

Mikroskop M-10

МИКРОСКОП М-10

Das M-10 Mikroskop ist ein biologisches, optisches Laborgerät, das für studentische Arbeiten entwickelt wurde. Das Mikroskop M-10 ist ein struktureller Zwilling des biologischen Mikroskops M-9, jedoch mit einem modifizierten Kondensorhalter. Auf dem Kondensorhalter des M-10 Mikroskops ist kein zusätzlicher Klapprahmen für einen Lichtfilter montiert.

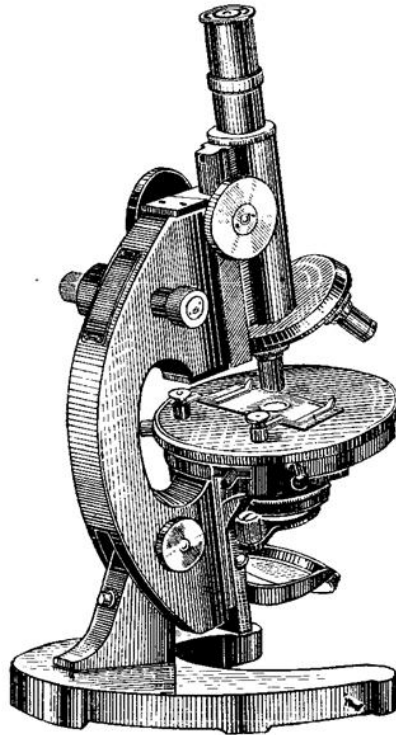


Abb. 1. Biologisches Mikroskop M-10

Das Mikroskop M-10 Abb. 1, 2, 3 ist auf einem Stativ mit einem schweren Hufeisenfuß 1 montiert, der für eine stabile Position des Geräts sorgt. Auf dem Stativ befindet sich mit Hilfe des Scharniers 14 ein verstärkter Tubushalter 2, auf dem der Tubus 6 und die Mikrometerschraube 3 zur genauen Fokussierung angebracht sind. Ein Okular 5 befindet sich am oberen Ende des Tubus und ein Revolver 7 am unteren Ende des Tubus. Der Revolver ist ein Dreifach-Fassungsmechanismus für den schnellen Objektivwechsel 8. Der Tubus ist gerade, verschiebbar. Die mechanische (Gesamt-)Länge des Tubus ist von 150 mm bis 200 mm einstellbar. Für die Bequemlichkeit der Einrichtung der üblichen Länge des Tubus für die biologischen Arbeiten, ist auf dem Tubus eine kreisförmige Linie bei der Länge 160.

Um das betreffende Objekt deutlich sichtbar zu machen, ist es notwendig, den Mikroskoptubus M-10 in einem gewissen Abstand davon zu installieren, d.h. zu fokussieren. Zu diesem Zweck werden zwei Mechanismen verwendet: ein Mechanismus für die schnelle (grobe) Bewegung der Tube, angetrieben durch eine Makrometerschraube (Trieb) 4, und ein Mechanismus für die langsame Bewegung des Tubus, angetrieben durch eine Mikrometerschraube 3.

Optischer Aufbau des M-10-Mikroskopes

Abb. 2. Schema des Strahlengangs im optischen Teil des M-10-Mikroskops

T_n ist die Unterkante der Röhre.

T_v - die Oberkante des Tubus,

T_m - die mechanische Länge des Tubus,

T_o - die optische Länge des Tubus,

P - das Bild der Feldgrenzen,

I_r - das reale Bild, I_m - das imaginäre Bild,

F_{hob} - der hintere Fokus der Linse,

F_{ok} - der vordere Fokus des Okulars,

15 - das Bild auf der Netzhaut.

Der Objektisch 9 des M-10 Mikroskops dient zum Aufsetzen von Gläsern mit den betrachteten Objekten. Der Objektisch ist beweglich, wodurch es möglich ist, verschiedene Teile des zu untersuchenden Objekts zu betrachten. Clips (Klemmen) 15 zur Befestigung des Objektglases werden auf dem Objektisch platziert.

Unter dem Objektisch befindet sich ein zweilinsiger Kondensator 10, der mit einer Irisblende, einem Lichtfilter und einem Spiegel 13 (flach und konkav) ausgestattet ist. Durch Veränderung der Größe der Blendenöffnung wird die Lichtintensität des beobachteten Objekts reguliert. Der flache Spiegel wird gleichzeitig mit dem Kondensator verwendet.

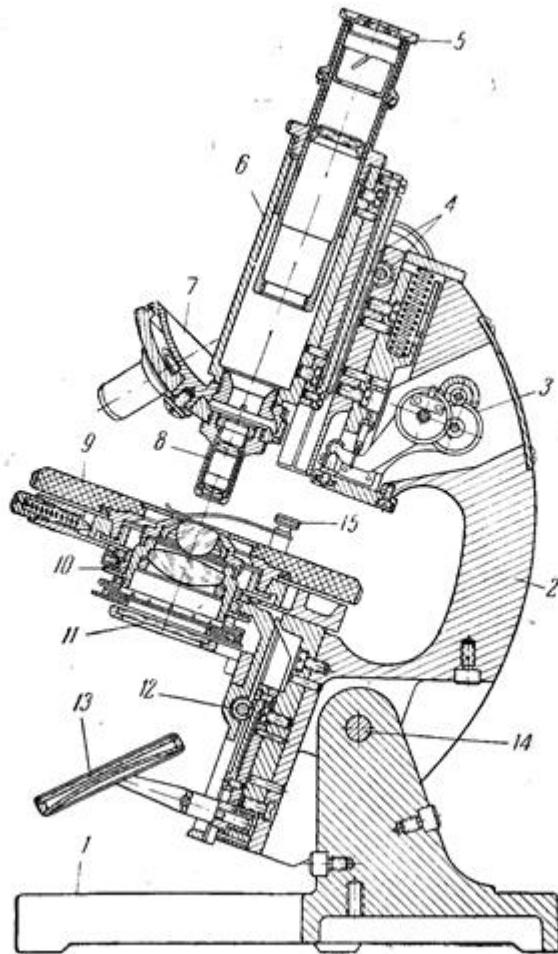


Abb. 3 Mikroskop M-10 (Schnittbild)

- 1 - Stativbasis;
- 2 - Tubenhalter;
- 3 - Mikrometerschraube;
- 4 - Trieb;
- 5 - Okular;
- 6 - Tubus;
- 7 - Revolver;
- 8 - Objektiv;
- 9 - Objektisch;
- 10 - Kondensator;
- 11 - Lichtfilter;
- 12 - Kondensator-Trieb;
- 13 - Spiegel;
- 14 - Scharnierverbindung;
- 15 - Klemme (Befestigung)

Die Hauptteile des M-10 Mikroskops sind Objektive und Okulare. Das Objektiv besteht aus mehreren Linsen, die in einer speziellen Fassung befestigt sind. Das Gehäuse hat ein Schraubgewinde, das das Objektiv mit dem Revolver verbindet. Auf dem Gehäuse sind Zahlen eingraviert, die die eigene Vergrößerung des Objektivs und seine numerische Apertur anzeigen. Tabelle 1 zeigt eine kurze Beschreibung der Objektive.

Tabelle 1. Merkmale von Mikroskop-Objektiven

Марка объектива	Собственное увеличение	Числовая апертура	Фокусное расстояние мм	Видимое поле зрения с окуляром 10 [×] мм
8 [×] 0,20	8	0,20	18,2	1,75
10 [×] 0,30	10	0,30	16,2	1,40
20 [×] 0,65	20	0,65	8,3	0,70
40 [×] 0,65	40	0,65	4,3	0,35
60 [×] 1,00	60	1,00	2,9	0,25
90 [×] 1,25	90	1,25	1,96	0,15

Ein wichtiges Merkmal eines Objektivs ist sein Auflösungsvermögen, d.h. der kleinste Abstand, bei dem z.B. die beiden dünnsten und die nächstgelegenen Linien vom Objektiv getrennt dargestellt werden; das Auflösungsvermögen beschreibt die minimale Größe von Objekten, die bei der Beobachtung mit diesem Objektiv gesehen werden können. Dieser Wert kann durch eine Formel ermittelt werden:

$$d = \lambda / A$$

wobei:

d - Linsenauflösung in Mikron;

λ - Wellenlänge des auf das Objekt fallenden Lichts in Mikron;

A - numerische Apertur.

Die numerische Apertur ist das Produkt des Brechungsindex n des Mediums, das sich zwischen dem Objektiv und dem beobachteten Objekt befindet, mit der Sinushälfte des Öffnungswinkels (Abb. 4).

$$A = n * \sin\alpha$$

Von hier aus folgt das:

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

Bei konventionellen mikroskopischen Arbeiten befindet sich zwischen Linse und Objektträger Luft mit einem Brechungsindex von 1. Die Auflösung des Objektivs ist also abhängig von seiner numerischen Apertur und der Wellenlänge des einfallenden Lichts. Wenn wir davon ausgehen, dass die durchschnittliche Wellenlänge in normalem (weißem) Licht 0,55 beträgt μ , dann beträgt die Auflösung 0,20 bei Verwendung eines 8-fach-Objektivs mit einer Blende:

$$d = 0,55 / 0,20 = 2,7 \mu$$

Diese Auflösung ist für die Beobachtung der meisten Objekte, z.B. in der Mikrokristallografie, völlig ausreichend. Wenn mit einem Kondensator gearbeitet wird, steigt das Auflösungsvermögen des Objektivs und sein Wert wird durch die Formel berechnet:

$$d = \lambda / A_o + A_k$$

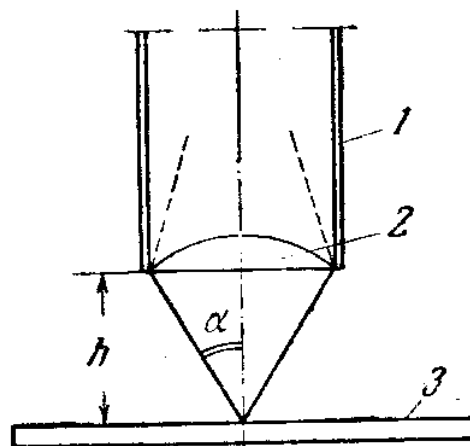
wobei:

A_o ist die numerische Apertur des Objektivs;

A_k ist die numerische Apertur des Kondensators.

Die numerische Apertur des Kondensators beträgt 1,2, wenn sich eine Immersionsflüssigkeit zwischen seiner vorderen (oberen) Linse und dem Objektträgerglas befindet. Ohne diese Flüssigkeit beträgt die Kondensatoröffnung etwa 1.

Abb. 4. Objektiv-Blende



- 1 - Objektiv;
- 2 - Frontlinse des Objektivs;
- 3 - Objektträger;
- α - halber Öffnungswinkel;
- h - Arbeitsabstand.

Die obere Frontlinse des Kondensors kann entfernt werden, dann beträgt die Kondensorapertur 0,5. Bei der Arbeit mit 8fach-Objektiv ergibt sich:

$$d = 0,55 / (0,2 + 0,5) = 0,8\mu$$

Das Objektiv liefert das vergrößerte, umgekehrte und tatsächliche Bild des beobachteten Objekts (Abb. 5)

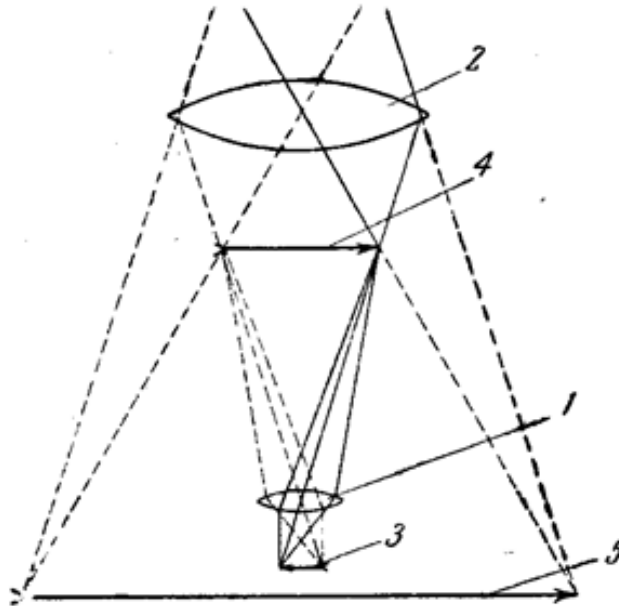


Abb. 5. Vereinfachtes Schema des Strahlengangs im M-10-Mikroskop

- 1 - Objektiv;
- 2 - Okular;
- 3 - beobachtetes Objekt;
- 4 - Bild, das das Objektiv ergibt;
- 5 - Bild, das das Okular ergibt (imaginär).

Das Okular besteht aus zwei flachen, konvexen Linsen, die in einer Fassung befestigt sind - mit konvexen Seiten zum Objektiv. Auf dem Okular ist eine Nummer eingraviert, die die eigene Vergrößerung des Okulars anzeigt. Mit dem Okular wird das Bild, das das Objektiv liefert, betrachtet. Das Okular liefert das vergrößerte, umgekehrte und imaginäre Bild des beobachteten Objekts (Abb. 5).

Die Gesamtvergrößerung des Mikroskops ist gleich dem Produkt der eigenen Vergrößerungen von Objektiv und Okular. Tabelle 2 zeigt die Eigenschaften der Okulare und die Gesamtvergrößerung des Mikroskops.

Tabelle 2 Eigenschaften der Okulare und allgemeine Vergrößerung des Mikroskops

Марка окуляра	Собственное увеличение	Фокусное расстояние м.м	Общее увеличение с объективами					
			8×	10×	20×	40×	60×	90×
5×	5	50	40	50	100	200	300	450
7×	7	36	56	70	140	280	420	630
10×	10	25	80	100	200	400	600	900
15×	15	17	120	150	300	600	900	1350

Vergrößerungen unter 100 gelten als klein, von 100 bis 500 als mittel und über 500 als groß. Das Arbeiten bei niedrigen Vergrößerungen hat eine Reihe von Vorteilen: Die für die Beobachtung notwendige Brennweite kann schnell eingestellt werden, es ist möglich, einen beträchtlichen Teil des untersuchten Objekts, manchmal sogar das ganze Objekt, auf einmal zu sehen; bei niedrigen Vergrößerungen ermüden die Augen weniger, und die Linse ist der Einwirkung von Dämpfen aggressiver Reagenzien weniger ausgesetzt.