

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2.

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСКОПА.

Приборы и принадлежности: микроскоп, осветитель, объективный микрометр, шкала-линейка, стеклянная пластинка, микрометр, зеркальце или рисовальный аппарат.

ОПИСАНИЕ ЦЕЛЕЙ РАБОТЫ.

№	Конкретная цель	Критерий достижения цели.
Изучение теории.		
1	Устройство глаза.	Студент без подготовки отвечает на вопросы 7-17. Цель не достигнута, если студент делает ошибки.
2	Назначение и устройство лупы. Увеличение лупы.	Студент без подготовки отвечает на вопросы 18 - 21. Цель не достигнута, если студент делает ошибки.
3	Назначение и принцип работы микроскопа.	Студент строит первое и второе изображение и дает их характеристику. Цель не достигнута, если студент не может обосновать ответ.
4	Устройство микроскопа.	Студент должен перечислить конструктивные элементы микроскопа, их назначение и устройство.

Практические умения.

1	Умение подготовить микроскоп к работе и получить изображение объекта.
2	Умение определить увеличение микроскопа одним из методов.
3	Определение показателя преломления пластинки.

Перед выполнением работы необходимо разобраться в следующих вопросах:

1. Как устроен и как работает глаз. Почему его возможности ограничены?
2. Действие лупы. Почему с ее помощью нельзя добиться очень большого увеличения?
3. Принципиальная схема микроскопа. Назначение объектива и окуляра.

Для чтения можно использовать данное пособие (стр.14-22) или любой учебник (см. литературу, стр.23). После того как вы усвоили теоретический материал и ответили на вопросы, ознакомьтесь с устройством микроскопа.

I. Устройство микроскопа

В устройстве простейшего типа микроскопа можно выделить две основные части: оптическую и механическую.

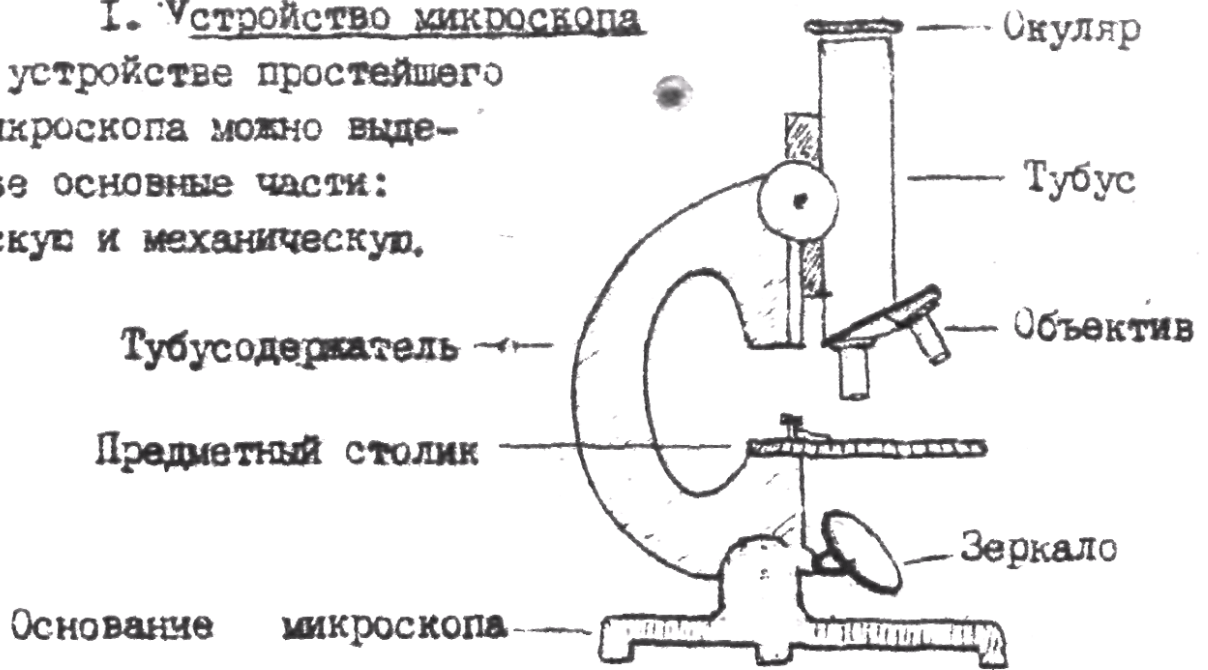


Рис. 23

Механическая часть состоит из штатива и тубуса. Тубус микроскопа представляет собой трубку, в которую снизу ввинчиваются сменные объективы, а сверху вставляются сменные окуляры. Механизм для движения тубуса (фокусировка) состоит из рейки и сцепляющегося с ней зубчатого колеса. Вращением маховичков, сидящих на концах оси колеса, можно поднимать или опускать тубус. Более медленное передвижение тубуса, необходимое для точной фокусировки объектива, достигается микрометрическим винтом.

Штатив микроскопа имеет пассивное основание, придающее ему необходимую устойчивость. Колонка, в простых моделях неподвижно укрепленная в вертикальном положении, может в более сложных и дорогих моделях наклоняться для более удобного наблюдения.

Предметный столик квадратной или круглой формы служит для поддержания препарата и имеет на верхней плоскости два отверстия, в которые вставляются штифты с пружинами, прижимающими препарат к столику для предохранения его от передвижения во время наблюдения. Непосредственно под столиком или на конденсоре укреплена переменная диафрагма, служащая для регулировки освещенности рассматриваемого изображения объекта. Диафрагмы бывают двух родов: револьверные и ирисовые. Более простые - револьверные - состоят из диска, в котором просверлен ряд отверстий различного диаметра; эти отверстия могут устанавливаться против отверстия в столике микроскопа поворотом диска. Ирисовые диафрагмы состоят из отдельных стальных пластинок особой формы, образующих круглое отверстие, диаметр которого можно плавно менять, поворачивая пластинки при помощи рычажка.

Оптическая часть состоит из осветительного устройства (зеркало и конден-

сор), сменных объективов и окуляра. Зеркало служит для направления лучей от источника света вдоль оси прибора сквозь рассматриваемый объект.

Конденсор обычно состоит из двух или трех линз, при помощи которых отражающийся от зеркала свет концентрируется сильно сходящимся пучком на объекте. Для наиболее отчетливого изображения необходимо, чтобы объект находился в фокусе этого пучка, для чего конденсор в более современных приборах может передвигаться вдоль оси прибора помощью кремальеры или винта.

Объектив - важнейшая часть микроскопа - состоит из системы линз, собранных в одной оправе. Передняя, т.н. фронтальная линза, является главной и единственной, производящей увеличение, остальные служат лишь для исправления недостатков изображения, создаваемого фронтальной линзой, и поэтому называются корректирующими. Собственное увеличение объектива награвировано на его оправе.

Окуляр представляет собой сложную лупу, состоящую из двух линз, отстоящих друг от друга на расстояние, равное полусумме их фокусных расстояний (окуляр Гюйгенса). Обе линзы заключены в трубку, которая вставляется в верхнее отверстие тубуса. На окуляре награвировано его увеличение. Линза, обращенная к объективу, называется коллективом или собирающей линзой, а обращенная к глазу - глазной. Из рис.16 видно, что свет, идущий от краев объекта в окуляр и далее, в глаз не попадает. Поле зрения микроскопа будет очень ограничено. Коллектив собирает все лучи, идущие от объектива и направляет их в окуляр - глазную линзу. Глазная линза, действуя как лупа, дает основное увеличение (см. [2], с. 167-172).

На рис.24 изображен ход лучей в микроскопе без коллективной линзы (рис.24а) и с коллективной линзой (рис.24б).

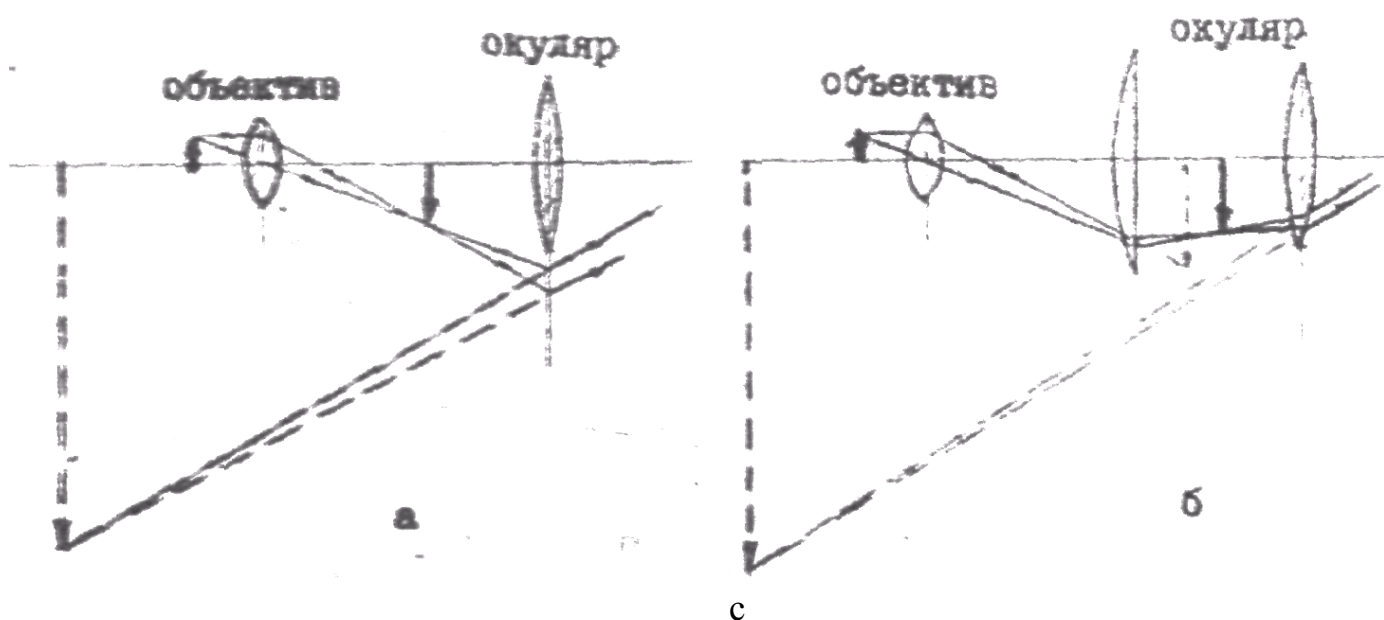


Рис.24.

2. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЙ.

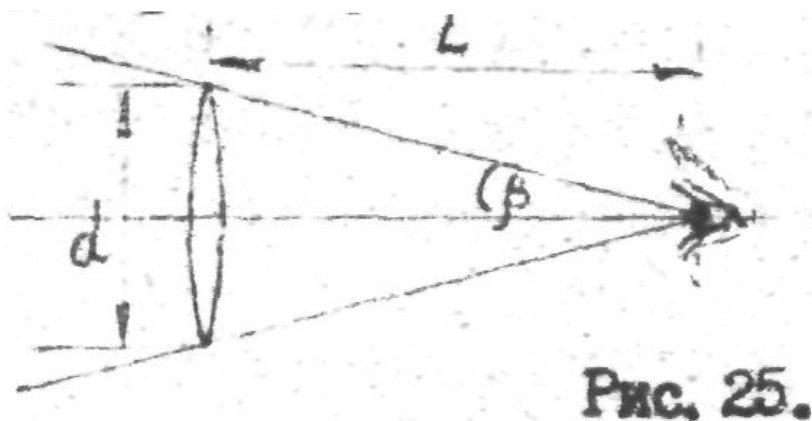
2.1. Определение увеличения лупы по величине предмета и его изображения.

1. На оптической скамье устанавливают линзу и вертикальную миллиметровую шкалу на таком расстоянии, чтобы, приблизив, насколько возможно, глаз к лупе, увидеть наиболее отчетливое мнимое изображение шкалы.
2. Ставят сбоку на расстоянии наилучшего зрения дополнительную миллиметровую шкалу. Одним глазом, приложенным вплотную к лупе, рассматривают изображение первой шкалы, а другим глазом одновременно мимо лупы рассматривают дополнительную шкалу, поставленную на расстоянии наилучшего зрения. Деления изображения первой шкалы будут казаться значительно больше делений второй шкалы, видимой невооруженным глазом. Определяют, скольким делениям N дополнительной шкалы соответствует участок в $n = 2 \div 3$ деления на изображении. Величину увеличения лупы вычисляют по формуле: $\gamma = \frac{N}{n}$.
3. Измерив расстояние от лупы до изображения и зная фокусное расстояние лупы, проверяют, выполняется ли общая формула увеличения лупы (6).
4. Опыт повторяют несколько раз, причем желательно, чтобы n и соответственно N имели разные значения.

2.2. Определение поля зрения лупы.

1. Поле зрения лупы определяется диаметром круга, видимого через лупу неподвижным глазом. Если рассматривать через лупу линейку, то число видимых делений по диаметру круга и будет выражать поле зрения в линейной мере (в мм.).
2. Поле зрения можно характеризовать углом поля зрения, который определяется отношением диаметра d лупы к расстоянию L от лупы (рис.25) до глаза:

$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2L}$. Если глаз находится в точке заднего фокуса, то приближенно угол



поля зрения лупы равен:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2f} (+).$$

Измерив диаметр лупы и определив её фокусное расстояние, найдите её угол поля зрения по формуле (+).

2.3. Определение увеличения микроскопа.

Для определения субъективного увеличения микроскопа обычно сравнивают величину изображения с каким-либо другим предметом (шкалой), отношение величины которого к величине объекта нам точно известно. Предмет должен быть помещен на том же расстоянии D_0 от глаза, что и изображение объекта. Для этого:

1. На столике микроскопа укрепите микрометр - стеклянную пластинку с нанесенными на нее делениями в 0.1 мм или 0.01 мм. Сфокусируйте микроскоп.
2. Сбоку от микроскопа, на расстоянии наилучшего зрения от оси микроскопа ($D_0 \approx 25$ см) ставят вертикальную линейку с делениями в 1 мм (рис.26).
3. На окуляр микроскопа ставят наклоненное под углом 45° к оси тубуса полупрозрачное или имеющее продольный вырез зеркало и устанавливают глаз так, чтобы одновременно видеть глазом изображение микрометра в микроскопе и вертикальную линейку. Поворотом микрометра или перестановкой шкалы добиваются полной параллельности делений обеих шкал при рассматривании их с помощью зеркальной пластинки. Затем находят два таких места, где черточки одной шкалы совпадают с черточками другой шкалы, и считают число делений обеих шкал между этими черточками, т.е. отсчитывают количество целых делений масштаба, совпадающих с целым числом деления изображения микрометра.

Пусть N делений вертикальной шкалы по a мм каждое совпадает с n делениями микрометра по b (в мм), тогда субъективное увеличение микроскопа

равно:
$$\gamma = \frac{Na}{nâ}$$

При больших увеличениях каждая черта микрометра представляется полосой,

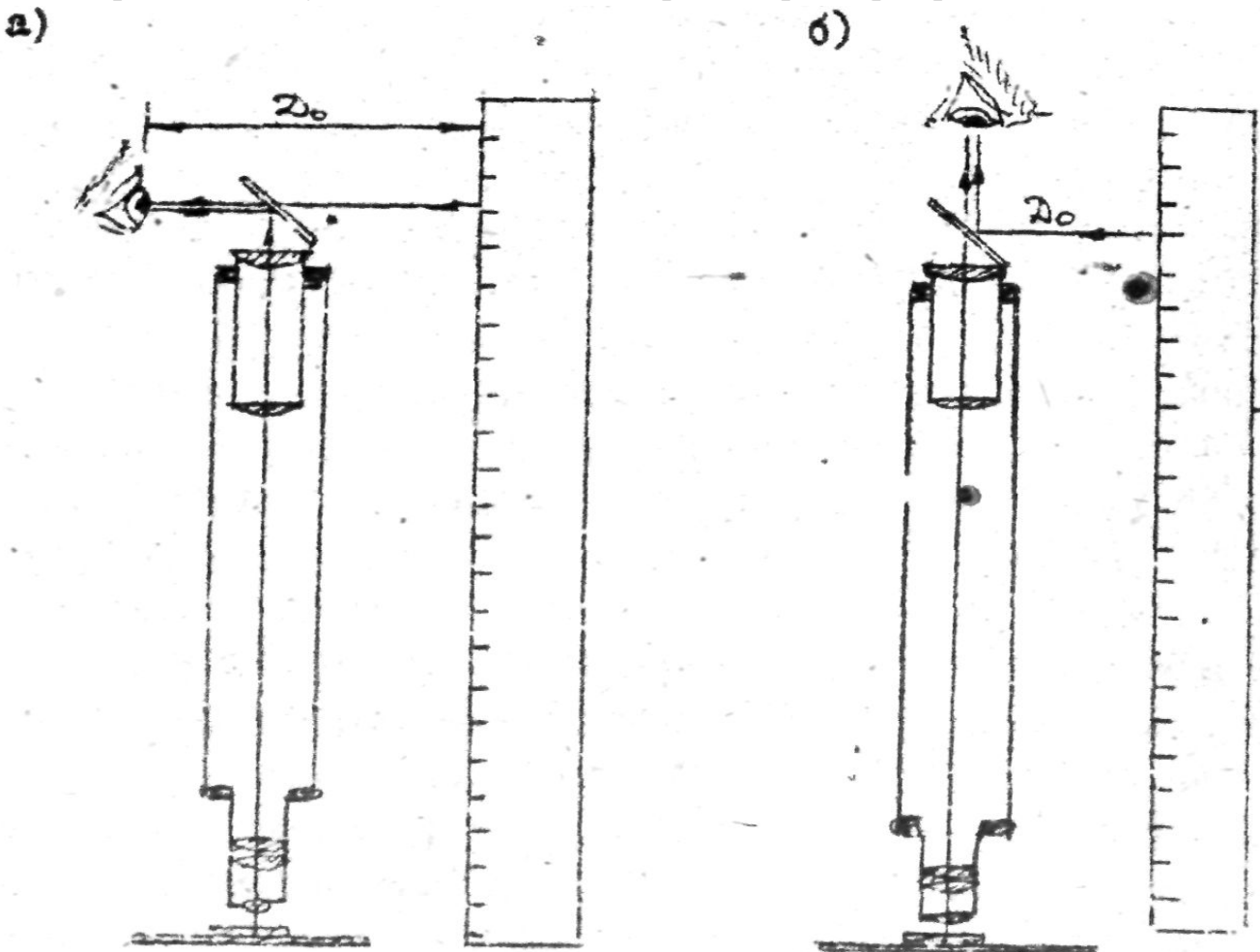


Рис.26.

значительно более широкой, чем черточки на вертикальной шкале-масштабе. Поэтому совпадением черточек обеих шкал можно считать только тот случай, когда

две тонкие черты вертикальной шкалы-масштаба ложатся на одинаково расположенные части широких черт микрометра (белая и черная полосы составляют одно деление изображения).

Так как отношение длины делений масштаба и микрометра равно $\frac{\hat{a}}{\hat{a}} = 10$ или $\frac{\hat{a}}{\hat{a}} = 100$, то субъективное увеличение микроскопа $\gamma = \frac{N}{n} \cdot 10$ или $\gamma = \frac{N}{n} \cdot 100$.

Ввиду того, что ни один масштаб не бывает свободен от небольших неточностей, увеличение микроскопа следует определять несколько раз, произведя отсчеты в разных частях микрометра, для чего его нужно несколько перемещать.

2.4. Определение увеличения микроскопа с помощью рисовального аппарата.

Основными оптическими частями аппарата являются прямоугольная призма I (рис.27) и зеркало, которые направляют пучок лучей, выходящий из окуляра микроскопа, на лист бумаги, положенный на стол.

Для определения увеличения микроскопа на его столик помещают микрометр и, добившись резкого изображения делений на бумаге, прочерчивают их карандашом.

Например, пусть в поле зрения микроскопа поместилось 50 делений микрометра. В этом случае отмечают на бумаге карандашом положение изображений первого и пятидесятого делений микрометра, измеряют линейкой расстояние между этими делениями и делят измеренную величину на истинную величину взятых делений микрометра (l_0).

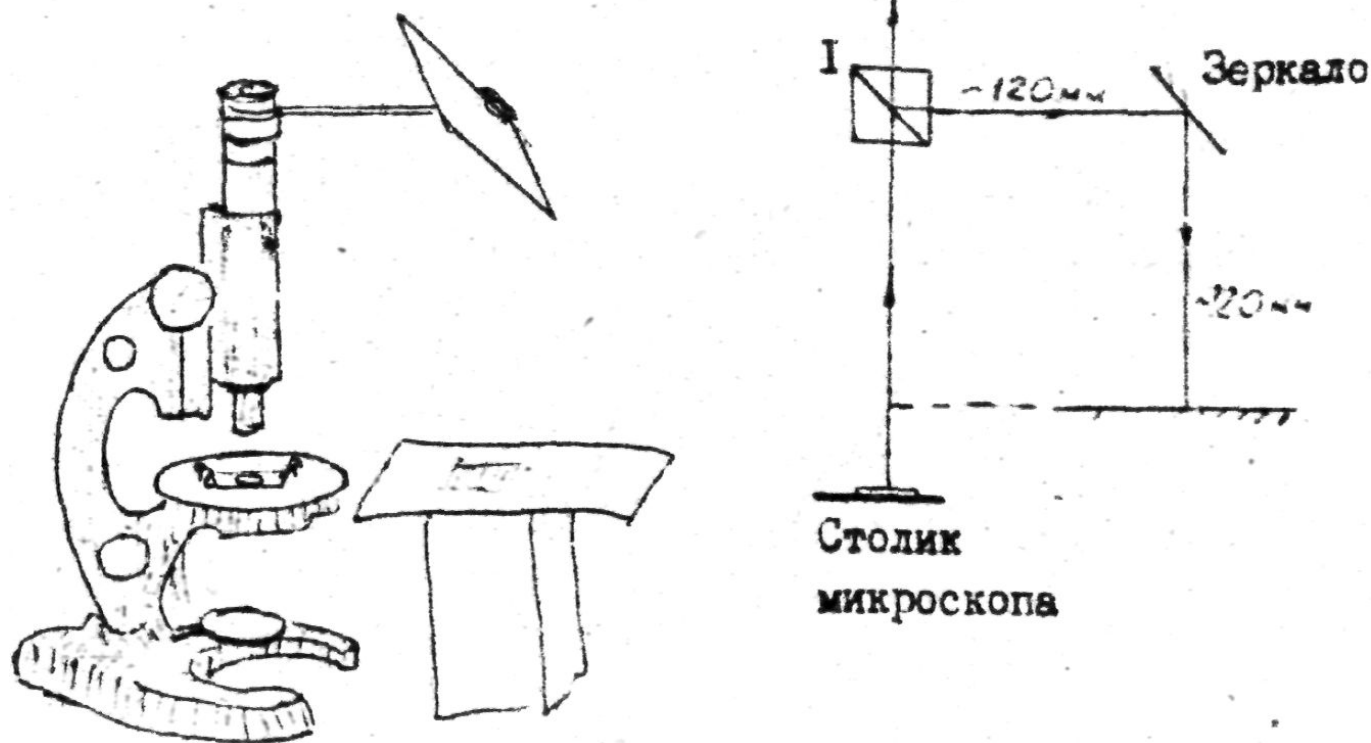


Рис.27.

Предположим, что величина между крайними делениями изображения на бумаге равна l , тогда видимое увеличение микроскопа (γ) будет: $\gamma = \frac{l}{l_0}$.

2.5. Определение показателя преломления стеклянной пластинки.

Предмет, рассматриваемый через плоскопараллельный слой прозрачного вещества, имеющего большую оптическую плотность по сравнению с воздухом, кажется нам расположенным ближе. Представим себе, что рассматриваем точку O через плоскопараллельную стеклянную пластинку (рис.23). Проведем из точки O два луча: OB и OC . После преломления эти лучи пойдут по направлению CD и BE . Наблюдая сверху, мы увидим точку O на пересечении продолжения лучей DC и BE , т.е. в точке O_1 . Таким образом, точка O покажется нам расположенной ближе на величину $a = OO_1$. Найдем связь между показателем преломления стекла n , толщиной пластинки d и величиной кажущегося поднятия точки a . Из рис.13 следует, что $\frac{BK}{d-a} = \operatorname{tgi}$, $\frac{d}{BK} = \operatorname{ctgr}$.

Перемножая полученные выражения, имеем: $\frac{d}{d-a} = \frac{\sin i}{\sin r} \cdot \frac{\cos r}{\cos i}$.

Принимая во внимание, что $\frac{\sin i}{\sin r} = n$, после преобразований получим:

$$\frac{d}{d-a} = \sqrt{\frac{n^2 - \sin^2 i}{1 - \sin^2 i}}.$$

При $i \rightarrow 0$, $\frac{d}{d-a} \rightarrow n$. Таким образом, при наблюдении вертикально сверху:

$$n = \frac{d}{d-a}.$$

Описанным явлением кажущегося поднятия предмета пользуются при определении показателя преломления стеклянной пластинки при помощи микроскопа.

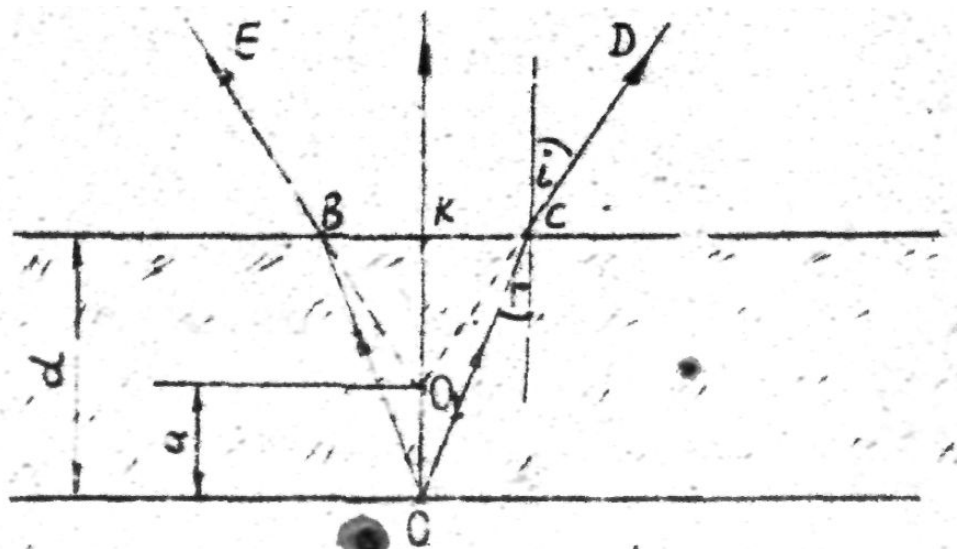


Рис.28. Ход лучей через стеклянную пластинку.

Исследуемую пластинку кладут на предметный столик микроскопа. Фокусируют микроскоп на верхнюю поверхность пластинки, а затем на нижнюю. Очевидно, разность отсчетов микрометрического винта, с помощью которого передвигается тубус микроскопа, равна $d - a$. Измеряют d микрометром и вычисляют n .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. Какое изображение предметов создает оптическая система глаза?
2. Что называется аккомодацией глаза и какова её физическая природа?
3. Что называется адаптацией глаза и какова её физическая природа?
4. Что называется предельным углом зрения глаза? Чему он равен?
5. Назовите, в чем состоят сходство и в чем различие между лупой и очками? между лупой и микроскопом?
6. Рассматривая предмет через лупу, глаз лучше располагать ближе к лупе. Почему?
7. В каких случаях имеет смысл применять лупу?
8. Объясните ход лучей в микроскопе.
9. Почему объектив состоит из нескольких линз?
10. Каково назначение глазной линзы? коллективной линзы?
11. Изменится ли положение плоскости изображения предмета, если удалить собирающую линзу окуляра?
12. Как должно располагаться изображение объекта относительно глазной линзы, чтобы нормальный глаз наблюдателя, помещенный за окуляром, увидел изображение объекта?
13. На каком расстоянии увидит нормальный глаз наблюдателя мнимое изображение предмета в микроскопе?
14. В очках или без очков должны смотреть в микроскоп люди, имеющие дефект зрения?
15. Можно ли с помощью оптики микроскопа увидеть звезду?
16. Как надо перестроить оптику микроскопа, чтобы можно было фотографировать наблюдаемое?