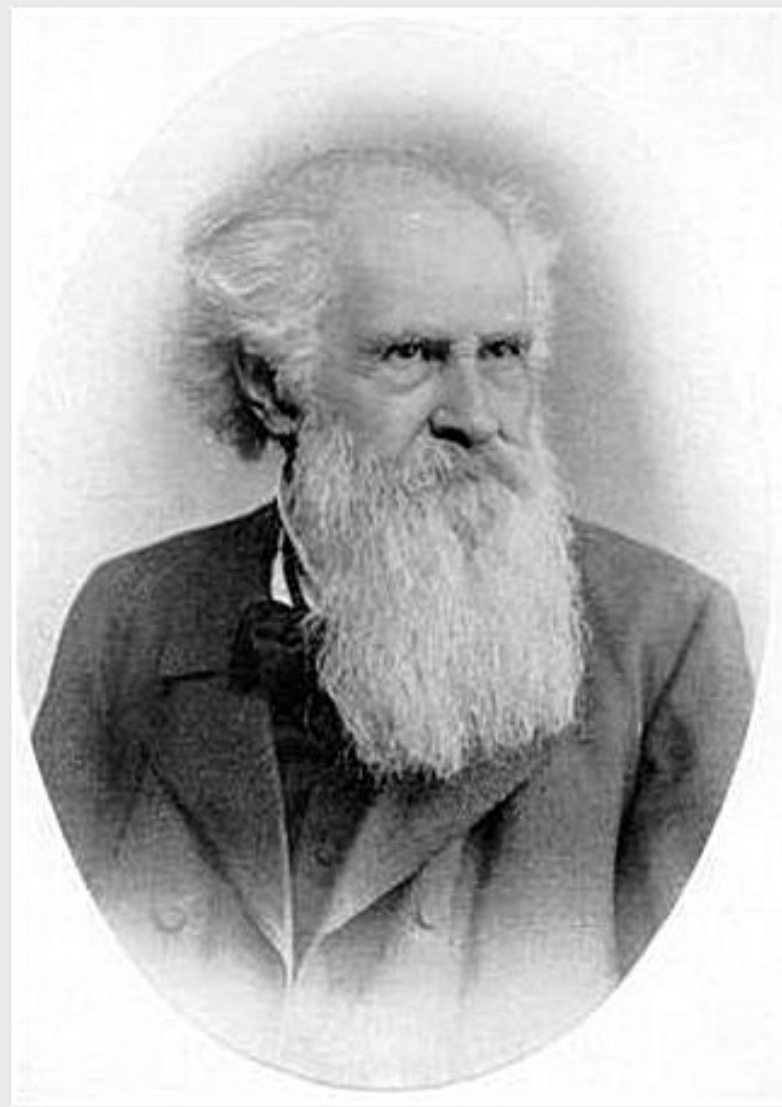
- Как растения, так и животные состоят из сходных элементов – клеток, что свидетельствует о единстве всей живой природы.
- Сходство клеток растений и животных вытекает из общего для них способа образования
- Известное в ботанике представление о клетке как автономной элементарной единице растительного организма надо распространить и на животных.
- Организм представляет собой совокупность образующих его клеток и поэтому «основа питания и роста лежит не в организме как целом, а в отдельных элементарных его частях – клетках».



# Гистология



Альберт Кёлликер  
(1817-1905)



Франц Лейдиг  
(1809-1885)

# Развитие клеточной теории - 1859 и 1862 гг.

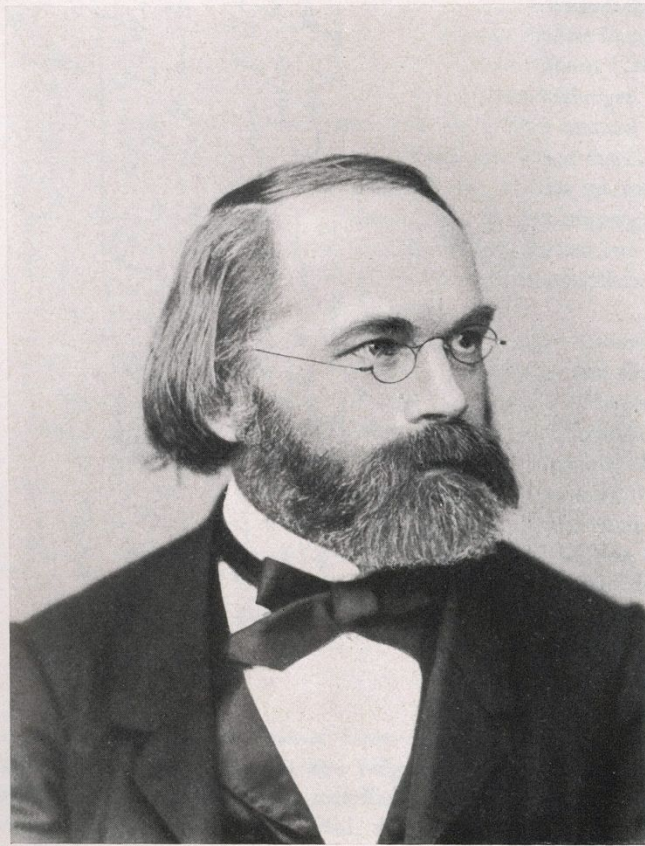


**Рудольф Вирхов (1821-1902)**

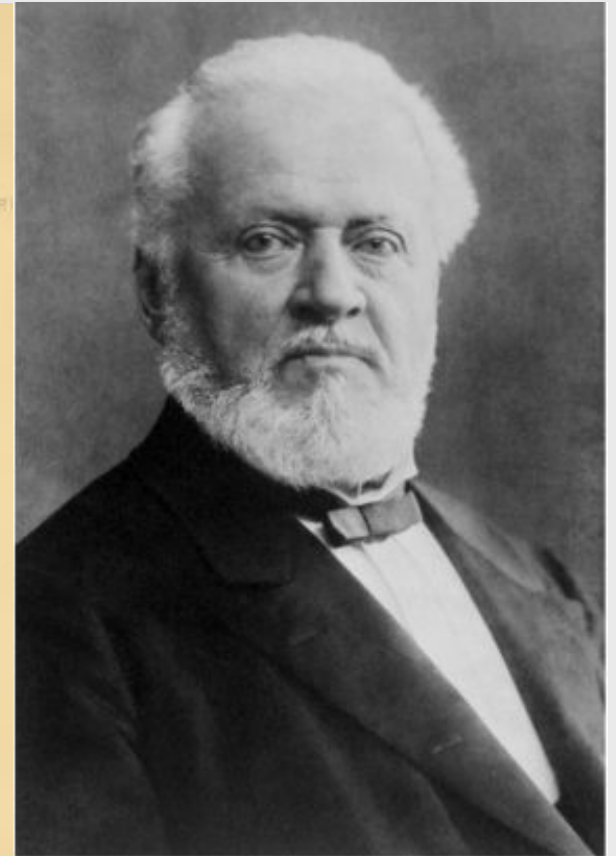
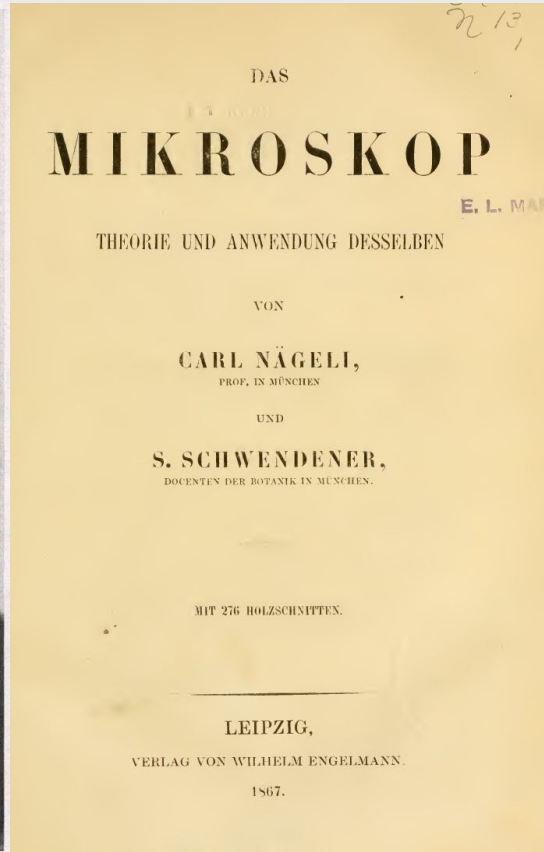


**Эрнст Брюкке (1819-1892)**

# Теория микроскопа



Карл Негели  
(1817-1891)



Симон Швенденер  
(1829-1919)



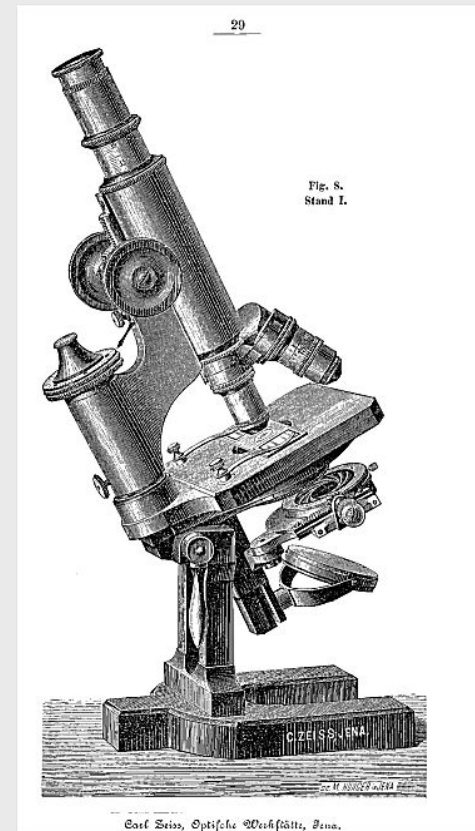
# Теория микроскопа



Эрнст Карл Аббе

(1840-1905)

Beiträge zur Theorie des Mikroskops und der mikroskopischen Wahrnehmung, Archiv für Micros. Anat., 1873 (Вклад в теорию микроскопа и микроскопического восприятия)



Предел Аббе = 250 нм

# Клеточная биология – 1884 г.



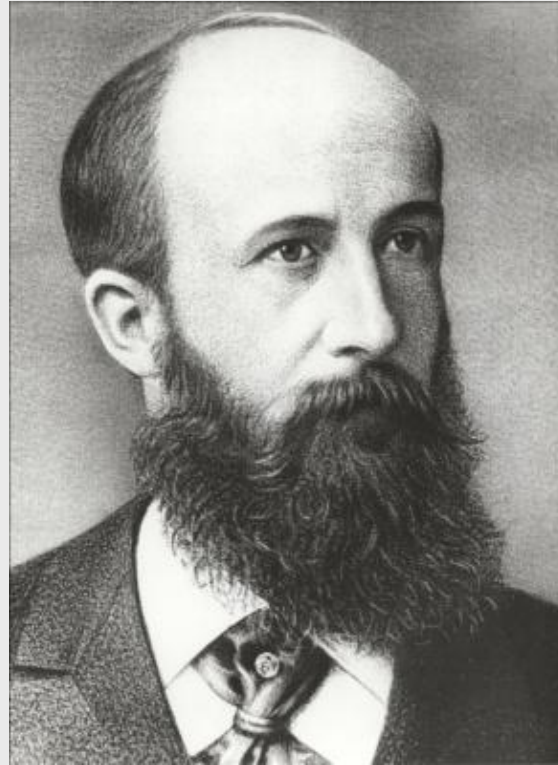
Жан Батист Карнуа  
(1836-1899)

- исследование общей структурно-функциональной организации клетки;
- изучение специализации клеток в зависимости от выполняемых ими функций (т.е. особенностей клеток различных тканей)
- сравнительный анализ клеток (т.е. особенностей клеток одной ткани у различных организмов).

# Исследования оплодотворения, митоза и мейоза (1875-1890 гг.)



Эдуард Страсбургер  
(1844-1912)



Оскар Гертвиг  
(1849-1922)



Вальтер Флемминг  
(1843-1905)



# Результаты применения микроскопии в биологии

1625	Исследование органов пчелы	<u>Ф. Стеллuti</u>
1628	Исследование папоротника	<u>Ф. Чези</u>
1661	Открытие капилляров	<u>М. Мальпиги</u>
<b>1665</b>	<b>Открытие клетки у растений</b>	<b>Р. Гук</b>
1696	Открытие простейших	<u>А. ван Левенгук</u>
1759	Экспериментальное обоснование эпигенеза	<u>К.Ф.Вольф</u>
1782	Описание строения почек	<u>А. Шумлянский</u>
1817	Открытие зародышевых листков	<u>Х. Пандер</u>
<b>1833</b>	<b>Открытие клеточного ядра</b>	<b>Р. Броун</b>
1835	Описание деления клеток у растений	<u>Г. де Мольт</u>
1839	Создание клеточной теории	<u>Т. Шванн</u>
1850	Открытие митохондрий в мышечной ткани	<u>А. фон Келликер</u>
1875	Прямое наблюдение слияния половых клеток	<u>О. Гертвиг</u>
1876	Открытие клеточного центра	<u>Э. ван Бенеден</u>
<b>1882</b>	<b>Описание деления клеток митозом</b>	<b><u>В. Флемминг</u></b>
1883	Открытие фагоцитоза	<u>И.И. Мечников</u>
1884	Описание <u>мейотического</u> деления клеток	<u>Э. ван Бенеден</u>
1893	Открытие синапсов	<u>С. Рамон-и-Кахаль</u>
1898	Открытие пластинчатого комплекса	<u>К. Гольджи</u>
1955	Открытие и исследование лизосом	<u>К. де Дюв</u>
1955	Изучение структуры и функции рибосом	<u>Дж. Паладе</u>
1960	Теория <u>элементарной биомембраны</u>	<u>Дж. Робертсон</u>
<b>1972</b>	<b>Открытие <u>апоптоза</u></b>	<b>Дж. Керр и др.</b>
1993	Доказательство существования «хромосомных территорий»	<u>Т. Кремер и др.</u>

# Геометрическая оптика и микроскоп

Геометрическая оптика базируется на **принципе Ферма**. Он гласит, что свет, идущий из одной точки в другую, выбирает **наиболее быстрый** путь.

Все законы геометрической оптики являются следствием этого принципа:

**закон прямолинейного распространения света,**

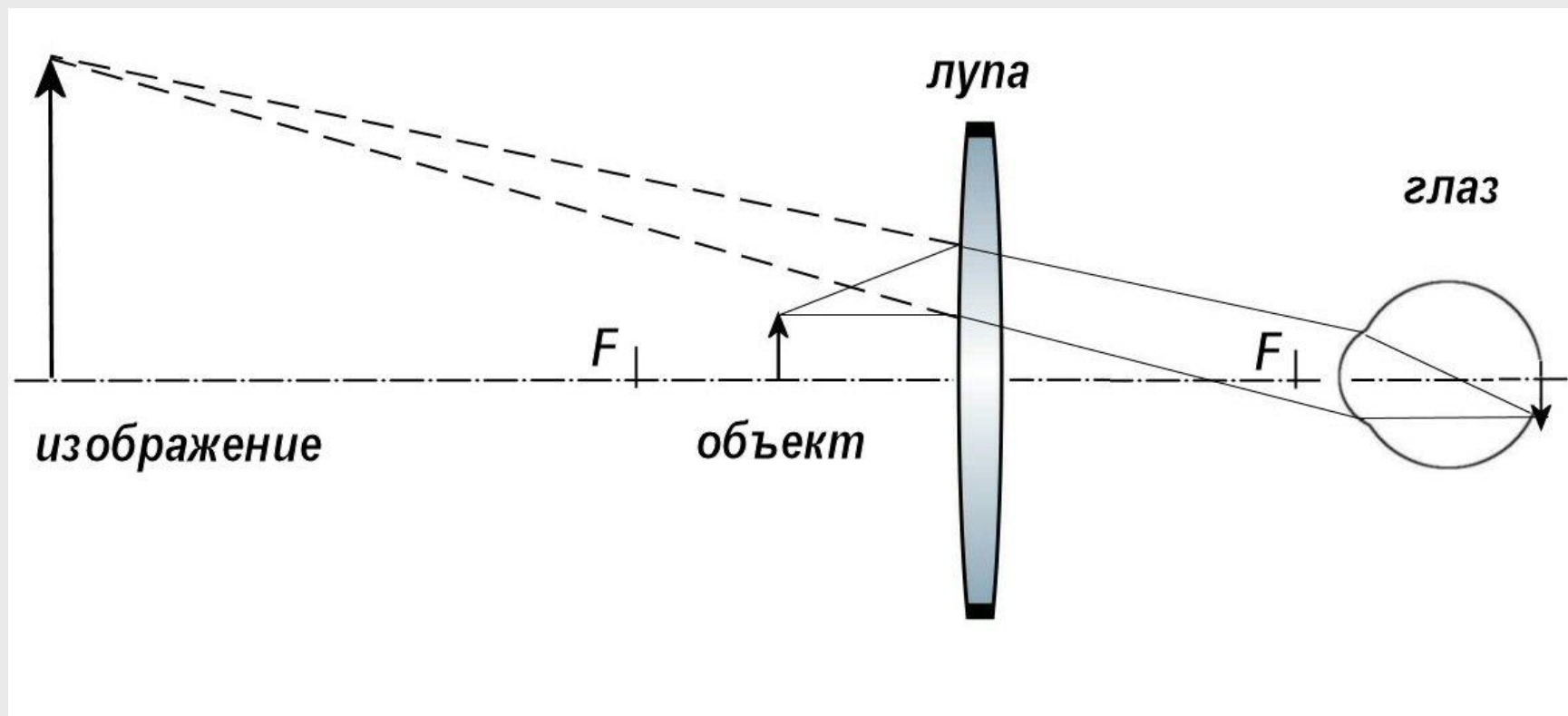
**закон независимого распространения лучей,**

**закон отражения,**

**закон преломления**

**закон обратимости светового луча**

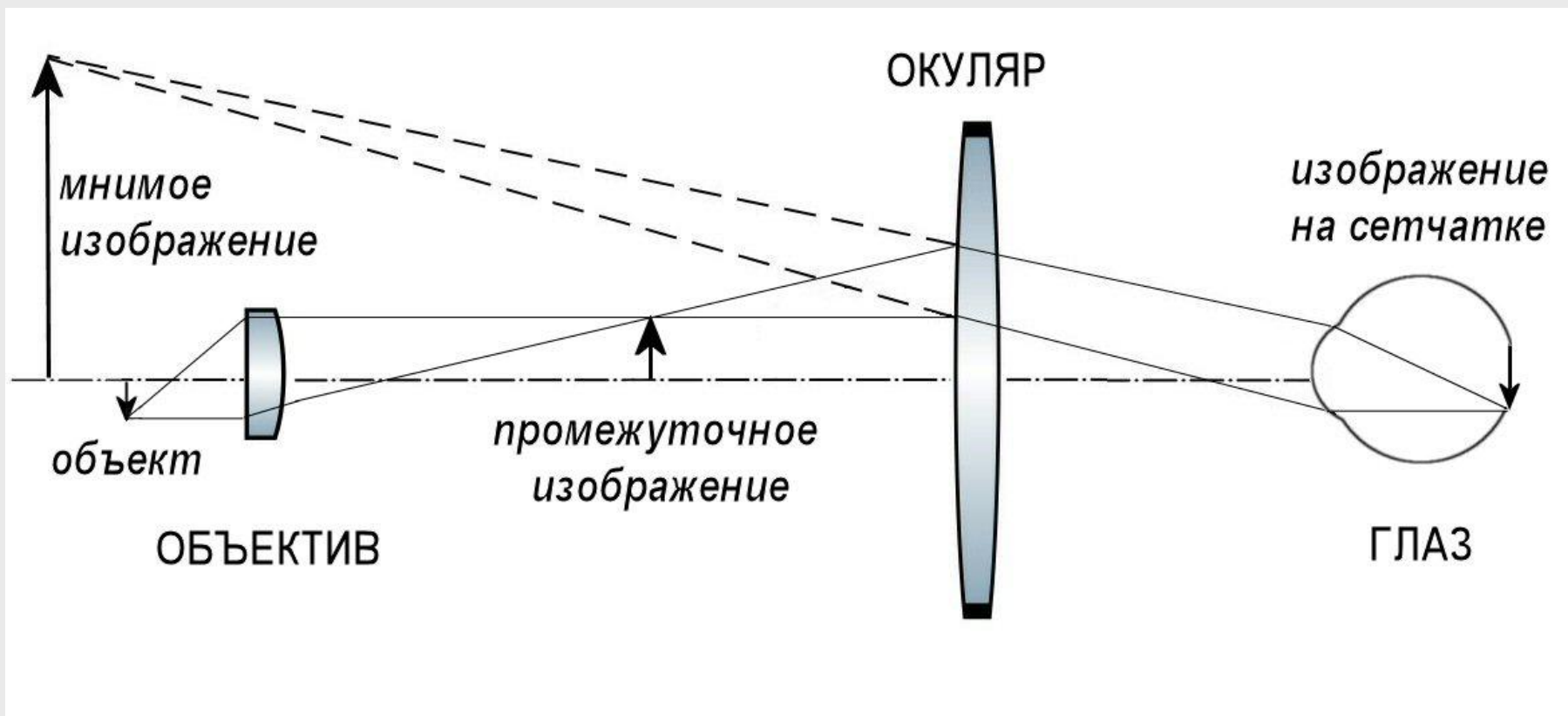
# Ход лучей в лупе



Номинальное увеличение  $M = 250/\Phi P$

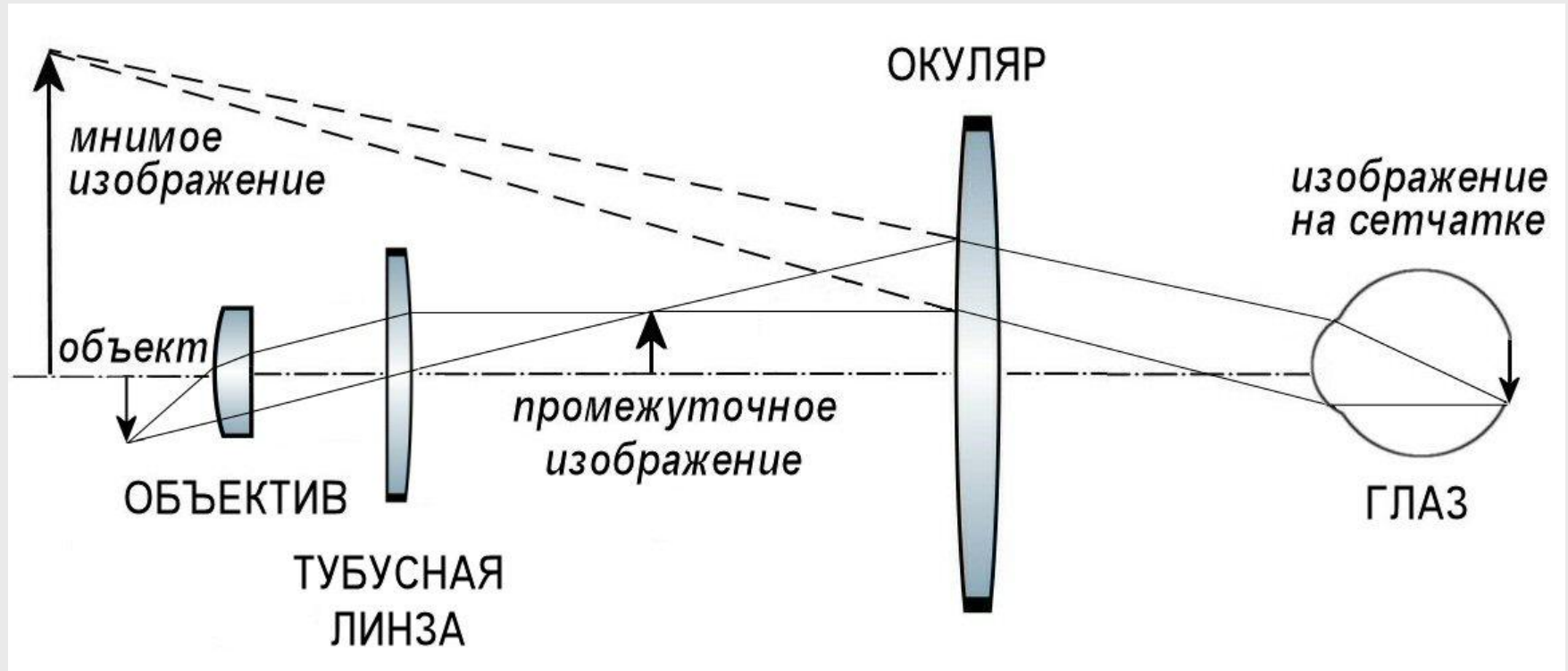


# Ход лучей в классическом микроскопе



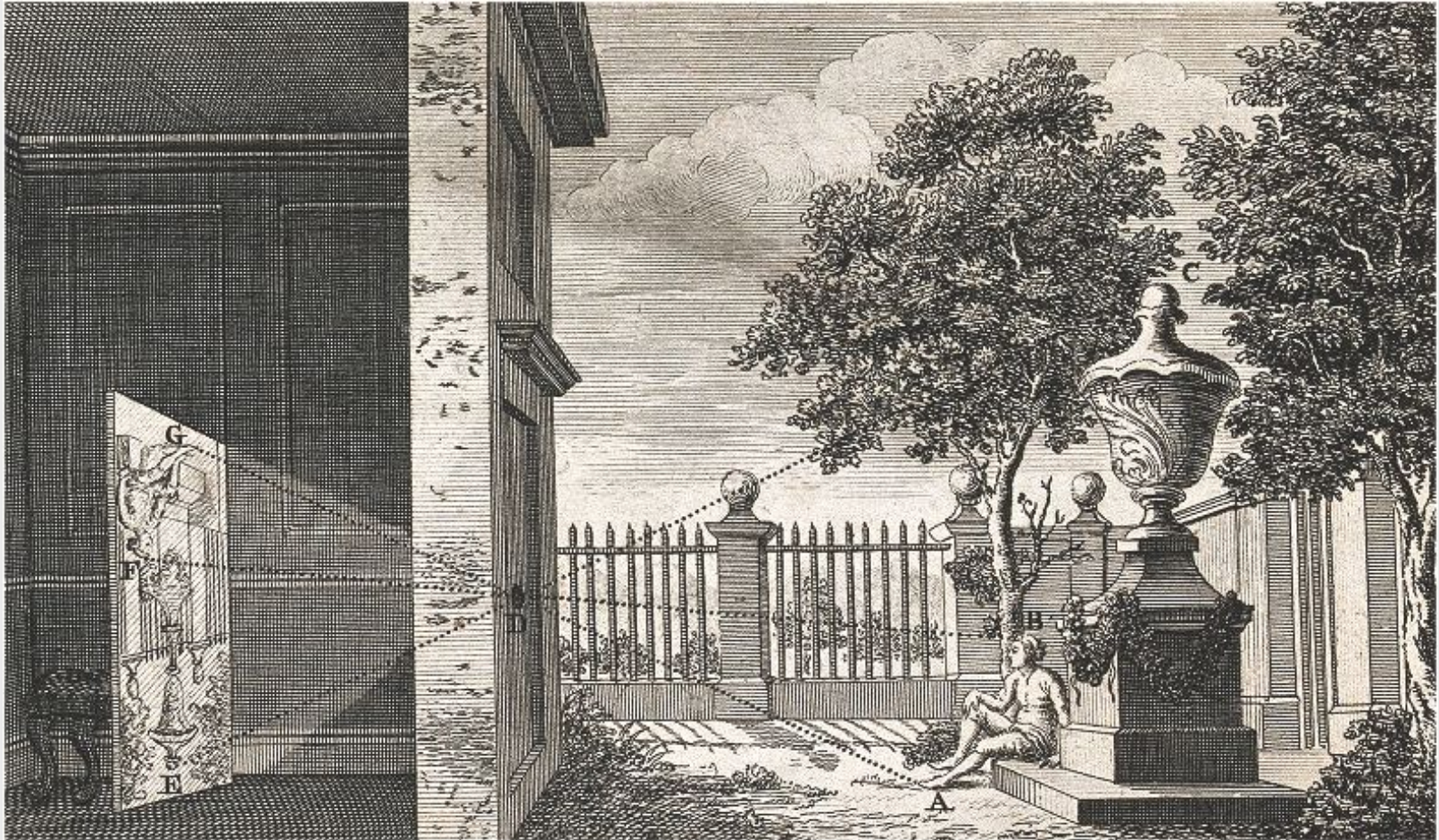
$$\text{Увеличение } M = M_{\text{об}} \times M_{\text{ок}}$$

# Ход лучей в современном микроскопе



$$\text{Увеличение } M = M_{\text{об}} \times M_{\text{тл}} \times M_{\text{ок}}$$

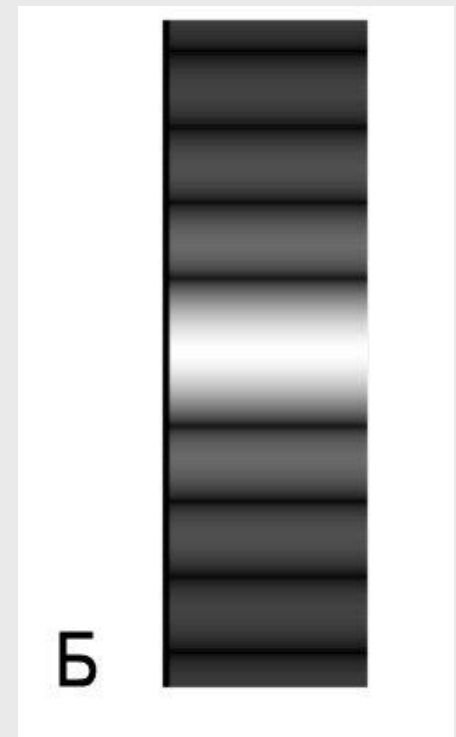
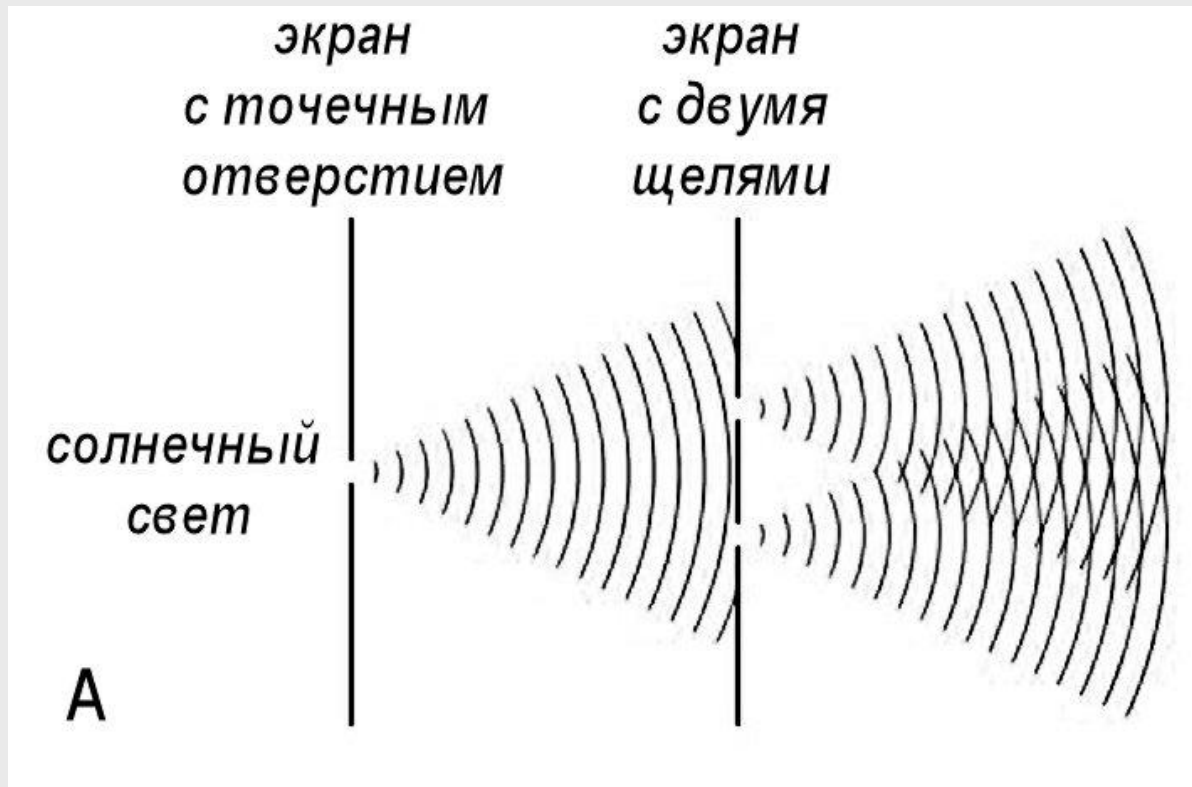
# Волновая природа света



Camera obscura

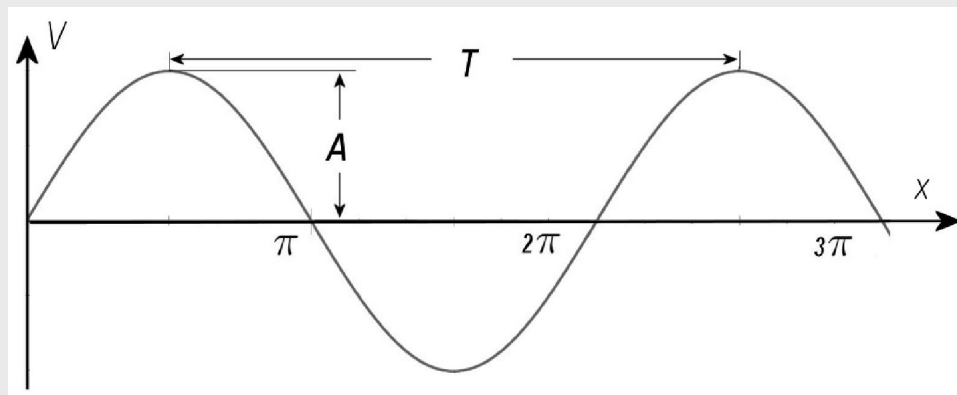
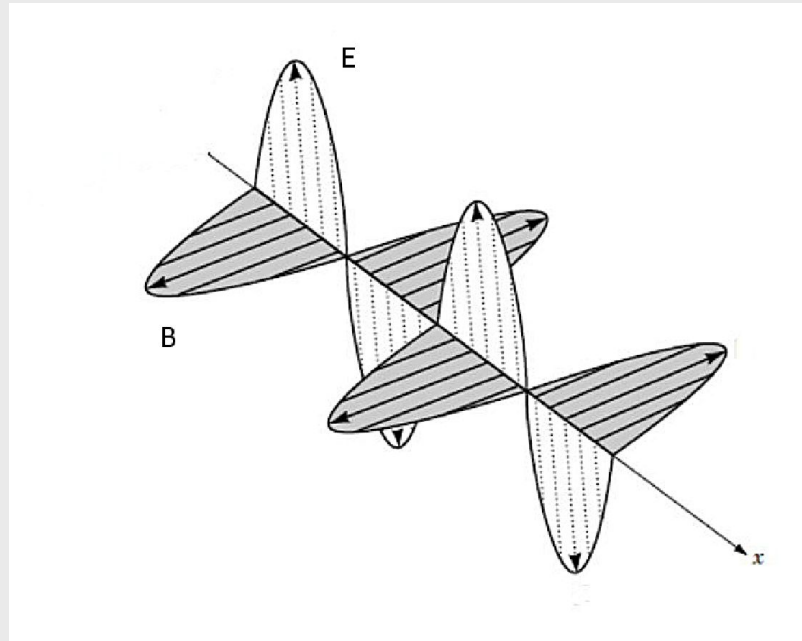


# Эксперимент Томаса Юнга

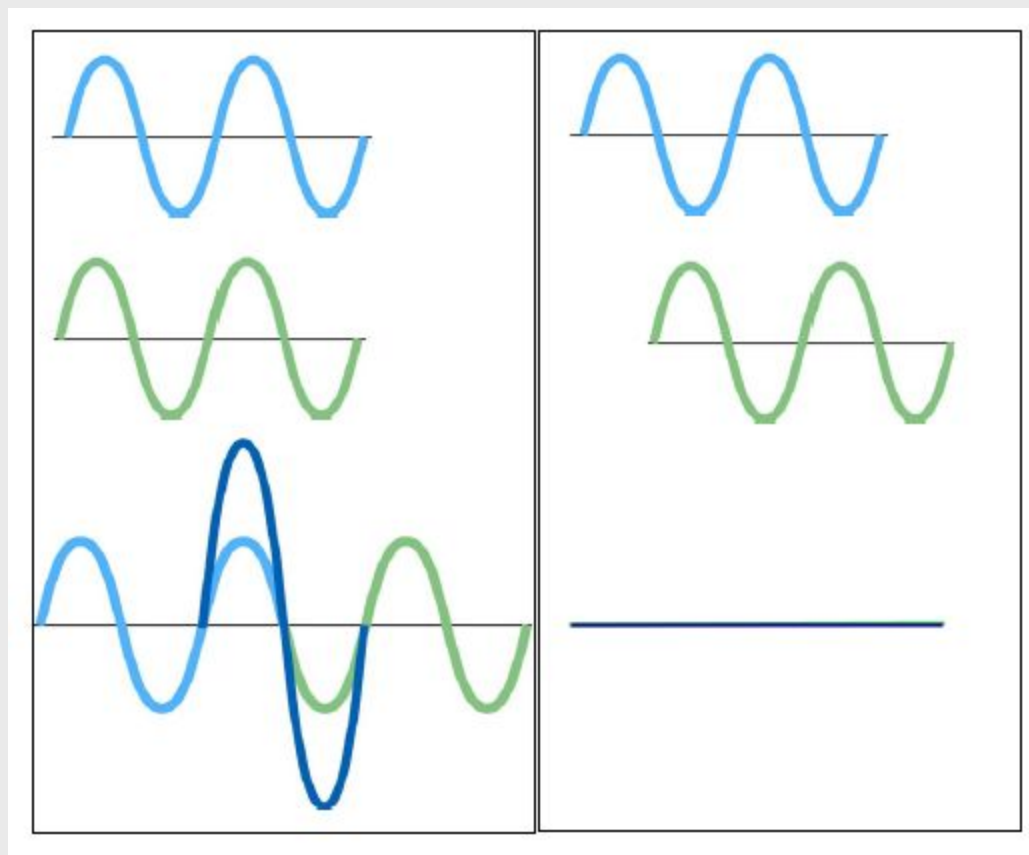




# Волновая природа света

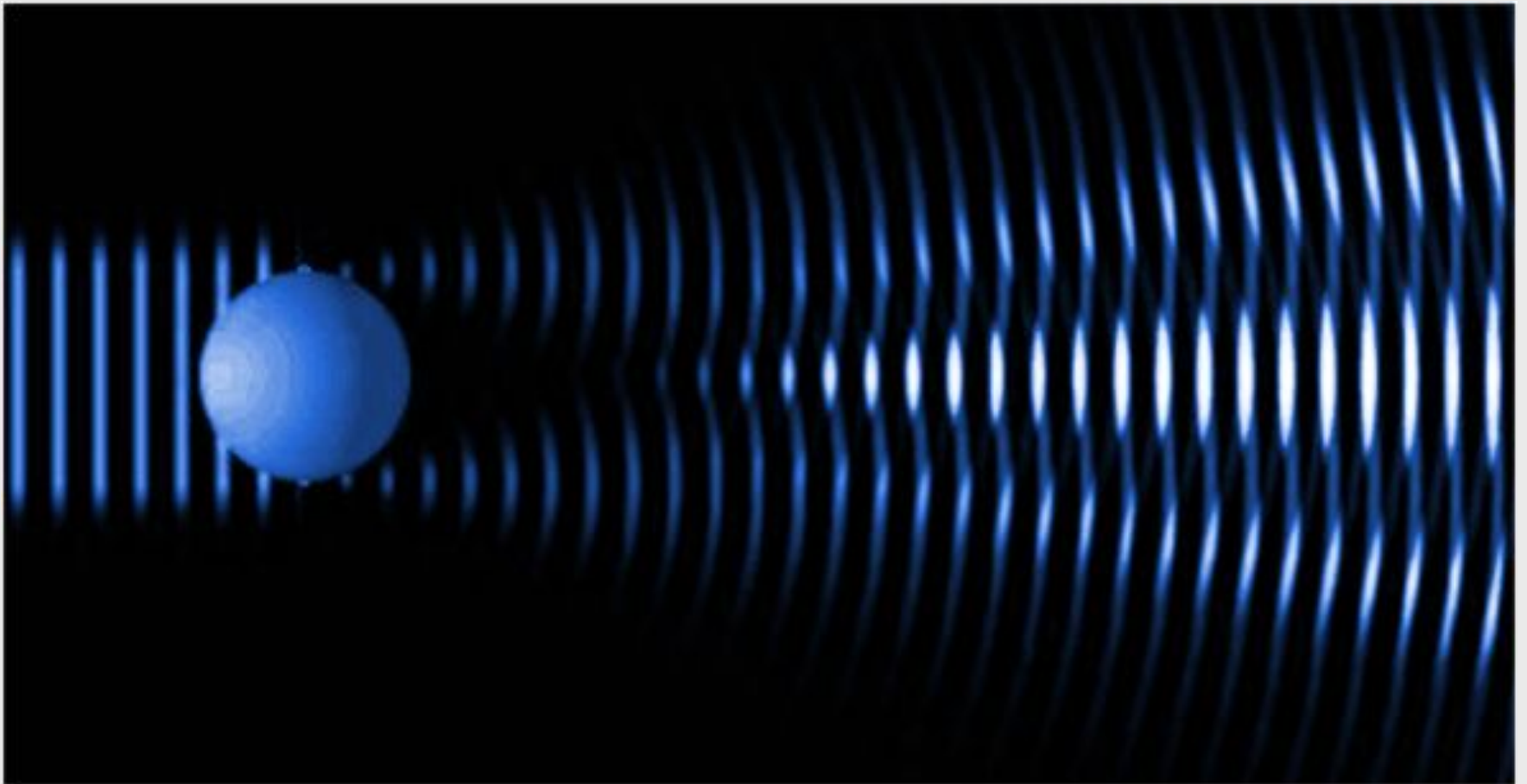


# Интерференция



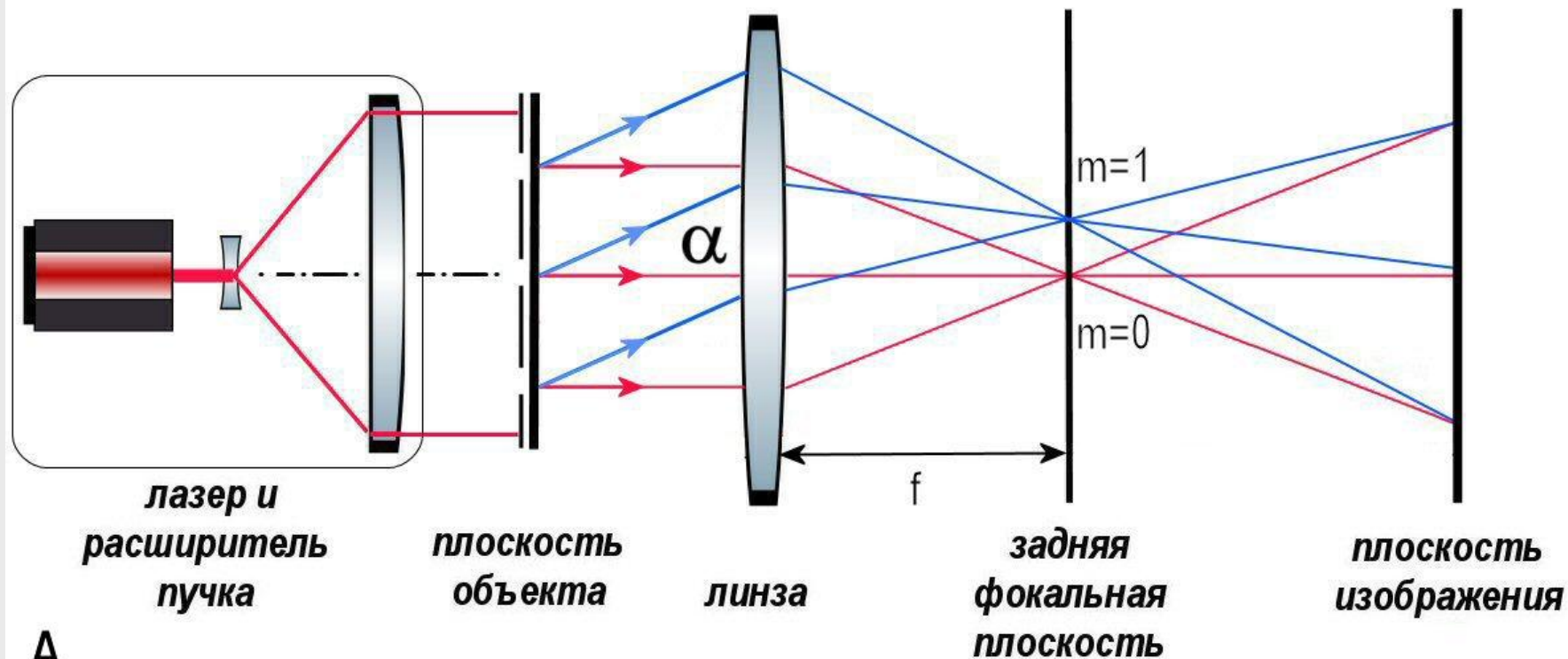
Условием интерференции световых волн является их **когерентность** – постоянство длины волны и разности фаз

# Дифракция



**Дифракцией называется огибание волнами препятствий на их пути**

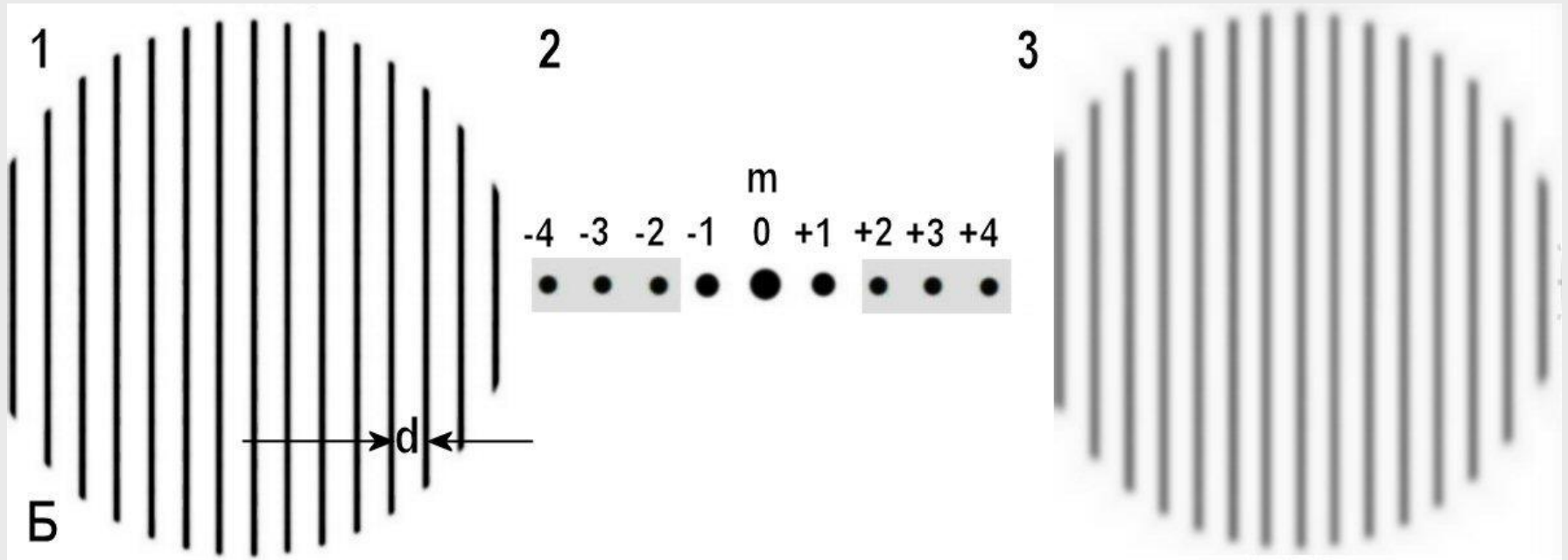
# Эксперимент Аббе



$$d * \sin \alpha = m * \lambda$$



# Эксперимент Аббе



$$d * \sin \alpha = m * \lambda$$

## **Выводы из эксперимента Аббе**

Один и тот же объект дает разные изображения, если модифицировать его дифракционную картину;

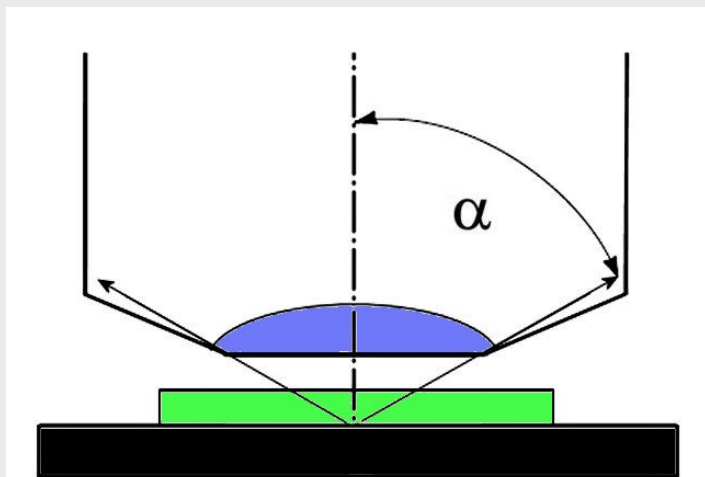
Ограничение по области дифракции приводит к ухудшению качества изображения;

Для формирования изображения одного центрального максимума недостаточно;

Формируемое микроскопом изображение не может быть точной копией объекта, но только приближением к нему.

# Формула Аббе

$$d = \lambda / n \sin \alpha$$



$\lambda$  – длина волны света;

$n$  – показатель преломления  
среды

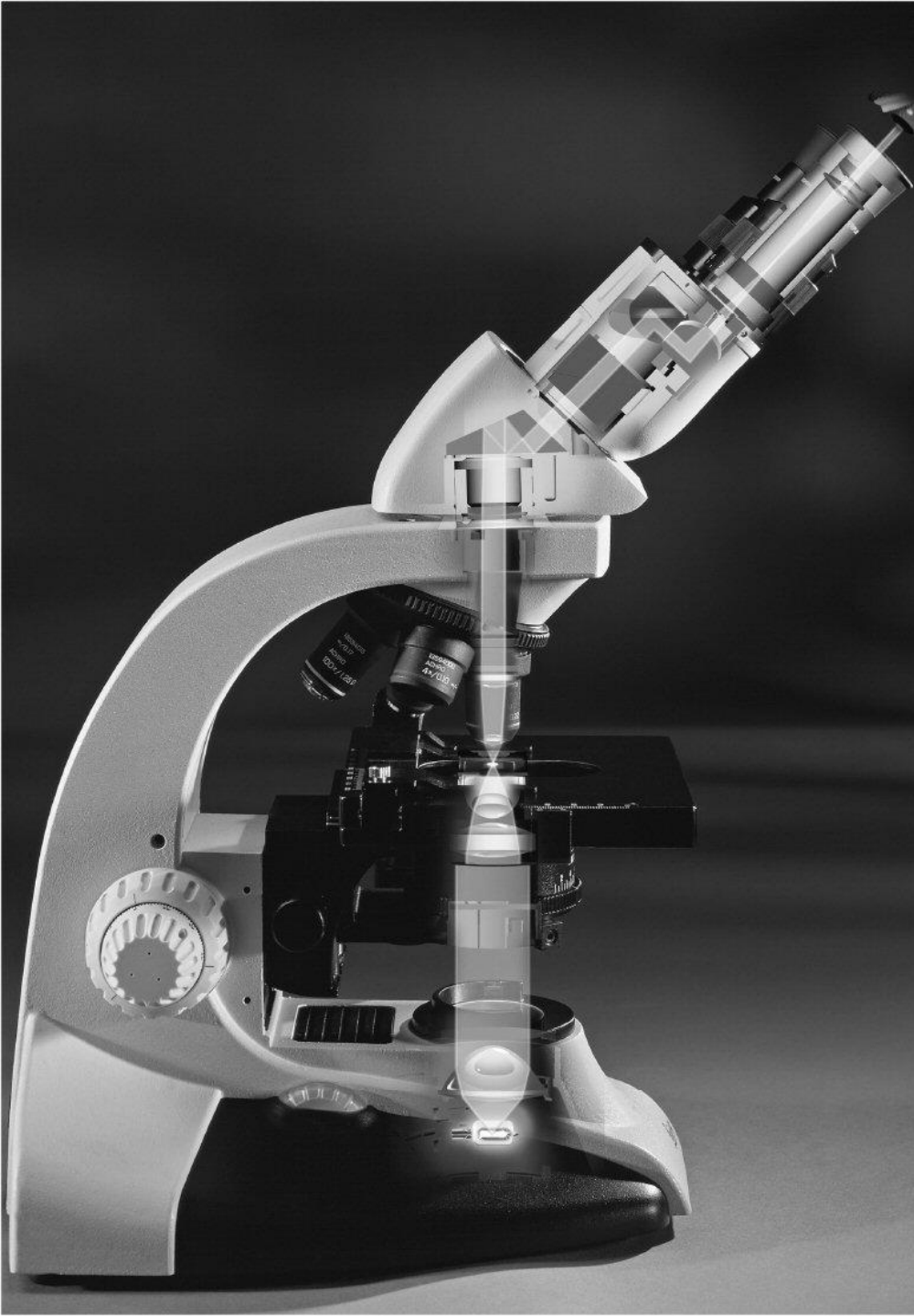
$\alpha$  – половина угла раскрытия  
объектива

# 1-ая модификация формулы

$$d = \lambda / NA$$

$\lambda$  – длина волны света;  $NA = n \sin\alpha$  – численная апертура  
(относительное отверстие) объектива



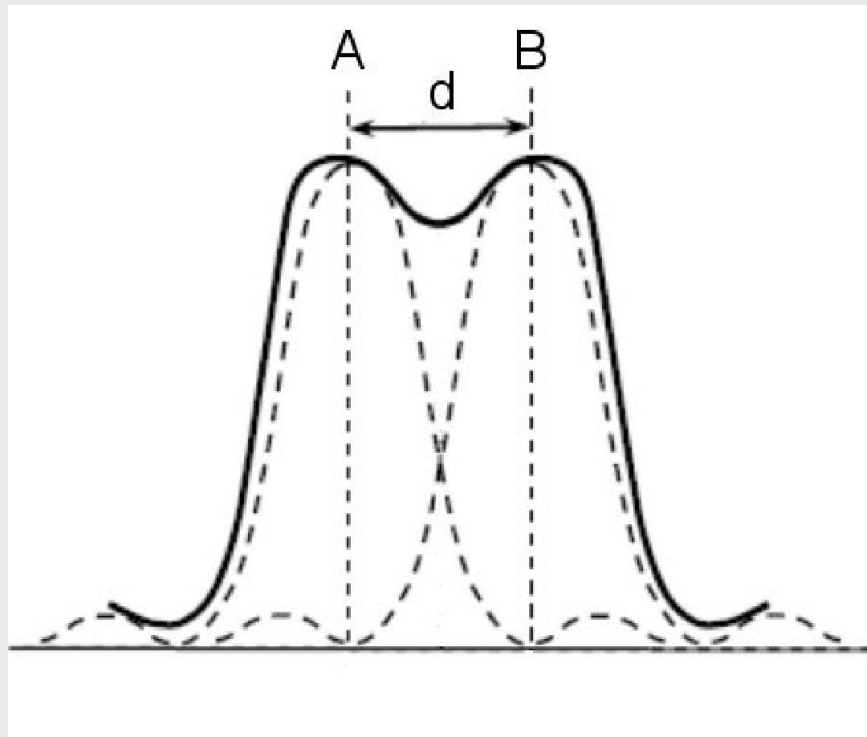


## 2-ая модификация формулы

$$d = \lambda / 2NA$$

при условии  
равенства  
апертур  
объектива и  
конденсора

# Разрешающая способность по Рэлею



Оптическое разрешение есть минимальное расстояние между двумя точками изображения, пока они еще видны отдельно

# 3-ая модификация формулы Аббе

с учетом частичной когерентности освещения в микроскопе:

$$d = 0.61\lambda / NA$$

Формула Аббе показывает, что разрешающая способность микроскопа тем выше, чем меньше длина волны света, используемого для освещения препарата, и чем больше численная апертура объектива.

съемка живых клеток  
плоское поле  
флюоритовое  
стекло

увеличение/апертура  
дифференциально-  
интерференционный  
контраст

коррекция на  
бесконечность

толщина покровного  
стекла 0 или 0.19-0.15 мм

настройка на толщину  
покровного стекла  
выбор типа иммерсии



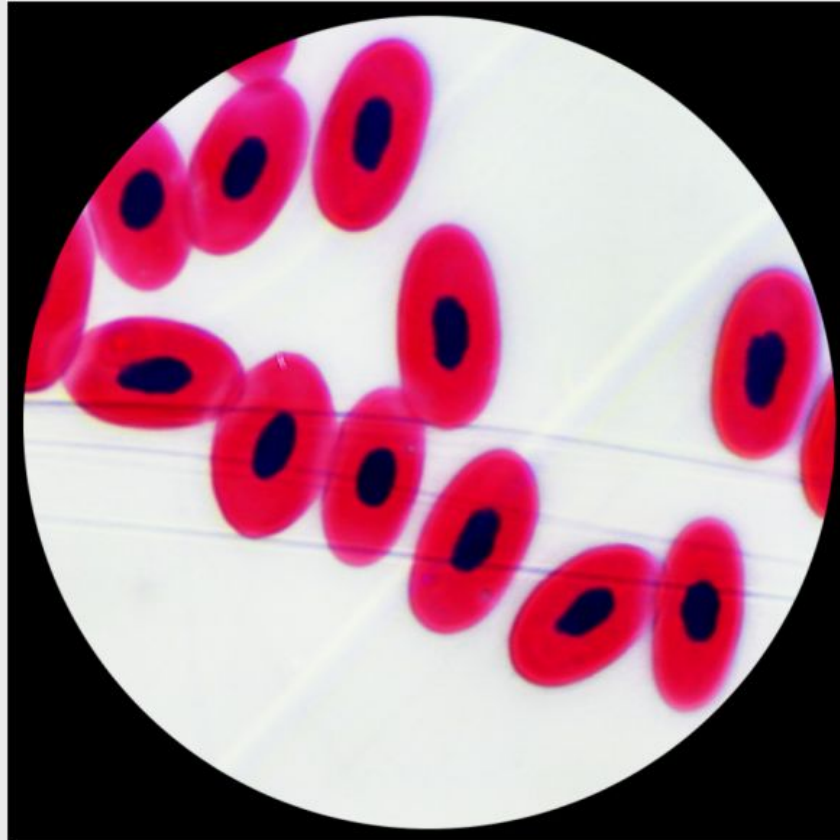


# Настройка микроскопа по Кёлеру



1. Определить положение полевой и апертурной диафрагм в микроскопе.
2. Установить объектив малого увеличения. Полностью открыть обе диафрагмы.

# Настройка микроскопа по Кёлеру



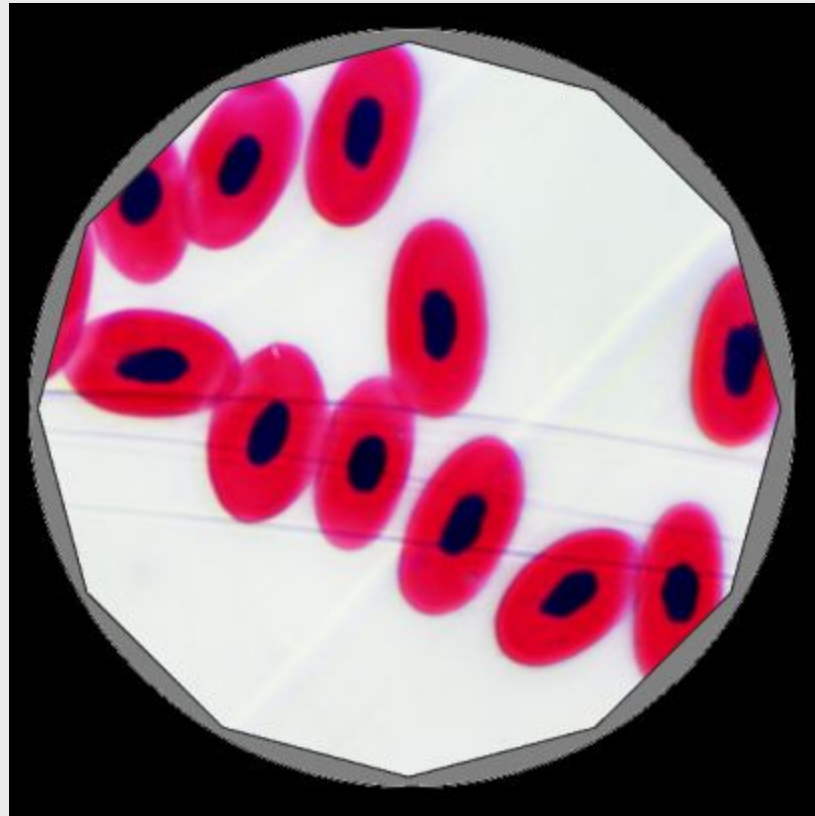
3. Поместить на предметный столик препарат и сфокусироваться на него.

# Настройка микроскопа по Кёлеру



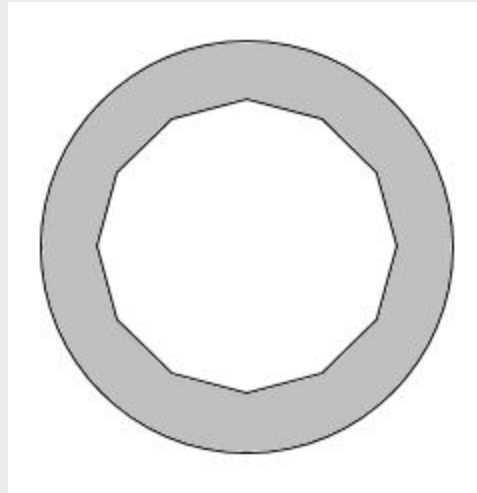
4. Закрывать полевую диафрагму и, передвигая конденсор по высоте, добиться ее резкого изображения. Если надо, отцентрировать диафрагму, передвигая конденсор

# Настройка микроскопа по Кёлеру



5. Открыть полевую диафрагму до границ поля зрения

# Настройка микроскопа по Кёлеру



6. Вынуть окуляр и уменьшить размеры апертурной диафрагмы на 20-40%. Вернуть окуляр на место



# Настройка микроскопа по Кёлеру



Повторить все операции для объектива с другим увеличением

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**