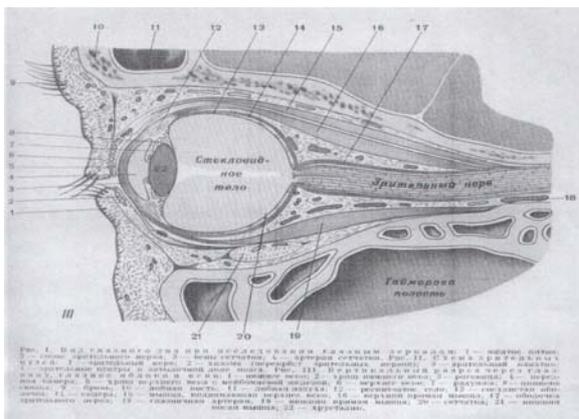


“ ЧТО ОБЩЕГО МЕЖДУ ГЛАЗОМ И ФОТОАППАРАТОМ?”.

Глаз - Орган восприятия светового раздражения. Имеется у всех позвоночных парные, располагаются в глазных впадинах-**орбитах**, и состоят из **собственно глаза, или глазных яблок**, соединенных при посредстве зрительного нерва с мозгом, и **придаточных частей глаза**: век, слезного аппарата и глазодвигательных мышц.



Глазное яблоко представляет собой тело шаровидной формы. Центральная точка передней поверхности называется **передним полюсом**, точка задней поверхности- **задним полюсом**, линия соединяющая полюсы- **анатомическая ось** (совпадает с геометрической осью).

В передней, обращенной к свету, части глаза располагается **диоптрический (светопреломляющий) аппарат**, передающий изображений на светочувствительную сетчатку или **ретину**. Он представляет собой систему преломляющих сред, включающую **роговицу**, прозрачную **двояковыпуклую линзу- хрусталик**, водянистую влагу и **заполняющее полость глаза стекловидной тело**. К диоптрическому аппарату так- же относят служащие для аккомодации **реснитчатое тело** и радужную оболочку, или **радужку**. Пространство между задней стенкой роговицы и передней стенки радужки называется **передней камерой**; пространство между задней стенкой радужки и передней стенкой хрусталика- **задней камерой**.

Стенка задней части глазного яблока состоит из трех оболочек, плотно прилегающих друг к другу. Наружная оболочка- **склера**- имеет опорное и защитное значение; оно придает глазу форму, являясь как бы его скелетом. На передней открытой стороне склера переходит в тонкую и прозрачную **роговицу**. Под **склерой**- **сосудистая оболочка**, передняя часть которой в виде тонкой пластинки образует **радужную оболочку**, имеющую посередине отверстие- **зрачок**. В ткани радужки есть **особые мышцы** (**дилатор и сфинктер**), которые расширяя и суживая зрачок, регулируют поступление в глаз световых лучей, и радужка, таким образом, исполняет **роль диафрагмы**. От пигментации

радужки, просвечивающею через прозрачную роговицу, зависит цвет глаз. Позади радужки располагается **реснитчатое тело**- кольцевой валик, содержащий мышечные волокна. К нему подвешена сумка хрусталика. Сокращение реснитчатого тела обуславливает изменение кривизны хрусталика, т.е. **аккомодацию глаза- приспособление к далекому или близкому зрению**. Внутренняя светочувствительная оболочка глаза- **сетчатка** (хорошо изучено А.А. Заварзиным-1888 г. и Я.А.Винниковым в1947 г.). В передней части глазного яблока, оптически деятельный слой сетчатки переходит в **слепую часть**, которая в виде двойного слоя эпителиальных клеток выстилает реснитчатое тело и радужку. У заднего полюса находится участок сетчатки, состоящий из одних светочувствительных элементов- **желтое пятно**; несколько ближе к средней линии от него находится участок, лишенный чувствительности к свету- **слепое пятно**. В этом месте собираются со всей сетчатки нервные волокна, выходящие из глаз через отверстие в сосудистой оболочке и склеры и в виде **зрительного нерва** продолжающиеся далее в головной мозг.

Глаз человека- сложная оптическая система, позволяющая тонко различать цвета, формы и расположение предметов окружающего мира.

Отверстие зрачка играет роль подобную диафрагме в фотографическом аппарате. Благодаря действию мышц радужной оболочки отверстие зрачка может делаться уже или шире, что изменяет фокуси-ровку глаза (фокус глубже при сужении). Светочувствительные элементы состоят из палочкообразных и колбочкообразных отростков, вос-принимающие действие света. Колбочки менее чувствительны, они участвуют в восприятии цветов. Их насчитывается около 7 млн., палочек-130 млн. Распределены они неравномерно: в середине сетчатки преоб-ладают колбочки, в боковых частях- палочки. В месте слепого пятна нет ни палочек, ни колбочек. Оно имеет овальную форму - $1,5 \times 2 \text{ мм}^2$.

Желтое пятно- место наиболее ясного видения. находится на 3- 4 мм к виску и вверх от слепого пятна. В середине желтого пятна имеется уг-лубление - центральная ямка, расположенная на 1,25 мм книзу от места сетчатки, где идет пересечение с оптической осью- прямая проходящая через центры кривизны поверхностей роговицы и хрусталика.

Роль фотографического объекта в нашем глазу играет хрусталик, представляющий собой прозрачную, слегка желтоватую двояковыпук-лую упругую линзу. Во внутренних слоях (ядре) хрусталик тверже и сильнее преломляет свет, чем в более поверхностных слоях. Наличие такого ядра делает хрусталик более преломляющим для лучей, близких к оптической оси.

Аккамадация глаза происходит путем изменения преломляющей способности хрусталика. При рассматривании близких предметов- сок-ращающие мышцы делают хрусталик более выпуклым, что укорачивает его фокусное расстояние и способствует получению на сетчатки четкого изображения от близких предметов. Расслабление мышц делает хрусталик более сплюсненным, с большим фокусным расстоянием, настраивая глаз на дальние предметы. Диоптрический аппарат считается нормальным, если при расслаблении

аккомодации его второе фокусное расстояние равняется удаленности сетчатки от второй главной плоскости глаза, т.е. на 0,3 мм (предмет будет виден четко).

Однако при очень близком расположении рассматриваемого предмета напряжение мышц, деформирующих хрусталик, усиливается, и работа глаза становится утомительной. Оптимальное расстояние при чтении и письме- 25 см.

Чтобы глаз действительно был органом зрения, необходимо, чтобы была сохранена его связь с лежащими выше нервными центрами. Ко-нечные центры-затылочные доли коры головного мозга, нарушение их приводит к полной слепоте.

Светопреломляющая (диоптрическая) система глаза состоит из пре-

ломляющих поверхностей роговицы и хрусталика. Благодаря им в внутри глаза получается действительное обратное изображение предметов, находящихся перед глазом. (рис. стр.476), Первым, кто доказал, что изображение перевернутое был И.Кеплер, построив ход лучей в оптической системе глаза. Чтобы проверить этот вывод, фр.уч. Р.Декарт (1596-1650 гг.) взял глаз быка и, соскоблив с его задней стенки непрозрачный слой, поместил в отверстие, проделанном в оконном ставне. Картина получилась перевернутая. В 1896 г. ам. психолог Дж. Стреттон поставил на себе эксперимент. Он надел специальные очки, благодаря которым на сетчатке глаза изображение окружающих предметов оказывались не обратными, а прямыми. И мир в сознании Стреттона перевернулся. Все предметы он стал видеть вверх ногами. Из-за этого произошло рассогласование в работе глаз с другими органами чувств. У ученого появились симптомы морской болезни. В течении трех дней он ощущал тошноту. Однако на четвертые сутки организм стал приходить в норму, а на пятый день Он стал чувствовать себя так же, как и до эксперимента. Мозг освоился с новыми условиями работы, все предметы снова стали прямыми. Но после снятия очков, все опять перевернулось. На этот раз зрение восстановилось через полтора часа. Подобная приспособляемость присуща только человеку, опыт поставленный на обезьяне привели ее в комокозное состояние. Однако и человеческий мозг не всегда способен справиться с анализом изображения, получающегося на сетчатке глаза- возникает иллюзия зрения, т.е. наблюдаемый объект кажется не таким, каков он есть на самом деле.

Упрощенные данные:

Преломляющая сила глаза (в дптр)-58,82

Длина глаза (мм) - 23,4

Радиус кривизны роговицы (мм) - 6,8

Показатель преломления стекловидного тела-- 1,4

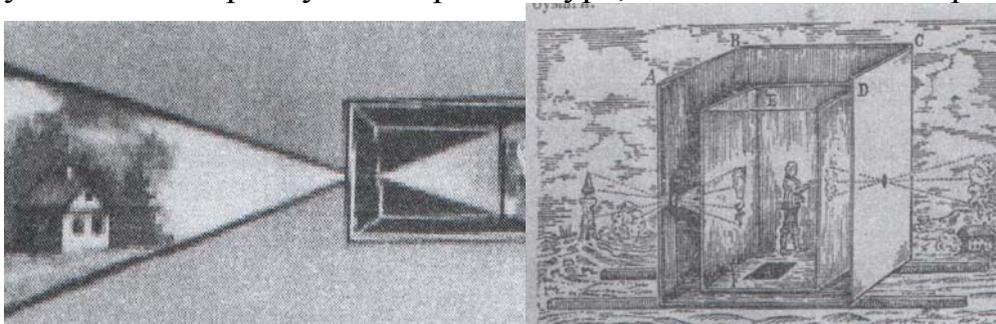
Радиус кривизны поверхности сетчатки (мм)-10,2.

Глазу, как оптическому прибору, присущи явления aberrаций (сферической и хроматической) и дифракции света на зрачке.

Фотоаппарат- аппарат для получения оптического изображения фотографируемого объекта на светочувствительном слое фотоматериала. Изображение получается в результате фотохимической действий лучистой энергии, первоначально скрытое. Это изображение затем надо проявить и закрепить. Данное изображение на пленке(фото пластине) является негативным. В последствие для получения позитива, т.е. фотографии, надо, с применением оптической аппаратуры спроецировать негатив на фотобумагу, проявить и закрепить, т.е. получить фотографию. Фотография- область науки, служащая для получения на светочувствительных материалах изображений предметов. В 18 в. ряд исследователей обнаружили роль света в изменении цвета некоторых химических соединений (азотокислого серебра). Первое практическое применение сведений опубликовал англ. Т.Веджвуд в 1802 г. способ получения фотографического изображения на бумаге и коже, пропитанных азотокислым серебром, но ему не удалось закрепить эти изображения. В последствие фр. худ. Дагер (1839г.), одновременно Ньепс, а затем в 1841 г. англ.уч. Тальбот разработали метод двух ступенчатого получения фотографии, т.е. негативно- позитивный. Это и стало прообразом современной фотографии. Совершенно очевидно, что фотография не могла родиться на пустом месте.

Немного пред историей создания фотоаппарата.

Нам, живущим в 21 веке и привыкшим к фотографии, телевидению и кино, трудно себе представить мысли и чувства средневековых зрителей, впервые увидевших картину в камере- обскура, замечательное изобретение безымянного



автора, прообраз многих оптических приборов.

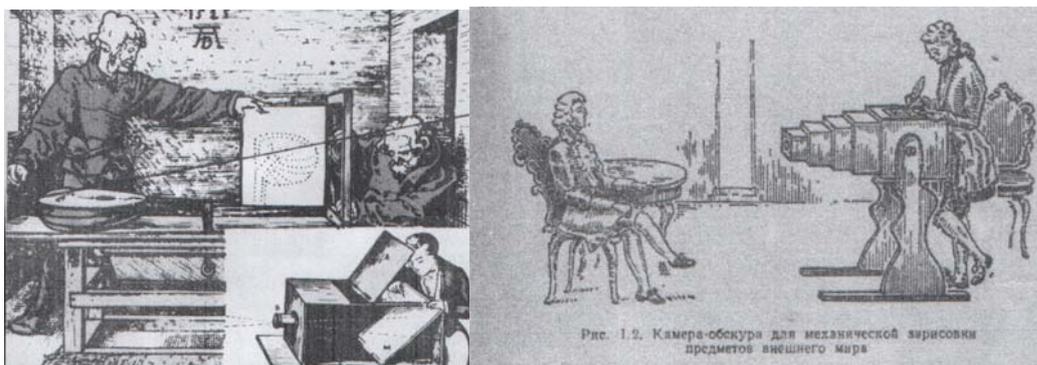
Известный советский физик и историк науки С.И.Вавилов писал: «С помощью этого общедоступного прибора все поняли, наконец, что такое действительное оптическое изображение предметов, и убедились в его существовании. До камеры изображение знали только в глазу и на картинах, создаваемых художниками. Камера решительно отделила свет от зрения, оптика - наука о зрении- перестала быть таковой и превратилась в учение о свете.»

Древнегреческий философ Платон около 400 г. до н.э.выдвинул теорию зрительных лучей. Он предполагал, что из глаз исходят лучи, которые встречаясь с предметами, освещают их и создают образ окружающего мира.

Великий геометр Евклид поддерживал теорию Платона , он предположил прямолинейность лучей и установил закон отражения. Современник Платона

Демокрит утверждал, что от всякого тела в пространстве отделяется нечто, являющее точной копией самого тела. Аристотел считал, это результат действия на глаза среды, находящейся между глазом и предметом. У араб.уч Альхазена (11 в.) была своя трактовка. Так что исследуя камеру- обскуру , ученые окончательно расстались с идеей о световых лучах, исходящих из наших глаз.

С незапамятных времен, например, было замечено, что луч Солнца, проникая сквозь небольшое отверстие в темное помещение, оставляет на плоскости световой рисунок предметов внешнего мира. Предметы изображаются в точной пропорции и цветах, но в уменьшенных, по сравнению с натурой, размерах и перевернутом виде. Это свойство темной комнаты (камеры- обскура) было известно еще древнегреческому мыслителю Аристотелю, жившему в IV в. до н.э. Принцип камеры- обскура описал в своих трудах итальянский ученый и художник эпохи возрождения Леонардо да Винчи. В X в. арабский ученый Алхазен, занимавшийся изучением света, использовал камеру- обскура для наблюдения Солнца. Первоначально она представляла собой темную комнату, в одной из стен которой имелось маленькое круглое отверстие. На противоположной стене получалось перевернутое уменьшенное и нечеткое изображение. В последующем камера- обскура приняла вид в виде ящика с отверстием в которое вставлялась собирающая линза для усиления четкости изображения, наклонное зеркало и полупрозрачная бумага. В таком виде ее долго использовали художники для зарисовки с натуры. Зеркало использовалось для получения не перевернутых изображений. Такое устройство позволяло художникам проводить зарисовки. В середине 18 в. в России камера- обскура, носившая название “ махина для снимания перспектив” (в виде походной палатки) использовалась для документального запечатления видов Петербурга, Петергофа, Кронштадта и др. русских городов. Это была “ фотография до фотографии”.



А что делать человеку, не умеющему рисовать. Как сохранить неподражаемый фрагмент природы, сохранить ее красоту. Именно желание сохранить неподражаемость и красоту заставили химика Тальбота применить бумагу, пропитанную растворами хлорида натрия и нитрата серебра. В мае 1839 г. рус. химик и ботаник ак. Ю.Ф. Фрицше не только получил изображение, но и провел одну из первых исследовательских работ по улучшению изображений, предложив применять в качестве проявителя сульфат аммиака. Затем Ньепс и Дагер (Франция).

Изобретатели фотографии пользовались в качестве фотоаппарата камерой-обскурой, снабженной ландшафтным объективом и приспособленной для

фокусирования. С этого времени фабрикант Жиро начал серийное изготовление деревянных камер с громоздкими кассетами для съемки. в 1842 г. немецкой фирмой Фойхтлендер был сконструирован первый металлический фотоаппарат небольшого размера.

Принципиальное изменение в конструкцию внес в 1847 г. русский фотограф С.Л.Левицкий, снабдив аппарат мехом, что позволило уменьшить его габариты. И такие фотоаппараты использовались очень долго. В 1877 г. русский изобретатель Л.В.Варнерке сконструировал фотоаппарат с применением гибкой негативной лентой. В США Истмен начал выпуск пленочных фотоаппаратов. Он хорошо представил коммерческую возможность фотографии и создал ручную камеру «Кодак », ее продавали вместе с пленкой, которая перематывалась после каждого сделанного кадра. Затем камеру возвращали на фабрику, где проявляли пленку и печатали фотографии. Началась эра по выпуску различных фотоаппаратов, которые нашли широкое применение не только для получения снимков на память, но и стали незаменимыми для различных ученых.просто незаменимыми, не только для запечатления снимка на память,но в особенности для ученых и др.



Общее устройство фотоаппарата: (рис стр 4 Справочник фотографа).

Основным элементом фотоаппарата является объектив- система оптических линз,собранных в оптический блок внутри специальной оправы

Самый простой объектив-двояковыпуклая сферическая линза. Основные оптические характеристики объектива-его главное оптическое рас-

стояние (нормальные, короткофокусные, длинофокус) Общее устройство фотоаппарата приведено на рисунке.

Основным элементом фотоаппарата является объектив, который представляет собой систему оптических линз, собранных в оптический блок внутри специальной оправы. Самый простой объектив- двояковыпуклая сферическая линза. Основные характеристики объектива- его главное фокусное расстояние (расстояние от задней плоскости до заднего главного фокуса, в зависимости от него объективы разделяются на нормальные, короткофокусные, длиннофокусные и с переменным фок. рас.); относительное отверстие-отношение диаметра объектива к фокусному расстоянию (обратная величина наз. диафрагменным числом), угловое поле изображения- изображение предметов в плоскости кадра; разрешающая способность- способность различать мельчайшие детали объекта съемки.

Первый, рассчитанный по законам геометрической оптики, фотообъектив был создан венг.уч. Й. Пецвалем в 1840 г. В большинстве фотоаппаратов объектив может перемещаться относительно негативного материала, что дает возможность изменять его фокусное расстояние. Количество световых лучей, проходящих через объектив, регулируют диафрагмой (или эту роль выполняет затвор). У объектива с одной линзой больше недостатков изображения, данные погрешности, называемые аберрацией, устраняются применением системы линз. Недостатки связаны с преломляющей способностью линзы приосевых пучков и краевых, а так же дисперсией, т.е. неодинаковость преломляющей способности для различных цветов.

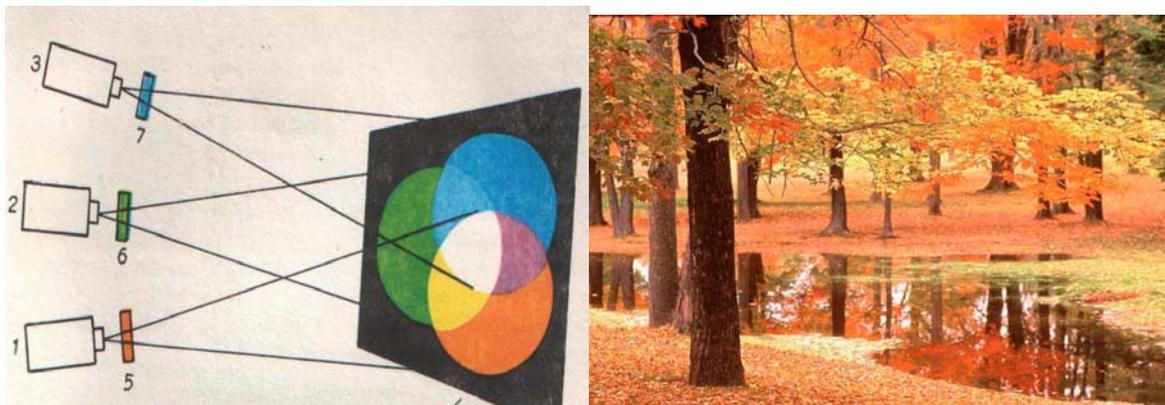
Первое сравнение глаза и камеры – обскуры было сделано Леонардо да Винчи. Разбирая ее устройство он пришел к выводу, что тоже происходит и внутри глаза. Сохранились его рисунки, изображающие устройство глаза. На одном из них лучи падают в глаз через маленькое отверстие, роль которого играет зрачок, и глаз, как камера- обскура, окружен светонепроницаемыми стенками. Хрусталик он представил в виде прозрачной сферы, переворачивающую световые лучи. В этом он ошибался. Кроме этого, великий художник сумел установить, что основные части глаза человека- радужная оболочка, хрусталик, сетчатка, зрительный нерв. А затем один из изобретателей догадался вставить в отверстие камеры двояковыпуклую линзу, улучшилось изобразительные особенности камеры, усилилось ее сходство с человеческим глазом.

Медленно раскрывались тайны одного из самых совершенных оптических инструментов природы- человеческого глаза. Знаменитый астроном И.Кеплер приспособил камеру для наблюдения солнечного затмения, много экспериментировал с нею и сумел построить точную оптическую схему глаза, наиболее точно описал ход лучей внутри него. Он высказал правильное предположение: лучи, собранные хрусталиком, дают на светочувствительной сетчатке глаза, как в камере- обскуре, перевернутое изображение.

Ученые задумались: может быть, пора начать копировать природу и конструировать оптические инструменты по образу и подобию тех, которые уже созданы живыми организмами. Один из исследователей- Д.Грегори писал в 1695 г.: « было бы, вероятно полезно составить объектив из различных сред, как это устроено в глазу природой, которая ничего не делает зря.» Ведь даже да Винчи предполагал, что внутри глаза-сфера заполненная водой.

Наука заимствования технических изобретений у природы. В то время (17-18 вв.) оптика стояла перед трудной задачей- создание оптической системы, не искажающей изображение предмета.

Усовершенствовались фотоаппараты, стали более четкие снимки, но стало уже недостаточно иметь черно- белые фотографии, хотелось цветности, как цветовое зрение наших глаз. И опять начались исследования.



Упрощенно механизм цветового восприятия можно представить так: свет от рассматриваемого предмета падает в глаз и создает оптическое изображение на сетчатке, где имеется три вида колбочек с различной спектральной светочувствительностью, в каждой точке изображения происходит разделение света (разложения) на три составляющих (цветоделение) синий, зеленый и красный. Кроме того, степень возбуждения колбочек и палочек несет информацию о яркости деталей (оттенки). Спектральная светочувствительность колбочек у людей не одинакова. У людей с «нормальным зрением» различия незначительные, отличие в оттенках близких цветов, но больные дальтонизмом совсем не различают цвета или воспринимают один-два цвета (интересный факт: 96 % дальтоников- это мужчины).

Затем сигнал поступает в мозг, где возникают ощущения синего, зеленого и красного цветов различной интенсивности (синтезируется). Таким образом основе механизма цветового зрения человека лежит три процесса: цветоделения, градационный и синтез цвета. Т.е. все многообразие цветов (считают человек может различить их до 7000 оттенков) – это смешение синего, зеленого и красного цветов. На этом принципе основаны и способы воспроизведения цвета цветной фотографией. На подложку наносится три светочувствительных слоя: верхний-синечувствительный, пропускает зеленый и красный; следующий- фильтровый (желтый), чтобы синий не действовал на нижние слои; третий- зеленочувствительный; нижний- эмульсионный-красночувствительный; на обратную сторону подложки наносится зеленый противоореольный слой, который поглощает весь дошедший до нее красный свет. Аналогично изготавливают и фотобумагу, а к ним соответствующие проявители и закрепители. Но любое использование в технике способов синтеза цвета не может воспроизвести все многообразие цветов, встречающихся в природе и воспринимаемое человеком. Получение красителей, обеспечивающих воспроизведение возможно большего разнообразия цветов-одна из основных задач при создании цветных фотографических материалов.

Таким образом создание фотоаппарата и изучение строения глаза тесно связаны друг с другом, и действительно имеет много общего, но есть и отличия.

Общее: 1.схожесть строения этих двух систем;

2. схожесть в построении изображения- действительное, перевернутое, уменьшенное;

3. предмет, находящийся между фокусом и линзой (хрусталиком)-не воспринимается четко, т.е. размытый (как по пословице «в чужом глазу соринку видишь, а в своем и бревна не рассмотришь»);

Различие : 1. аккомодация- изменение кривизны линзы при переводе взгляда с дальнего на ближний (или наоборот) объект, или изменение фокусного расстояния за счет кривизны хрусталика. У фотоаппарата- перемещение объектива относительно светочувствительной пленки;

2. глаз дает только позитивное изображение, фотоаппарат- негатив, требующий дальнейшей обработки и печатания позитива. Хотя есть такой фотоаппарат – «Поляроид», которую изобрел ам. Эдвин Ланд в 1963 г. Она имеет внутри микролабораторию, позволяющую всего за минуту получить черно-белую фотографию, а затем были сделаны и для цветных фотографий. Современные «Поляроиды» дают фотографию за несколько секунд. В нем одновременно существует: пленка, химикаты, бумага для отпечатки.

3. изображение на пленке всегда остается перевернутым, уменьшенным, а зрение человека способно сделать изображение прямое и натуральное.

4. фотоэлемент- только регистрирующий прибор, ему не свойственно такое свойство глаза, как адаптация.(свойство приспособливаться к условиям освещенности).

В заключении хочется подчеркнуть, что общим сходством является линза у фотоаппарата и хрусталик у глаза. Линза- прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями, края которой тоньше, чем середина, поэтому они собирают после преломления все лучи в одной точке.

Первое упоминание о преломляющей способности линзы встречается у Аристотеля (384- 322 г. до н.э.). В античном мире линза, повидимому, представляла собой наполненные жидкостью стеклянные шары или изготовлялись из кристаллов (горного хрусталя) В литературе встречается мнение, что общая идея построения стеклянных линз для очков и других оптических приборов принадлежала англ. ученому Роджеру Бекону. Однако достоверных данных о времени и месте появления первых стеклянных линз нет. К началу 17 в. стеклянные линзы применявшие ранее в качестве очковых и зажигательных стекол, стали применяться как основные детали оптических приборов.

Используемая литература:

1. Большая советская энциклопедия.
2. Школьная энциклопедия. Физика.
3. Журнал «Юный физик ».
4. Книга « Мир Физики “.
5. Кн. « Факультативный курс физики “.
6. Кн. А.Я. Киселев « Физические и химические основы цветной фотографии “.
7. Кн. Краткий справочник фотолобителя.М. « Искусство “ 1984 г.
8. Кн. Д.О. Стародуб « Азбука фотографии “.М. Искусство 1990 г.
9. Кн. А.В. Шеклеин Фолтографический калейдоскоп. М. Химия.1988 г.
10. Материалы из газеты « Физика “(приложение к 1 Сентября).и журнала “

