

Статья: <https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/techniques/darkfield/>

Тёмное поле в проходящем свете.

Все мы хорошо можем видеть звёзды, несмотря на те огромные расстояния, на которые они отстоят от Земли. Звёзды можно легко наблюдать ночью, главным образом, из-за резкого контраста между их слабым светом и чёрным небом.

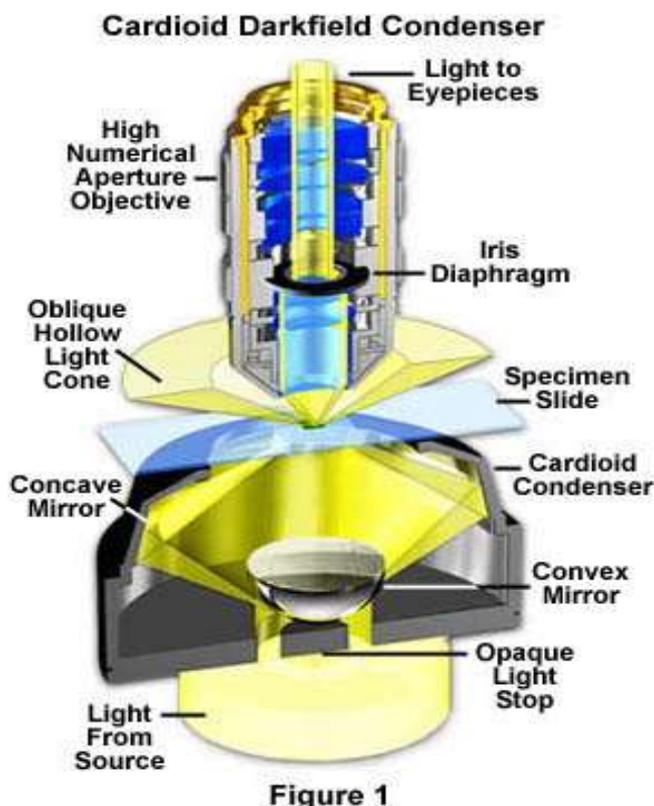


Figure 1

Рис. 1

Кардиоидный темнопольный конденсор
(перевод терминов сверху-вниз по рисунку):
Объектив с высокой числовой апертурой
Свет, проходящий через окуляр
Ирисовая диафрагма
Полый световой конус
Сторона образца
Кардиоидный конденсор
Вогнутое зеркало
Выпуклое зеркало
Непрозрачный ограничитель света
Источник света

И все же исчезающие в дневное время звёзды сияют круглосуточно, потому что подавляющая яркость солнца «сглаживает» слабый свет звёзд, делая их невидимыми. Во время полного солнечного затмения Луна движется между Землёй и Солнцем, блокируя солнечный свет — в таком случае звёзды можно увидеть, даже если это дневное время. Проще говоря, видимость слабого звёздного света многократно возрастает на тёмном фоне.

Этот принцип применяется в микроскопии тёмного поля (также называемой «темнопольной») — простого и популярного метода для чёткого отображения неокрашенных прозрачных образцов. Такие объекты часто имеют показатели преломления, очень близкие по значению к показателям их окружения, и их трудно отобразить в обычной светлопольной микроскопии. Например, многие мелкие водные организмы имеют показатель преломления в диапазоне от 1.2 до 1.4, что приводит к незначительному оптическому отличию от окружающей водной среды. Это идеальные кандидаты для освещения в тёмном поле.

Освещение тёмного поля требует блокирования центрального света. Обычно он проходит через и вокруг (т. е. окружает) образец, позволяя только косым лучам от каждого азимута «ударять» по образцу, установленному на предметном стекле микроскопа. Сферически вогнутая верхняя линза простого конденсора Abbe с тёмным полем позволяет световым лучам, выходящим с поверхности во всех азимутах, образовывать перевёрнутый полый конус света с вершиной, центрированной в плоскости образца. Если образец отсутствует, а числовая апертура конденсора больше, чем у объектива, косые лучи пересекаются, и все такие лучи не попадают в объектив из-за их наклона. Поле зрения в таком случае будет тёмным.

Пара тёмных полей «конденсор / объектив», показанная на рис. 1, представляет собой устройство с высокой числовой апертурой, которое является микроскопией тёмного поля в её наиболее сложной конфигурации. Объектив содержит внутреннюю ирисовую диафрагму, которая служит для уменьшения числовой апертуры объектива до значения ниже значения для инвертированного полого светового конуса, испускаемого конденсором. Кардиоидный конденсор является отражающей конструкцией тёмного поля, использующую внутренние зеркала для проецирования без абберрационного конуса света на плоскость образца.

Когда образец (особенно неокрашенный) помещают на предметное стекло, косые лучи пересекают образец и дифрагируют, отражают и / или преломляют оптические неоднородности (такие как клеточная мембрана, ядро и внутренние органеллы). Это позволяет слабым лучам «войти в цель». Затем, образец можно чётко увидеть на чёрном фоне. С точки зрения Фурье-оптики, освещение тёмного поля удаляет рассеянный свет от дифракционного изображения, сформированного в задней фокальной плоскости объектива. Это приводит к получению изображения путём рассеивания образцом дифракции с интенсивностью более высокого порядка.

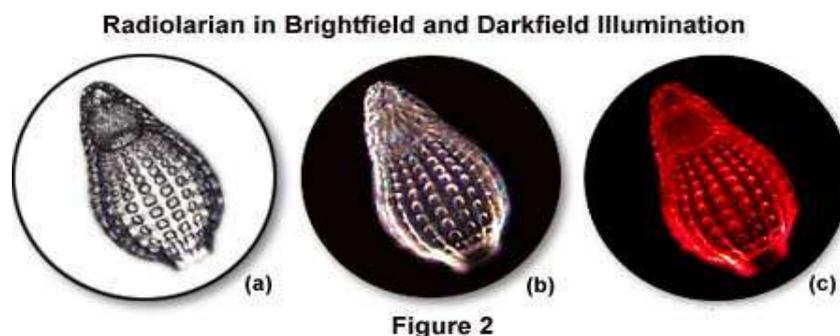


Рис. 2

Радиолярия в тёмном и светлом поле
(a), (b), (c)