

Кафедра физики, биофизики

РЕФЕРАТ

НА ТЕМУ: Физические основы эндоскопии. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения. Волноводы. Эндоскопы в ветеринарной диагностике.

Выполнил студент 536 группы:

Колина Т.Ю.

Проверила: Шталёва Н.Р.

Эндоскопия — способ осмотра некоторых внутренних органов при помощи [эндоскопа](#). При эндоскопии эндоскопы вводятся в полости через естественные пути, например, в желудок — через [рот](#) и [пищевод](#), в [bronхи](#) и [легкие](#) — через [гортань](#), в [мочевой пузырь](#) — через [мочеиспускательный канал](#), а также путем проколов или операционных доступов (лапароскопия^[1] и др.)

Оптику обычно делят на три части. Двумя из них являются волновая и квантовая оптика. Это деление основано на дуалистической природе света, который имеет свойства как волн, так и частиц. Третья часть называется геометрической оптикой, в которой пренебрегают волновыми свойствами света и считают, что он распространяется вдоль прямых линий в виде лучей.

Луч - это направление, вдоль которого распространяется световая энергия. Световые лучи изображаются на диаграммах прямыми линиями.

Законы геометрической оптики

Закон отражения. Световые лучи отражаются от зеркал, высокополированных металлов и т.п. (Рис. 1). Закон отражения указывает, что падающий луч, отраженный луч и нормаль к зеркалу, опущенная в точку падения луча, лежат в одной плоскости; угол падения равен углу отражения.

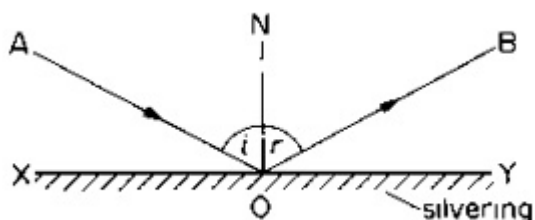


Рис. 1. Закон отражения

Закон преломления. Когда световые лучи переходят из одной среды в другую (например, из воздуха в стекло), часть световой энергии отражается от плоскости, что находится в соответствии с законом отражения. Другая часть света проходит в другую среду вдоль нового направления (Рис. 2).

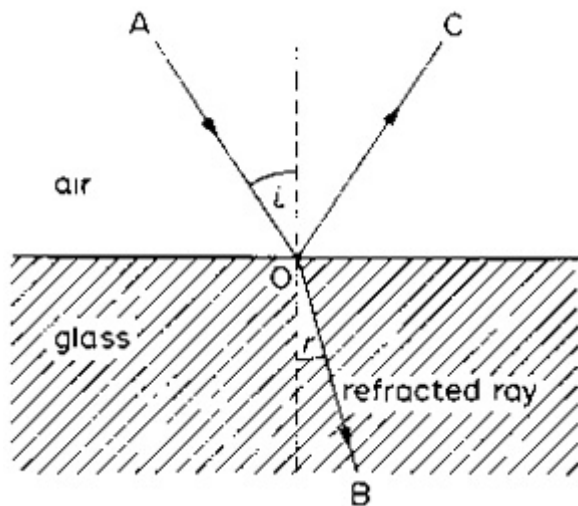


Рис. 2. Преломление на поверхности плоскости

Из-за изменения направления говорят, что свет преломляется. Закон преломления указывает, что луч падающий, преломлённый луч и нормаль к точке падения луча лежат в одной плоскости; для двух данных сред (1 и 2) отношение угла падения к углу преломления - есть величина постоянная: $\sin i / \sin r = \text{const}$, где i - угол падения и r - угол преломления. Эта постоянная величина известна как относительный показатель преломления для двух данных сред n_{21} . Свет преломляется, поскольку в разных средах он распространяется с различными скоростями. Величину относительного показателя преломления n_{21} определяют также по формуле: $n_{21} = v_2/v_1$, где v_1 и v_2 - скорости света в средах 1 и 2.

Абсолютный показатель преломления среды - отношение скоростей света в вакууме C и данной среде v : $n = C/v$.

Среду, имеющую большую величину абсолютного показателя преломления по сравнению с другой, называют оптически более плотной.

Полное внутреннее отражение. Предельный угол.

Полное внутреннее отражение происходит в случае перехода света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду, то есть при $n_1 > n_2$ (например, из стекла в воздух).

Если луч АО падает на границу стекло-воздух под небольшим углом, часть света отражается вдоль ОЕ, тогда как другая часть - преломляется вдоль ОL (Рис. 3). Причём угол преломления в этом случае больше угла падения. При увеличении угла падения происходит одновременное нарастание и угла преломления. При некотором значении угла падения на преломленный луч ОL начнёт скользить вдоль границы стекло-воздух, при этом углом преломления составляет 90°. Такой угол падения называется предельным углом. Если угол падения становится немного больше критического, преломленный возвращается в среду, откуда на границу раздела поступает падающий луч. Поскольку вся энергия света в таком случае отражается, говорят, что произошло полное внутреннее отражение.

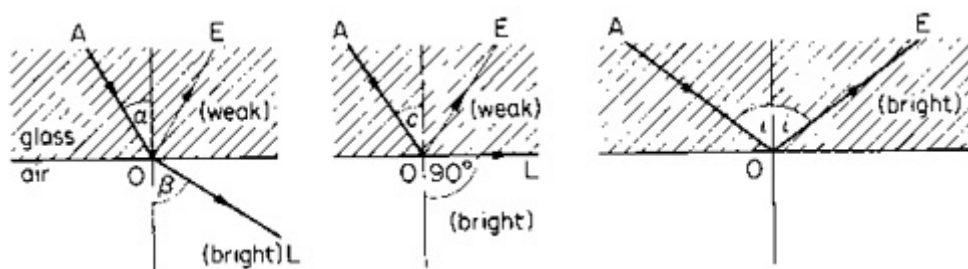


Рис. 3. Полное внутреннее отражение

Волоконная оптика. Эндоскопия

Феномен полного внутреннего отражения является физической основой волоконной оптики. В волоконной оптике применяют очень тонкие гибкие волокна, сделанные из пластмассы или стекла. Их поверхность покрыта специальным веществом, которое имеет меньший показатель преломления, чем материал волокна для того, чтобы на границе стекло-вещество происходило полное внутреннее отражение. Световые луч запускаются в волокно и могут распространяться вдоль него на большие расстояния с небольшим уменьшением интенсивности. Пучок таких волокон формирует световод.

Волоконная оптика широко используется в медицинской эндоскопии. Различные эндоскопы (гастроскоп, трахеобронхоскоп, цистоскоп, лапароскоп и т.п.) дают возможность наблюдать внутренние органы в диагностических целях и делать фотографии внутренних органов. Один пучок волокон используется, чтобы освещать изучаемую область, а по другому пучку изображение передаётся к человеческому глазу или фотокамере.

Световоды используются также в эндоскопической хирургии. В настоящее время для многих хирургических действий не требуется широких разрезов. Операции могут быть выполнены посредством дистанционных манипуляторов под управлением эндоскопов. Эти методы менее травматичны, чем осуществляемые с помощью обычной хирургической техники. Эктомия желчного пузыря - один из примеров применения эндоскопов в хирургии.

Линзы

Линза – прозрачное тело, сделанное из стеклянного или другого материала, показатель преломления которого отличается от показателя преломления среды, ограниченное одной или двумя сферическими поверхностями.

Бывают собирающие и рассеивающие линзы.

Главная ось линзы - линия, соединяющая центры кривизны обеих сферических поверхностей.

Оптический центр тонкой линзы - точка, которая находится в центре линзы на её главной оптической оси. Световые лучи, проходящие через оптический центр, не преломляются.

Параллельный пучок падающих на тонкую собирающую линзу лучей после прохождения через линзу собирается в одну точку на главной оптической оси, которая называется главным фокусом линзы (Рис. 4). Есть два главных фокуса по обе стороны линзы – передний и задний.

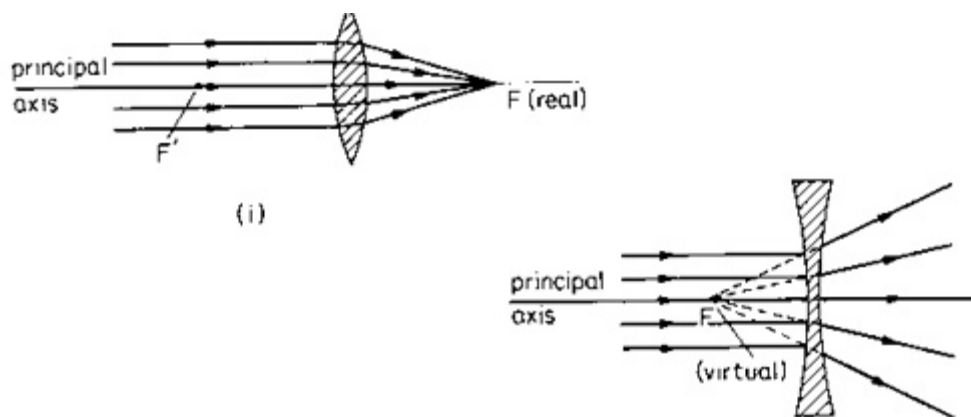


Рис. 4. Собирающая и рассеивающая линзы.

Расстояние между оптическим центром линзы и её главным фокусом, называется фокусным расстоянием (f).

Величина, обратная фокусному расстоянию линзы, называется её оптической силой D : $D = 1/f$. Единицей измерения оптической силы линзы является диоптрий. 1диоптрий – оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно одному метру.

Построение изображения в линзах

Предположим, что объект OP установлен дальше от переднего главного фокуса тонкой линзы (Рис. 5). Луч PC проходит через центр линзы без преломления. Луч, параллельный главной оси, преломляясь, проходит через задний главный фокус линзы F . Таким образом, изображением точки P является точка Q , которая находится ниже главной оси, и, следовательно, целое изображение IQ – действительное, перевёрнутое. Изображение, сформированное собирающей линзой, всегда является действительным и перевёрнутым, если объект установлен на расстоянии большем, чем фокусное расстояние линзы.

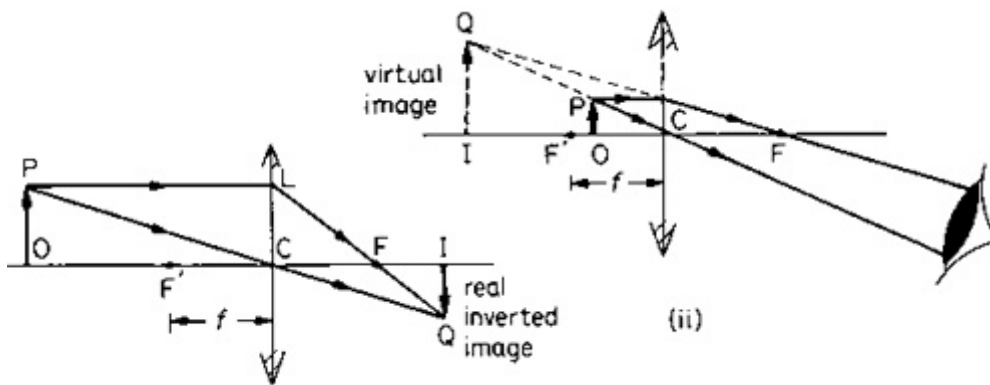


Рис. 5. Построение изображения в собирающей линзе

Если объект установлен впереди фокусного расстояния собирающей линзы (Рис. 5), лучи расходятся после преломления в линзе. Изображение IQ в таком случае будет мнимым, прямым и увеличенным. Следовательно, собирающую линзу можно использовать как "увеличительное стекло".

Погрешности (абберации) линз

Абберации линзы – дефекты линзы, которые могут исказить формируемое с её помощью изображение объекта. Это может происходить по ряду причин.

Основной дефект линз - хроматическая абберация, то есть окрашивание изображения, которое они производят. Эксперимент показывает, что после того, как параллельный луч белого света преломится в собирающей линзе, красные лучи света собираются в фокусе линзы, а синие лучи – рядом с фокусом из-за различий в преломлении света разных длин волн. Таким образом, изображение предмета становится окрашенным. Хроматическую абберацию собирающей линзы можно устранить подбором и размещением подходящей рассеивающей линзы рядом с собирающей.

Кроме того, центральная и периферическая части линзы имеют неравную способность преломлять монохроматические световые лучи. Это является причиной сферической абберации. Смежные монохроматические лучи больше преломляются периферическими частями линзы, чем её центральной частью. Таким образом, изображение светящейся точки становится не точечным, размытым. Сферическую абберацию можно устранить компенсационным методом или диафрагмированием.

Астигматизм является чаще всего результатом несовершенства сферичности линзы. Линза может иметь разную кривизну в различных направлениях. Если поверхность линзы имеет не сферическую форму, а эллипсоидальную, то изображение объекта может быть искаженным и непропорциональным.

Основные явления волновой оптики

Из работ Максвелла об электромагнитном излучении, известно, что свет является видом электромагнитных (ЭМ) волн. ЭМ-волна - это поперечная волна, в которой колебания векторов напряжённости электрического и магнитного полей происходит перпендикулярно вектору направления движения. Электромагнитные волны

распространяются в вакууме со скоростью 300 000 километров в секунду. Волновые свойства света проявляются в таких явлениях как интерференция, дифракция и поляризация.

Интерференция света. Интерференция является результатом суперпозиции световых волн. Наложение происходит всегда, когда в среду посылаются две волны и больше. Но интерференция происходит только при условии, что свет исходит от когерентных источников. Волны называются когерентными, если между ними существует постоянная разность фаз. Два естественных источника света не могут быть когерентными, поскольку электромагнитные волны в них испускаются произвольно многими атомами и молекулами, и волновые фазы изменяются часто и беспорядочно.

Когерентные световые лучи формируются, если они порождаются одним источником и разделены с помощью специальной призмы. Световые лучи могут стать когерентными также при их отражении от обеих поверхностей тонкой плёнки. Источниками когерентного света являются лазеры.

Если когерентные световые лучи падают на экран, они формируют стабильную комбинацию световых максимумов и минимумов (светлые и темные полосы). Световые максимумы формируются в местах, где когерентные лучи от обоих источников находятся в одинаковой фазе, минимумы - где они находятся в противофазе (противоположной фазе).

Дифракция света. Дифракция волн происходит при их прохождении через щель и вокруг препятствий. Эксперимент показывает, что волны могут обгибать объекты достаточно малого размера. Так, если длина волны меньше ширины щели или препятствия, то происходит отражение и поглощение света. А если длина волны света больше размера препятствия или щели, то происходит дифракция волн: проходя через узкую щель, световой луч разделяется, а, встречая на пути препятствия, обгибает их.

Дифракционная решетка состоит из многих щелей, расположенных параллельно друг другу. При прохождении через щели дифракционной решетки световые волны интерферируют, формируя на экране дифракционную картину. Прохождение световых волн через щели решетки зависит от их длины. Излучение различных атомов и молекул, в свою очередь, характеризуется определенным соотношением световых волн разных длин волн. Таким образом, спектр излучения атомов и молекул, полученный разложением белого света с помощью дифракционной решетки, используется для спектрального анализа химического состава вещества.

Поляризация света. Свет, подобно любой другой поперечной волне, можно поляризовать. При распространении в среде поперечной волны плоскость колебания вектора напряжённости электрического поля может проходить через любую линию, перпендикулярную направлению распространения волны.

Электромагнитные волны представляют собой колебания напряженностей электрического и магнитного полей во взаимно перпендикулярных плоскостях, перпендикулярных также направлению движения волны. Если колебания вектора напряженности электрического поля осуществляются преимущественно в одной плоскости, то говорят, что волна линейно поляризована вдоль этого направления. Излучение одиночного атома или молекулы поляризовано. В образце вещества атомы и молекулы излучают произвольно, поэтому световой луч неполяризован.

Поляризованный свет может быть получен из неполяризованного несколькими способами. Наиболее распространённым является поглощение света поляроидами, представляющими собой пленку с нанесенными на нее кристаллическими веществами, способными пропускать свет преимущественно в одной конкретной плоскости.

Поляриметрия

Поляризация света широко используется в измерениях концентраций оптически активных веществ. Приборы, предназначенные для этой цели, называются поляриметрами. Оптически активные вещества могут вращать плоскость линейно поляризованного света, проходящего через их кристаллы или ионы. Некоторые из них вращают её по часовой стрелке. Они называются правовращающими веществами (D-изомерами вещества). Другие вещества вращают плоскость поляризации против часовой стрелки. Это левовращающие вещества, или (L-изомеры вещества).

Сахара и аминокислоты являются оптически активными веществами. Их молекулы могут находиться в двух формах, которые химически идентичны, но отличаются в пространственном расположении атомов. Они могут считаться зеркальными отражениями друг друга. Такие формы молекул называются стереоизомерами (D-изомеры и L-изомеры). Можно отметить, что в организмах вещества представлены только одной формой стереомеров. Например, все белки состоят из L-аминокислот.

Поляриметрия позволяет отличать D-изомеры от L-изомеров и измерять их концентрацию. Поляриметр состоит из двух поляроидных фильтров: поляризатора и анализатора. Поляризатор превращает луч естественного света в плоскополяризованный свет. Анализатор физически идентичен поляризатору. Если оба поляроидных фильтра ориентированы параллельно, анализатор пропускает через себя поляризованный поляризатором свет. Если поляризатор и анализатор расположены взаимноперпендикулярно, анализатор не пропускает свет, прошедший через поляризатор.

В поляриметре между поляризатором и анализатором устанавливают кювету с раствором сахара. Сахар поворачивает плоскость поляризации на некоторый угол, который зависит от концентрации сахара в растворе. Концентрацию сахара в растворе определяют по углу, на который необходимо повернуть анализатор, чтобы восстановить прохождение через него поляризованного света.

Световой микроскоп

Микроскоп является одним из наиболее часто используемых в медицине физических приборов. Световой микроскоп есть в каждой клинической лаборатории. Для домашнего же использования Вы можете купить детский микроскоп.

Микроскоп применяется для увеличения рассматриваемых объектов. Для этого в микроскопе используют две линзы. Одна из них расположена возле изучаемого объекта и называется объективом. Другая линза – позволяет рассмотреть конечное изображение объекта и называется окуляром, или глазной линзой. Объектив и окуляр – собирающие линзы с небольшим фокусным расстоянием. В действительности обе линзы представляют собой совокупность нескольких линз, которые вместе способствуют уменьшению хроматической и сферической аббераций.

При использовании микроскопа объект (AB) устанавливают на немного большем расстоянии от объектива, чем его фокусное расстояние F_1 от центра линзы объектива (Рис. 6). Он формирует действительное, перевернутое и увеличенное изображение объекта (A1B1) в тубусе микроскопа. Изображение, полученное с помощью объектива, становится

объектом для окуляра, который расположен так, чтобы изображение объектива находилось впереди фокуса F_2 линзы окуляра. Окуляр функционирует как простое увеличительное стекло, используемое для просмотра изображения, полученного с помощью объектива. В результате формируется мнимое, перевернутое и увеличенное изображение первоначального объекта (или мнимое, прямое, увеличенное изображение изображения, полученного с помощью объектива) – A_2B_2 .

Общее увеличение микроскопа находят, умножив увеличение объектива на увеличение окуляра. Величину увеличения каждой из линз определяют отношением расстояния от рассматриваемого объекта к фокусному расстоянию объектива и окуляра.

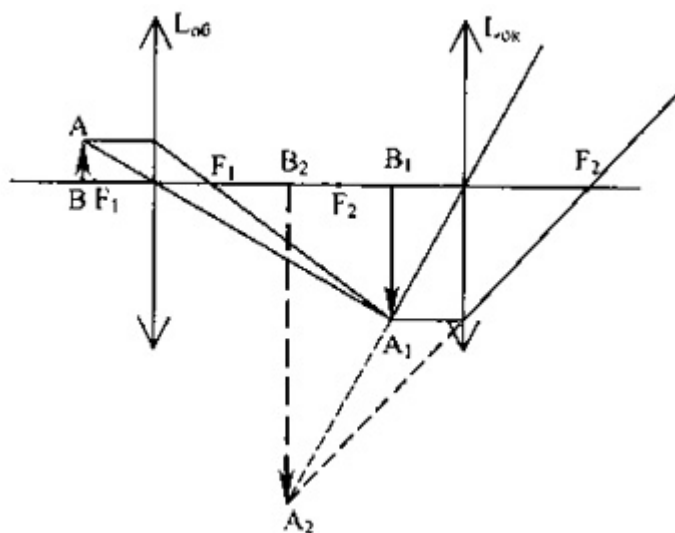


Рис. 6. Построение изображения в световом микроскопе.

Современные эндоскопы оснащены специальными приспособлениями, благодаря которым врач прямо по ходу исследования может совершить необходимую манипуляцию: взять материал для диагностики (биопсию), удалить полип или инородное тело, остановить кровотечение из мелкого сосуда (для этой цели применяют лазерные лучи) и др. При эндоскопии эндоскоп вводят в полости через естественные пути.

Существуют следующие виды эндоскопии, применяемые в ветеринарии:

- бронхоскопия,
- колоноскопия,
- гистероскопия,
- кольпоскопия,
- уретроскопия,
- цистоскопия,
- эзофагодуоденоскопия,
- отоскопия,
- артроскопия.

А теперь более подробно о некоторых методах...

Эзофагогастродуоденоскопия, (гастроскопия, видеогастроскопия, фиброгастроскопия) – метод, который дает возможность провести исследование пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки. Для этого небольшой эндоскоп вводится через рот. Данный метод диагностики проводится для определения причин тошноты, затрудненного глотания

пищи, рвоты. Гастроскопия является оптимальным методом для выявления причин кровотечений из верхних отделов ЖКТ. Она по многим параметрам, в том числе по точности, превосходит рентгенологическое обследование в части обнаружения язв, диагностики воспалительных изменений слизистой оболочки, выявления опухолей на самых ранних стадиях. Во время процедуры можно осуществить биопсию слизистой для дальнейшего гистологического исследования. Взятие слизистой проводится специальным инструментом и не провоцирует возникновения каких-либо болезненных ощущений. Кроме этого, метод позволяет во время исследования останавливать кровотечения, удалять полипы.

Ежедневно в клинику обращаются владельцы домашних животных, которые подозревают, что их питомец проглотил что-либо, непригодное в пищу. Часто такими пациентами являются молодые котята и щенки, которые во время игры нередко проглатывают какой-либо мелкий предмет. Своевременное обнаружение инородного предмета и его извлечение при помощи гастроскопа помогает решить эту проблему быстро и безболезненно и позволяет избежать сложной операции.

Колоноскопия - это исследование, позволяющее оценить, в каком состоянии находится слизистая толстой кишки. Для осмотра толстого кишечника через прямую кишку вводится гибкий колоноскоп. Исследование проводится для выявления и уточнения заболеваний, которые проявляются диареей, кровотечением, длительными запорами и пр., для обнаружения полипов, воспаления слизистой толстого кишечника, для исключения онкозаболеваний, для контроля после удаления полипов и др.

Трахеобронхоскопия, или просто бронхоскопия, – исследование, позволяющее оценить состояние слизистой оболочки и просвета трахеи и бронхов. Для его выполнения в просвет трахеи и бронхов вводятся гибкие эндоскопы. Перед выполнением процедуры обязательно рентгенологическое исследование органов грудной клетки.

Трахеобронхоскопия осуществляется, когда необходима полная диагностика и уточнение диагноза заболеваний дыхательных путей. К ним относятся кашель, опухоли, кровотечение и кровохарканье неясной этиологии, бронхиальная астма, нагноительные процессы в легких, инородные тела, заболевания плевры, обследования после операции и т.д. При возникновении необходимости в микроскопическом исследовании выполняется биопсия подозрительных участков слизистой оболочки.

Таким образом, эндоскопические методы диагностики и лечения во всем мире интенсивно развиваются. Они дают меньше осложнений и минимизируют послеоперационный дискомфорт, являются безопасными и малотравматичными. В нашем ветеринарном центре вам окажут квалифицированную помощь в решении проблем со здоровьем Вашего питомца.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1- <http://www.km.ru/referats/334028-fizicheskie-osnovy-medsinskikh-priborov>
- 2- Ветеринарная клиника «ЗООВЕТ», <http://www.zoovet.ru/text.php?newsid=809>