

L'ILLUMINAZIONE sec. KÖHLER, MADE in CHINA

Divenendo sempre più diffusi sul mercato gli strumenti ottici prodotti sotto vario nome nei paesi estremo-orientali, capita spesso al tecnico di dover intervenire su di essi per verifiche e modifiche.

Vogliamo qui esaminare qualche problema che si presenta ogni tanto, relativo alla realizzazione dell'illuminazione sec. Köhler.

Fig. 1 - Questo è il ben noto schema dell'illuminazione sec. Köhler, in cui (a sinistra) sono evidenziati come grosse frecce i piani coniugati dell'oggetto. A destra, come linee punteggiate a zig-zag, il filamento ed i piani coniugati con esso.

Ricordiamo che si chiamano coniugati quei piani in cui si trova, da una parte un'oggetto, dall'altra la sua immagine, creata da un sistema ottico qualunque (immagini reale o virtuale).

A noi interessano qui i piani seguenti: diaframma di campo (Dc), in basso - piano oggetto (vetrino)(O) - immagine intermedia (O'), ecc. (riquadro in rosa).

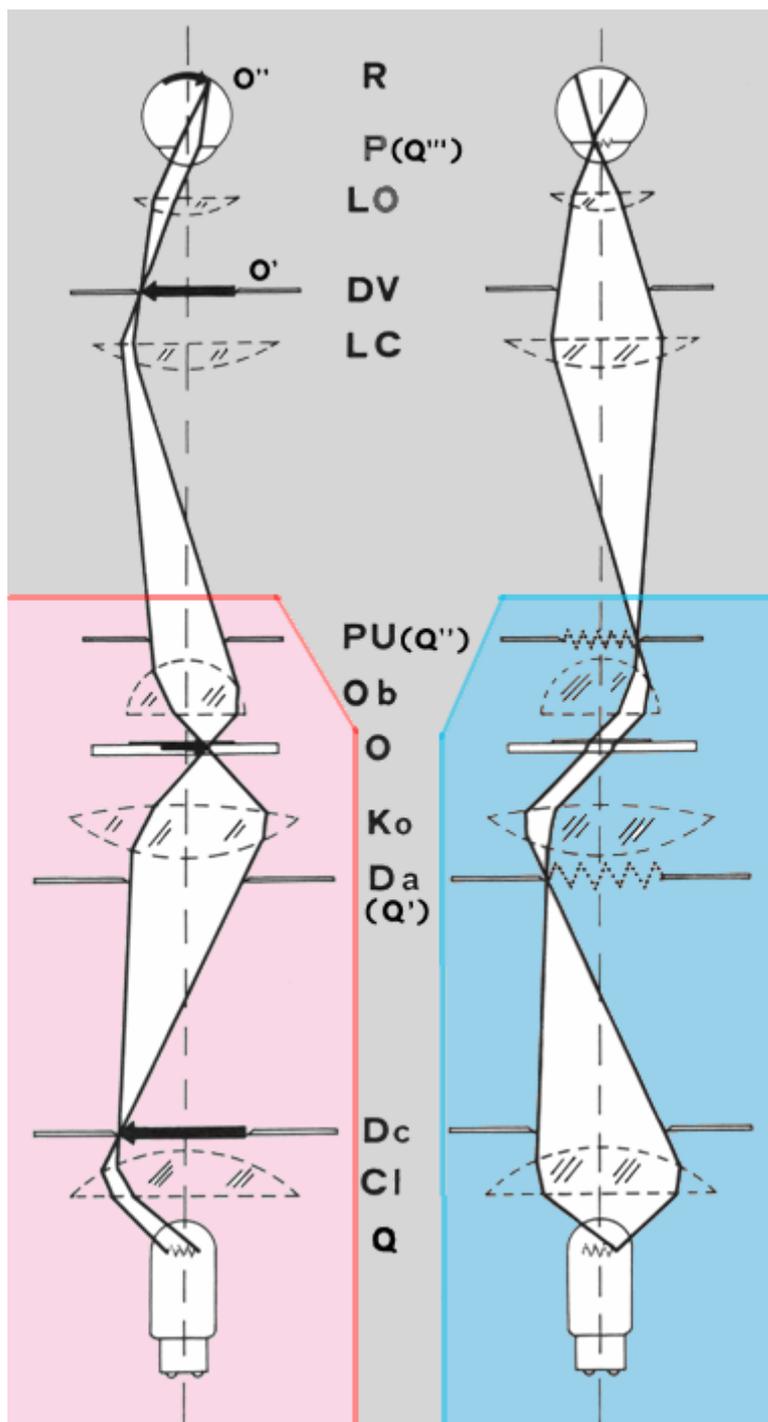
Dc ed O sono coniugati fra loro ad opera del condensatore (Ko): tutti sanno che, nel piano di O si forma un'immagine impiccolita e reale di Dc. Così almeno deve avvenire secondo lo schema classico.

Occorre poi considerare i piani coniugati del filamento della lampadina (Q)(riquadro celeste): una prima immagine reale (Q') si forma nella pupilla d'ingresso del condensatore, dove si trova (o si dovrebbe trovare) il diaframma d'apertura (Da); questa immagine reale è creata dal collettore (Cl); una seconda immagine si forma nel piano focale posteriore dell'obbiettivo (Q''), ecc.

Dunque, si parte da due oggetti: il diaframma di campo Dc ed il filamento Q. Il primo si ritrova, in un'immagine impiccolita, nel piano dell'oggetto, e quest'immagine è formata dal condensatore Ko. Il secondo si trova, in un'immagine ingrandita, nella pupilla d'ingresso del condensatore. Questa seconda immagine si forma ad opera del collettore Cl.

Ma c'è di più: l'immagine di Dc non solo deve trovarsi nel piano di O, ma deve occupare tutto il campo oggetto dell'obbiettivo (che è poi quello che si vede negli oculari). Allo stesso modo l'immagine del filamento non solo deve trovarsi nel piano di Da, ma deve occupare la massima superficie utile di esso (quella che si ha quando è tutto aperto).

Quello che succede sopra l'obbiettivo per ora non c'interessa. Ci occupiamo invece del sistema illuminante che va, nelle sue parti essenziali, dalla sorgente iniziale (Q) al piano dell'oggetto (O).



Non c'intratteniamo sullo schema generale di Köhler, sui suoi vantaggi e svantaggi: sarebbe inutile ripetere quanto già illustrato in altri testi presenti sul medesimo sito (vedi il manuale

“Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 8, nonché l’art. n° 2 - “Sguardo generale ai metodi di illuminazione ...”, il n° 3 - “Il campo illuminato ...”, il n° 5 - “La resa fotometrica ...” ecc.).

Diamo quindi già per acquisiti il principio e la tecnica di attuazione del metodo di Köhler.

Richiamiamo solo alcuni punti, utili per spiegare quali sono i problemi a cui abbiamo accennato sopra.

In sostanza: *Deve esistere una serie di relazioni precise, o variabili entro limiti precisi, fra alcuni elementi del sistema.*

Per quanto riguarda il campo illuminato, gli elementi sono:

--- il diametro del diaframma di campo (che d’ora in poi chiameremo **Dc** per brevità);

--- il diametro massimo o minimo del campo oggetto dell’obbiettivo (che dipende dal suo ingrandimento e dall’indice di campo dell’oculare);

--- la distanza fra **Dc** e condensatore (che d’ora in poi chiameremo **Ko** per brevità);

--- la focale di **Ko** (f_k).

Sono questi gli elementi che stabiliscono in genere l’ingrandimento di qualunque sistema (sempre convergente nei casi che tratteremo) e le dimensioni dell’immagine da esso fornita (immagine reale, salvo diversamente indicato).

Per quanto riguarda l’immagine del filamento e l’apertura effettivamente utilizzata del condensatore:

--- le dimensioni del filamento (che d’ora in poi chiameremo **Q** per brevità);

--- le dimensioni massime del diaframma d’apertura (che d’ora in poi chiameremo **Da** per brevità);

--- la focale del collettore (che d’ora in poi chiameremo **Cl** per brevità);

--- la distanza fra **Cl** e **Ko**.

Per il resto, si suppone che l’immagine di **Dc** sia a fuoco nel piano dell’oggetto **O** (in seguito ad una corretta regolazione in altezza di **Ko**) e che l’immagine di **Q** sia a fuoco nel piano di **Da** (per virtù di una corretta focalizzazione di **Q** rispetto a **Cl**).

Consideriamo anche un condensatore “normale”, inteso come il diffusissimo “condensatore di Abbe”, costituito da due lenti semplici, l’inferiore biconvessa asimmetrica (la superficie più ricurva in basso), e la superiore, detta “frontale”, semisferica (la superficie piana in alto). La focale di questo sistema, con tutte le varianti del caso, si aggira su 10 - 12 mm.

Immaginiamo ora un tale condensatore “normale”, posto di fronte ad un diaframma di campo “normale”, di 20 mm circa di diametro. Supponiamo di utilizzare un obbiettivo con $M = 10:1$; supponiamo un indice di campo (s') dell’oculare pari a 20 mm. Il campo oggetto dell’obbiettivo avrà un diametro $s = 2$ mm ($s' = 20$ diviso 10). Di solito il costruttore provvede affinché un tale campo oggetto con $s = 2$ mm sia interamente illuminato dal condensatore “normale”¹. Questo significa che il diametro di **Dc** (20 mm, abbiamo supposto, come valor medio) deve essere ridotto di 10 volte per corrispondere al campo oggetto $s = 2$ mm. Dunque, l’ingrandimento di **Ko** deve essere $M_k = 1:10$. Se però la focale di **Ko** (quello “normale”, quello usato nella maggior parte dei modelli) si suppone di 10 - 12 mm, si ricava una distanza fra **Dc** e **Ko** (il suo primo fuoco, per essere esatti) pari a circa 10 volte la focale, e cioè 100 - 120 mm.

Questo valore si ricava dalla formula $x = f / M_k$ in cui:

x è la “distanza extrafocale” (nota 21 a pag. 31 del manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 2.6.1), e cioè la distanza fra **Dc** e primo fuoco del **Ko**;

f è la focale del sistema (**Ko**) ed

M_k l’ingrandimento del condensatore.

Si veda in proposito la formula (15) del manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 2.6.2.2 e la fig. 11 dello stesso manuale.

Nel caso nostro, abbiamo stabilito **f** (o f_k) = 10 - 12 mm; **M** (o M_k) = 1:10 e quindi **x** = 10 - 12 / 1:10 = 100 - 120 mm.

Questa è la distanza necessaria per avere, con un sistema “normale”, un campo illuminato massimo di 2 mm (vedi la nota²).

¹ Per obbiettivi più deboli, e quindi per campi illuminati maggiori, si presenta il grave problema del campo illuminato insufficiente (vedi il manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 21.1, fig. 82, nonché l’articolo n° 3, “Il campo illuminato ...”).

² A risultati simili si arriverebbe calcolando le distanze necessarie affinché un filamento a spire compatte possa produrre un’immagine capace di occupare tutta la superficie del diaframma d’apertura. Sorvoliamo per brevità.

Ma si tratta della distanza fra K_o e D_c . Su questa è bene ragionare un poco, poiché da qui nascono i problemi.

Osserviamo uno stativo “normale”, e questa volta “normale” intende uno stativo di medie dimensioni, senza pretese di originalità, come in fig. 2.

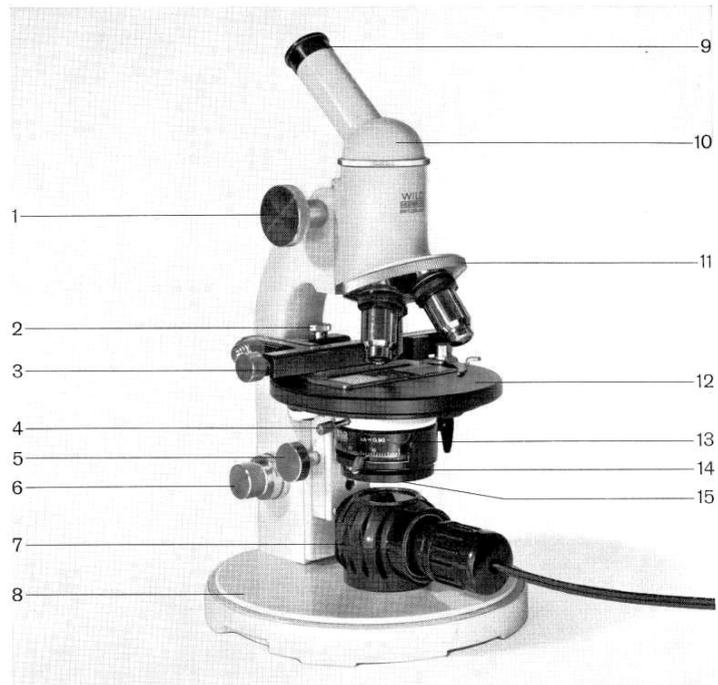
Evidentemente, se la lampada portasse un D_c , la distanza fra questo e K_o non sarebbe certo di 10 - 12 cm. Che fare? Che tipo di microlampada è pensabile in uno spazio così ristretto?

Esaminiamo le varie possibilità, così come le hanno tentate i vari costruttori.

Una soluzione è quella dell’**illuminazione “diffusa”** (vedi il manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 8.5) in cui la distanza fra il diffusore (posto sopra l’ampolla³) e K_o non è importante. La lampada di fig. 2 si vede meglio in fig. 3. I costituenti essenziali sono l’ampolla stessa ed un filtro diffondente; costituenti accessori possono essere uno specchio sferico posteriore ed una lente collettrice.

Fig. 2 - Un “normale” stativo da biologia (Mod. M 11 della Wild). È evidente che la distanza fra condensatore (14) e lampada (7) è di pochi centimetri. Infatti, la lampada qui visibile non è una “lampada di Köhler”, ma una semplice lampada a diffusore, come meglio si vede in fig. 3.

Dal catalogo Wild M2-120 f, XI/67.

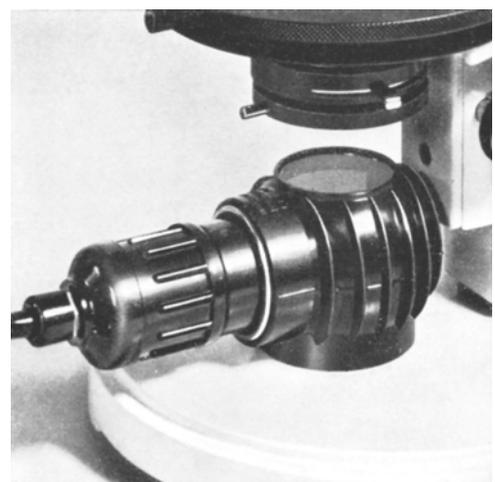


Questa soluzione, priva dei vantaggi dello schema di Köhler, soffre pure di uno scarso rendimento fotometrico. Ha il solo pregio di essere economica, compatta, e di non richiedere centrate particolari.

Fig. 3 - Un esempio di lampadina economica contenente un’ampolla, di solito “a tensione di rete”, un filtro diffusore e, qualche volta, una semplice lente collettrice. La stessa lampada è presente nello stativo della figura precedente.

In certi casi, visto che il rendimento fotometrico di queste lampade è scarso, sotto all’ampolla si pone uno specchio sferico, concentrico col filamento; questo recupera una parte del flusso diretto in basso, che altrimenti andrebbe perduto.

Dal catalogo Wild Mi 648 e - IX/59.



Una soluzione più favorevole è l’**illuminazione “critica”** (vedi il manuale “Problemi tecnici

³ Abbiamo sempre usato il termine “ampolla”, nel senso di “lampadina elettrica con zoccolo, bulbo e filamento”, poiché il termine “lampada” è equivoco. Nel nostro contesto, “microlampada” indica un organo complesso che può essere semplice come quello usato nell’illuminazione diffusa, ma può contenere, nel caso generale dello schema di Köhler, ampolla - specchio posteriore sferico - collettore - diaframma di campo - portafiltri - organi per la centatura delle varie parti e per la dissipazione del calore - eventuali specchi piani di rinvio, ecc.

della microscopia...”, Cap. 8.6 e 8.7) in cui il filamento si trova nel fuoco di una lente collettrice e la sua immagine reale si trova nel piano oggetto. Per evitare che assieme all’oggetto si veda una confusa immagine delle spire del filamento (vedi sotto), di solito si aggiunge a queste lampade un diffusore, per cui si ricade in parte nello schema precedente.

Fig. 4 - Semplice lampada “critica” in cui un’ampolla a filamento concentrato si trova presso il fuoco di un collettore di forte potenza (si vede, sopra l’indice della mano che regge la lampada, la superficie superiore, fortemente ricurva, della lente). Il collettore è centrabile, e si vedono le due viti radialmente.

Anche qui, la distanza fra lampada e condensatore non è importante poiché il filamento si trova nel fuoco del collettore e la sua prima immagine è coniugata a distanza infinita. Anche questo tipo di lampada può avere piccole dimensioni ed inserirsi comodamente sotto il condensatore.

Disponendo di un LED bianco a forte potenza, ormai reperibile sul mercato, si può utilmente sostituire l’ampolla ad incandescenza col LED (vedi il testo).

Dal catalogo Wild Mi 648 e - IX/59.



Questo schema può avere un ottimo rendimento fotometrico ed è realizzabile in forma compatta, ma vi sono almeno due limiti:

1) non esiste un diaframma di campo e quindi non è possibile variare le dimensioni del campo illuminato;

2) nel piano dell’oggetto si forma un’immagine più o meno a fuoco della sorgente e, nel caso di un’ampolla ad incandescenza, si vedrà insieme all’oggetto un’immagine confusa delle spire del filamento. Questo inconveniente non era avvertito, quando la sorgente usuale era una fiamma di lampada a petrolio o ad acetilene. Oggi si presentano assai vantaggiosi i LED di potenza, che possiedono una sorgente emissiva quadrata di 2 - 3 mm di lato (come i filamenti di molte ampolle a filamento concentrato o le più moderne ampolle “alogene”), con il vantaggio di una notevole uniformità della superficie emittente e di un minimo ingombro.

Ma siamo ancora lontani dallo **schema di Köhler**. Ed ecco qualcuna delle tante versioni.

La soluzione più ovvia per realizzarlo è quella di disporre una vera e propria microlampada (vedi il manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 22), con tutti i suoi accessori, posta ad una distanza ragionevole dallo stativo (fig. 5)

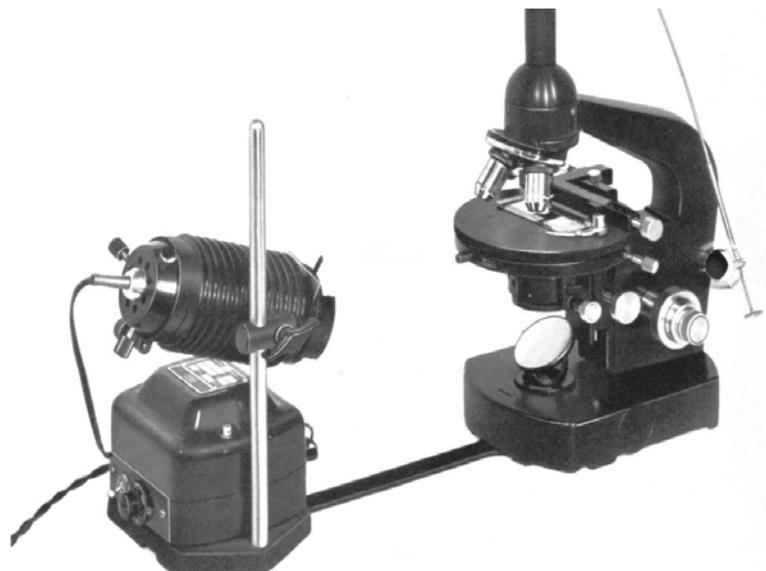
Fig. 5 - Un’ottima microlampada “di Köhler”; si vedono, a sinistra, le viti di centratura del filamento; a destra, la levetta del Dc.

I migliori costruttori forniscono un telaio rigido (la barretta nera visibile fra base della lampada e base del microscopio) per collegare stabilmente le due parti. L’asta verticale che porta la lampada è munita di un morsetto snodato che consente di orientare il fascio illuminante esattamente sullo specchio.

La base della lampada è costituita dal trasformatore di alimentazione.

La sorgente di calore è lontana dallo stativo.

Dal catalogo Wild Mi 632 f e - V/61.



Non essendovi troppi limiti alla forma ed alle dimensioni della microlampada, è possibile disporre di ampolle di qualunque tipo e potenza, avere un Dc di grandi dimensioni, meccanismi efficienti di centratura e dissipazione del calore, ecc.

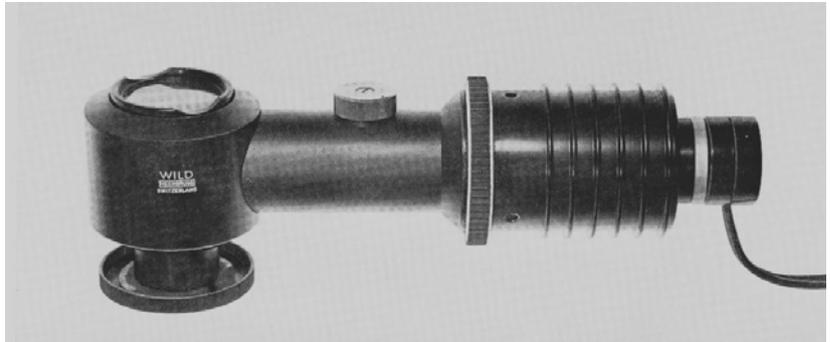
I vantaggi sono quelli della classica illuminazione secondo Köhler. Esistono per questo tipo di lampada versioni particolari per la fluorescenza (sorgenti a vapori di mercurio fino a 250 W), per la micro-proiezione (sorgenti ad arco in xeno), ecc.

Svantaggi: occorre regolare bene l'orientamento della lampada nonché quello dello specchio. Per rendere più stabile la posizione dello specchio, sono stati elaborati anche supporti a viti, semi-rigidi. Rimane poi lo svantaggio del maggiore ingombro.

A questo punto, molti costruttori scrupolosi, per non appesantire lo stativo, forniscono una piccola "lampada di Köhler" di forma tubolare, da applicare alla base dello stativo (fig. 6), in cui il Dc si trova ad un'estremità del tubo, e quindi alla distanza richiesta da Ko.

Fig. 6 - Piccola "lampada di Köhler" da applicare alla base dello stativo. Mancano le viti di centratura dell'ampolla poiché è previsto l'uso di ampolle "precentrate". L'anello sporgente regola il Dc. La sua centratura è affidata alla manopola in alto.

Dal catalogo Wild M2 - 120 f - XI/67.



Questa disposizione, utilizzata da vari costruttori, è molto più compatta e più stabile e, se tutto è ben costruito, può dare buoni risultati.

Svantaggi: non è detto che le centrature siano sempre perfette e la potenza dissipata dall'ampolla raramente supera i 20 W.

Ma anche questa soluzione ha avuto dei detrattori poiché si tratta di un oggetto che sporge fortemente dallo stativo.

Altri costruttori hanno quindi preferito racchiudere tutto nella base dello strumento. In fig. 7 si vede un classico esempio, pregevole per la compattezza. Anche qui, se tutto è ben fatto e se si adoperano ampolle precentrate (in G è indicata la ghiera di precentratura saldata sullo zoccolo dell'ampolla), il sistema è pratico, stabile ed efficiente.

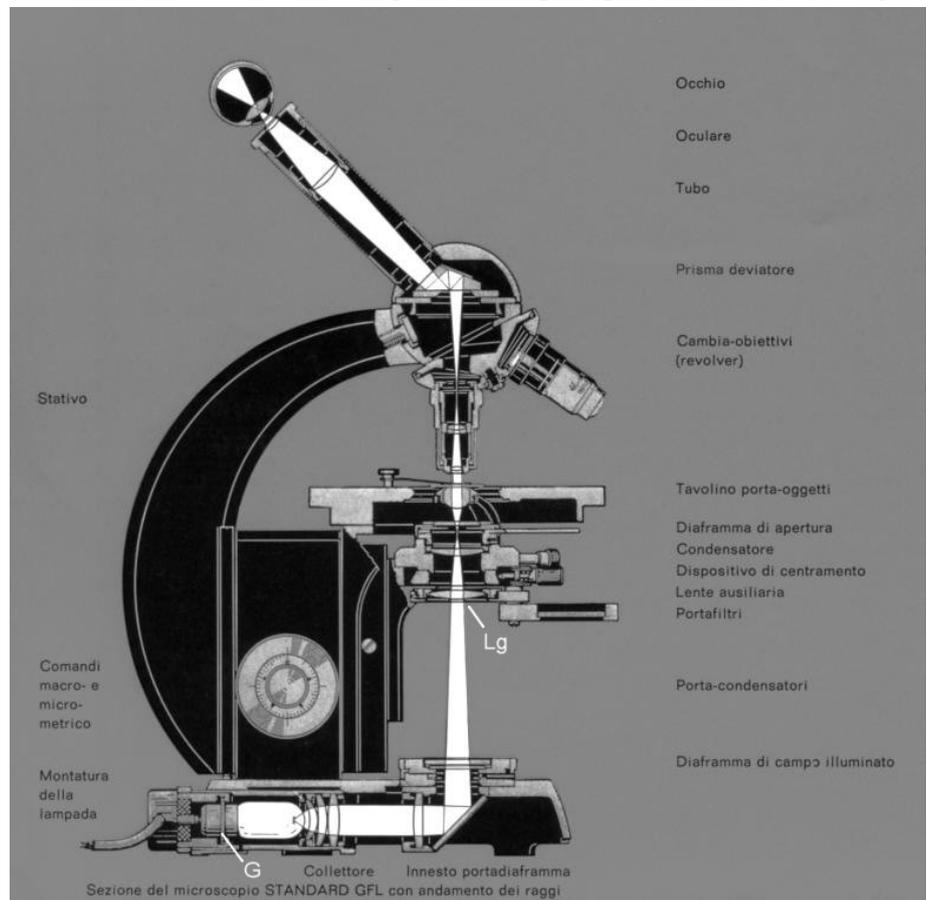
Il Dc è relativamente vicino a Ko, proprio a livello della base, ma a questo si rimedia con una debole lente convergente, con funzioni di "lente a grande campo", posta sotto a Ko (Lg in fig. 7).

Fig. 7 - Microlampada di Köhler incorporata nel piede dello stativo. Si tratta del diffusissimo modello Standard GFL della casa Zeiss Oberkochen.

Il fascio indicato in bianco è quello dei piani coniugati col filamento e col diaframma d'apertura.

Purtroppo, molte microlampade di questo tipo sono scomparse dal mercato da molti anni per via delle ampolle, non più in produzione.

Dal catalogo Zeiss 40 - 120 WI/63 Noo (modif.).



Naturalmente, c'è sempre qualche svantaggio: la lampada si trova nel piede, sotto alla scato-

la dei movimenti di messa a fuoco e scaldano parti delicate dello strumento. La massima potenza ammissibile è di circa 20 W. Inoltre, è necessario uno specchio inclinato di 45° che, prima o poi si appanna e va pulito, con qualche rischio poiché si tratta di uno specchio di superficie (per evitare i riflessi multipli). Se le centrature non sono perfette (le tolleranze di costruzione sono inevitabili), non è possibile intervenire.

Per ovviare al limite sulla potenza dissipata, altri costruttori seguono uno schema simile, ma l'edicola dell'ampolla, dove si sviluppa la massima quantità di calore, viene posta all'esterno dello stativo, sia pure fissata stabilmente alla base (fig. 8). Apposite fessure di aerazione possono consentire la circolazione dell'aria e quindi il raffreddamento, pur riducendo al minimo la diffusione di luce indesiderata.

La stabilità del sistema può essere elevata; le dimensioni dell'edicola non hanno troppi limiti e quindi vi è tutto lo spazio desiderato per organi di centratura e simili. Nessun limite alla produzione di calore e quindi al tipo di ampolla. Semmai, aumenta l'ingombro dello strumento (ed il costo). Il Dc trova facilmente la collocazione più opportuna (Dc in fig. 9 e 10).

Nulla vieta di applicare alla colonna una seconda lampada per l'episcopia (fig. 9). Molti costruttori prevedono un'unica lampada, commutabile sui due cammini per mezzo di specchi ribaltabili, ma spesso è prevista una doppia lampada.

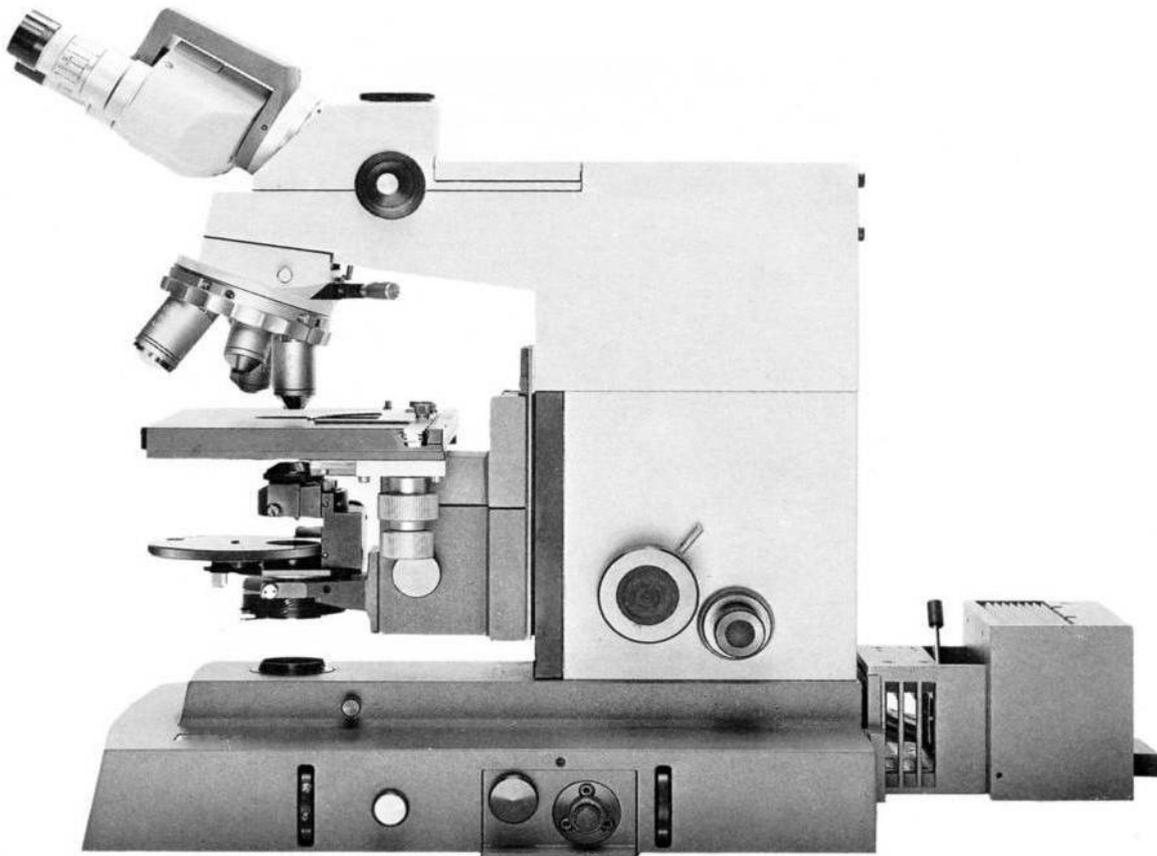


Fig. 8 - Il modello NS 400 della casa francese Nacet, munito di una grande edicola per lampada, esterna alla base. Questa disposizione offre quasi solo vantaggi, salvo l'ingombro. (da un catalogo della casa)

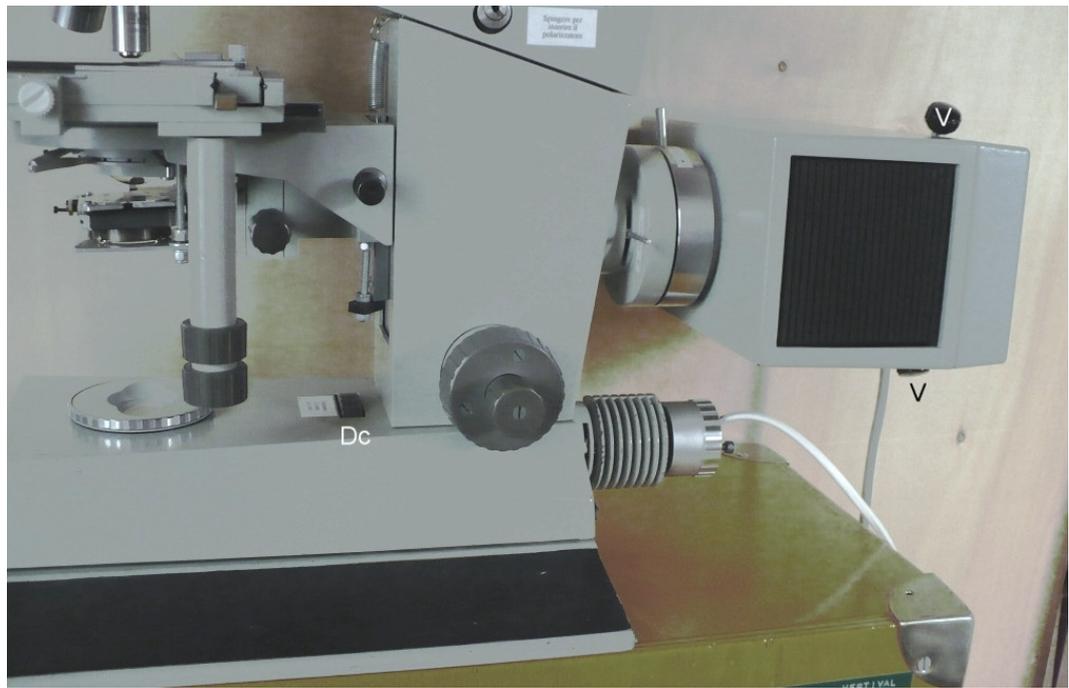
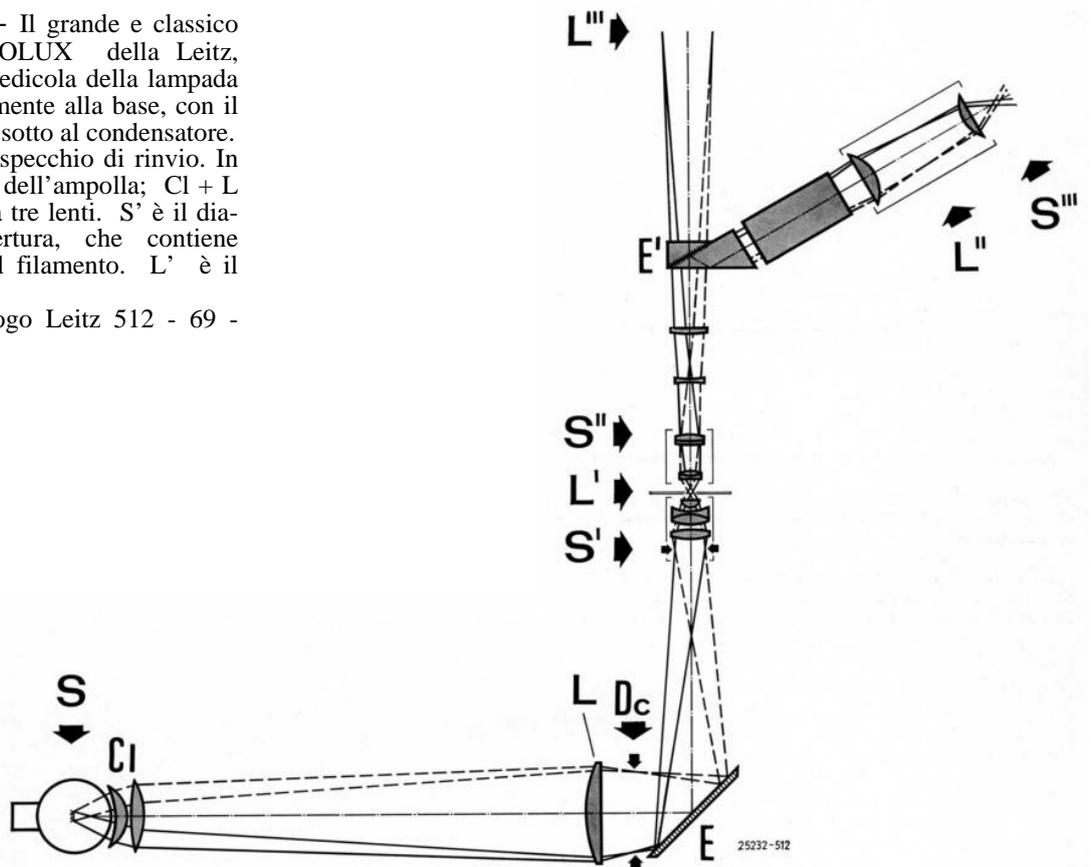


Fig. 9 - Il modello Epival della casa Zeiss Jena è previsto per l'osservazione diascopica ed episcopica e presenta una doppia lampada. Due lampade sec. Köhler, entrambe esterne allo stativo. Quella per l'episcopia è più forte (il rendimento fotometrico è minore) e l'edicola è visibilmente più grande. In V le due viti per la centratura dell'ampolla episcopica. In Dc il diaframma di campo diascopico.

Fig. 10 - Il grande e classico stativo ORTHOLUX della Leitz, anch'esso con edicola della lampada fissata esternamente alla base, con il Dc nella base, sotto al condensatore.

In E lo specchio di rinvio. In S il filamento dell'ampolla; Cl + L è il collettore a tre lenti. S' è il diaframma d'apertura, che contiene l'immagine del filamento. L' è il piano oggetto.

Dal catalogo Leitz 512 - 69 - III/65/EX/B.



Viste alcune soluzioni classiche, tutte valide, arriviamo ora al problema che abbiamo segnalato all'inizio, e ritorniamo a certi stativi economici, spesso di produzione orientale.

L'ampolla viene spesso alloggiata dentro alla base, subito sotto il Ko. Sulla finestra della base, sopra l'ampolla, vi è di solito un sistema contenente il collettore, il Dc, eventualmente le

viti per la centratura del medesimo, una lamina di vetro anti-polvere o un filtro smerigliato, il tutto alto qualche centimetro. Qualche centimetro più su, il Ko. Trattandosi di solito di un normalissimo condensatore di Abbe, la distanza fra Dc e Ko è insufficiente. E questo cosa significa?

Ritornando al manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 2.6.2.2, fig. 11, risulta che, in un sistema convergente che lavora in condizioni di ingrandimento minore di 1 (come fa il Ko rispetto al Dc), avvicinando l’oggetto (nel caso nostro il Dc, illuminato dall’ampolla e dal collettore), la relativa immagine si allontana. Diminuisce la distanza dell’oggetto, aumenta quella dell’immagine.

Ebbene, in questi stativi può avvenire che l’immagine di Dc che si forma sopra a Ko, si trovi molto sopra al piano del vetrino. Guardando negli oculari, non se ne distingueranno i contorni e non si potrà delimitare la porzione illuminata dell’oggetto. Poiché uno degli scopi del sistema di Köhler è proprio quello di delimitare il campo illuminato, si avrà la tendenza ad abbassare Ko finché non si vede nitido l’orlo di Dc.

Bè, che male c’è?

Per brevità rimandiamo al solito manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Cap. 21.4 ed alla fig. 86 ivi contenuta, con relativa spiegazione.

«« L’importanza della focalizzazione del condensatore è sempre sottovalutata: senza troppe parole, si può chiarire il problema guardando la fig. 86: il condensatore si trova all’altezza corretta a sinistra della figura; sia i raggi marginali, di massima apertura (linee intere), sia i raggi parassiali (a tratteggio largo) sono utilizzati dall’obbiettivo. Se il condensatore viene abbassato (a destra), si vede che i raggi marginali non vengono accolti dall’obbiettivo; i raggi di apertura intermedia (a tratteggio fitto) penetrano nell’obbiettivo, ma con inclinazione insufficiente e, dopo aver traversato l’obbiettivo, vanno a disperdersi sulle pareti interne del tubo. Solo i raggi parassiali (a tratteggio largo) contribuiscono a formare l’immagine.

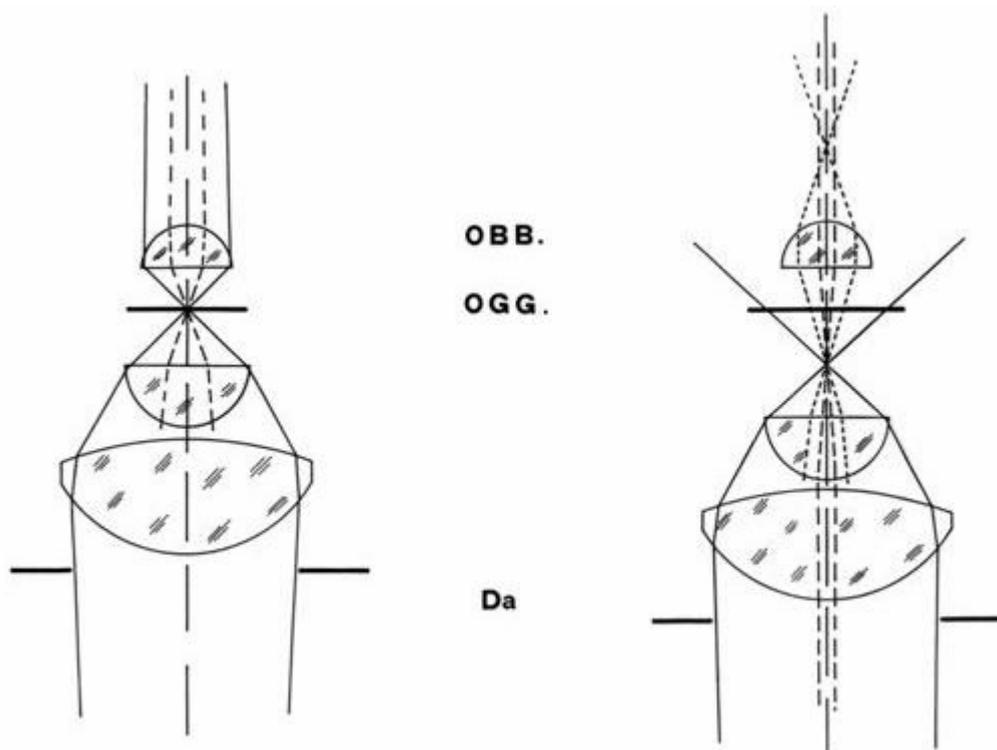


Fig. (86) - Perché focalizzare correttamente il condensatore.

««Tutto si svolge come se fosse stato chiuso il diaframma d’apertura (Da), in quanto il fascio utilizzato dall’obbiettivo ha un’apertura minima. Per convincersi di ciò è sufficiente togliere l’oculare ed osservare la pupilla d’obbiettivo (magari con una debole lente d’ingrandimento o una lente di Amici (vedi il § 19.5.5): se il condensatore è correttamente focalizzato (fig. 86 a sinistra), la pupilla dell’obbiettivo apparirà interamente illuminata; se si abbassa il condensatore, solo i raggi parassiali vengono utilizzati e la porzione illuminata della pupilla si restringe fino a ridursi ad una macchiolina centrata. L’esperimento riesce meglio con

un obiettivo medio-forte (per es. un 40:1) ed un buon condensatore di apertura numerica non inferiore a 0,7.

«Un condensatore abbassato porta quindi ad una perdita della sua apertura utile e ciò, come si è già detto (vedi il § 18.9) significa una perdita di risoluzione e di luminosità. È frequente il vezzo di ridurre la luminosità dell'immagine o aumentare il contrasto abbassando il condensatore o chiudendone il diaframma: con ciò si ottiene sempre una perdita di apertura e quindi di risoluzione. La focalizzazione del condensatore o l'azionamento del diaframma d'apertura possono determinare da soli la possibilità che una data struttura dell'oggetto venga risolta o meno. »»

Ci sembra che il concetto sia chiaro. Il tentativo di focalizzare D_c , abbassando il K_o , porta ad un'immediata perdita di luminosità e di risoluzione.

Con questi strumenti è dunque impossibile realizzare appieno le potenzialità dello schema di Köhler: o si rinuncia a mettere a fuoco il D_c , oppure si perde molto in apertura. Un disastro.

Si potrebbe obiettare che alcuni costruttori accettano una piccola distanza fra D_c e K_o : un diaframma di campo vicinissimo o addirittura incorporato nel condensatore. Basti pensare al "condensatore di Berek" della Leitz (fig. 11).

Ma qui c'è un trucco: subito sotto al diaframma d'apertura (A') si trova una lente piano-convessa di discreta potenza che consente di presentare al condensatore vero e proprio (le due lenti poste sopra ad A') un'immagine virtuale del diaframma di campo (S), immagine a grande distanza ed ingrandita. Si può dire che tale lente opera, dal punto di vista del condensatore, come una lente d'ingrandimento per il diaframma di campo. Si può anche dire che, con l'aggiunta di tale lente, la focale complessiva del condensatore diminuisce e pertanto può diminuire proporzionalmente anche la distanza fra diaframma di campo e condensatore.

In altre parole, il diaframma di campo può stare vicino al condensatore se la focale di quest'ultimo viene accorciata. Abbiamo quindi un condensatore non "normale". Del resto, in fig. 7 (stativo GFL della Zeiss), si era già notata la piccola distanza fra D_c e K_o , consentita da una debole lente convergente (L_g) sotto a K_o .

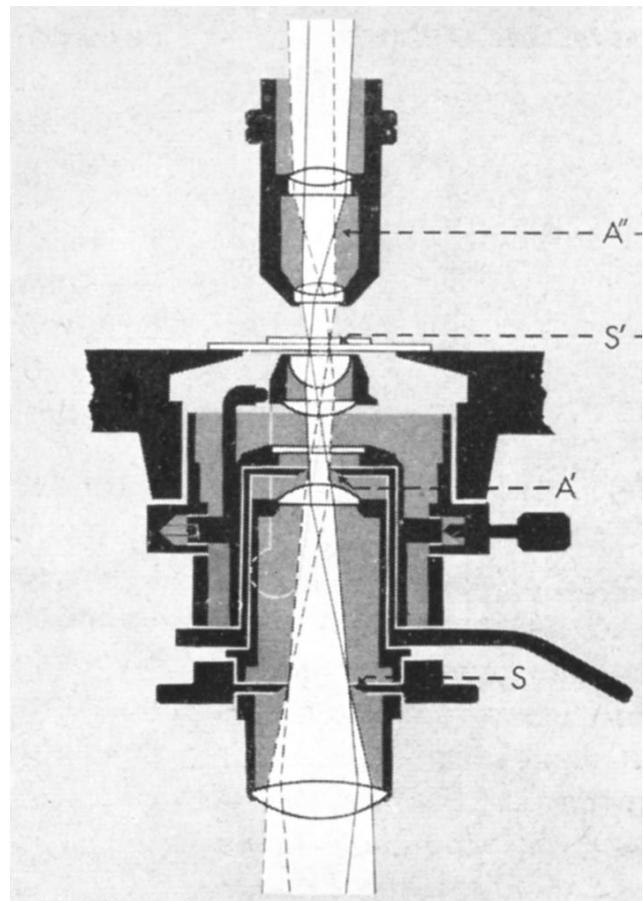
Fig. 11 - Il "condensatore a due diaframmi" o "di Berek" porta il solito diaframma d'apertura (A') sotto al condensatore ma anche, all'estremità inferiore, un diaframma di campo (S).

Le viti indicate sotto la lettera A' servono alla centratura di tale diaframma.

Il sistema è molto compatto e perennemente centrato. Oltretutto, le leve di comando dei due diaframmi sono molto vicine fra loro. Un gioiello.

Perché questa soluzione sia stata quasi abbandonata può dipendere da difficoltà costruttive (il sistema è molto complesso e compatto, e richiede delicate centrature), oppure da problemi di brevetto.

Dal catalogo Leitz 512 - 69 - III/65/EX/B



Ma, con condensatori normali, la situazione può essere irrisolvibile.

Anche con condensatori di altro tipo si può presentare il problema: molti condensatori per

contrasto di fase, ad esempio, hanno una focale maggiore di quelli normali, e la situazione può peggiorare.

In sostanza, i sullodati costruttori forniscono stativi normali e condensatori normali, ma le due cose sono accoppiate male. In ottica, è tutto un problema di distanze.

A questo punto, lo sfortunato proprietario di siffatto strumento cosa può fare?

In certi casi (non citiamo il costruttore), la base è vuota e si può disporre il complesso «lampadina + collettore + diaframma di campo» proprio dentro la base, in modo da allontanare il Dc dal Ko. Naturalmente, avvicinandosi ad uno schema come quello di fig. 7, occorre sistemare uno specchio a 45° sotto la finestra di uscita del fascio. Per poter azionare il diaframma di campo (che si viene a trovare al centro della base) occorre poi praticare un foro rettangolare che lo metta in vista: questo è stato fatto (dal costruttore) nello strumento di fig. 9 (“Dc”).

Se la base contiene il trasformatore e relativi circuiti di alimentazione, questa soluzione è impossibile (altro costruttore innominato). La soluzione può consistere nell’introdurre fra diaframma d’apertura e condensatore una forte lente convergente. È stato utilizzato in un caso concreto il membro convergente di un doppietto (un obiettivo da binocolo 8 × 30 , comprato a pochi euro su una bancarella). Distruggere un binocolo per ricavarne una lente può sembrare masochistico ma, dato il basso costo (e la bassa qualità) di quei prodotti, nonché la possibilità di recuperare altri componenti utili per “Esperienze di fisica” (vedi nel sito), la cosa è accettabile.

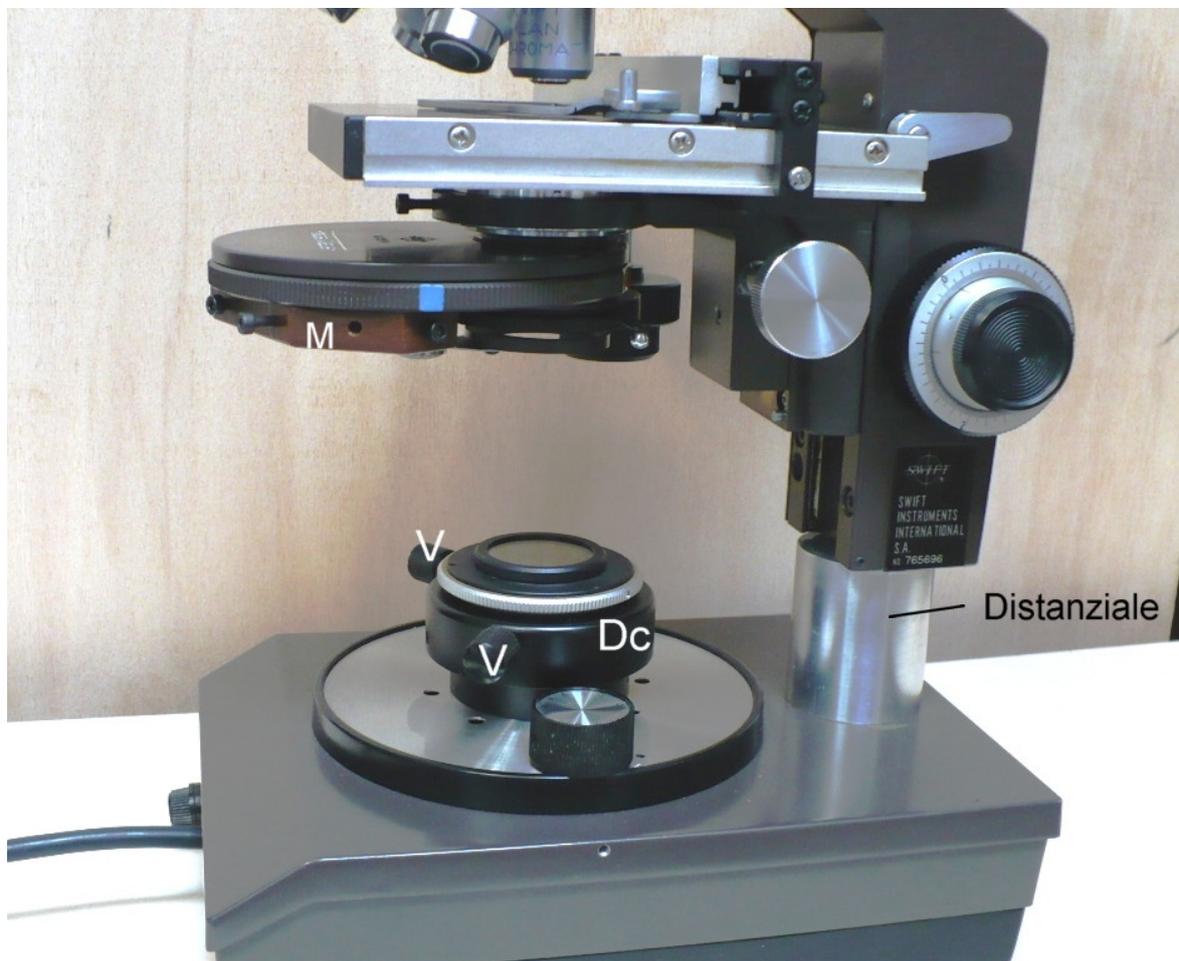


Fig. 12 - Uno di quegli strumenti in cui era impossibile realizzare l’illuminazione sec. Köhler. Si noti l’altezza del diaframma di campo (Dc). Le due viti V servono alla centratura di Dc.

Subito sotto al pacco lenti del condensatore è stata inserita una lente convergente di 32 mm di diametro e, sotto alla colonna, un “distanziale” cilindrico di 48 mm in alluminio, visibile a destra.

Ora va.

Si noti, sotto al disco-revolver del condensatore di fase, un blocco in plastica color caffè (M). Si tratta di un’ulteriore modifica, richiesta per stabilizzare la centratura dei diaframmi anulari, che inizialmente erano flottanti.

Rimane il problema di separare le due lenti del doppietto: si può provare a bollirlo nell’acqua per qualche tempo, avendolo prima appoggiato su uno straccetto. Prima che si raffreddi, proteggendosi con uno straccio, si può provare a scollare i due elementi.

Se questo non basta, funzionerà probabilmente il getto di una “pistola ad aria calda” da almeno 400 W, reperibile in ferramenta.

Infilare la lente convergente sotto al condensatore può essere difficile se non si trova lo spazio adeguato. Disponendo di un tornio, è sempre possibile costruire un anellino di raccordo o modificare la montatura del condensatore stesso. Non si possono dare regole generali.

L’aggiunta della lente convergente trasforma il condensatore “normale” in un condensatore a piccola focale, del tipo di quello di Berek sopra descritto.

Se questa modifica non basta, si può allungare la colonna dello stativo, in modo da allontanare tutta la struttura, condensatore compreso, dalla base. Disponendo di un blocchetto a facce ben parallele, si tratterà di allungare le viti che di solito fissano da sotto la colonna alla base. Può bastare un pezzo di tubo d’alluminio tornito (“Distanziale” in fig. 12).

Il solo innalzamento della colonna difficilmente basterà: in un caso concreto, l’allungamento richiesto era di oltre 14 cm e lo strumento diveniva simile ad una giraffa, molto instabile. Si è così adottato il doppio rimedio: lente convergente nel condensatore + distanziale ridotto.

Il risultato è mostrato in fig. 12, ed è apparso soddisfacente.

Per inciso, va ricordato che l’introduzione della lente convergente nel condensatore può non essere possibile in un condensatore per contrasto di fase. Infatti, tale lente s’interpone fra diaframmi anulari e condensatore ed influisce sul comportamento di quest’ultimo. Sappiamo infatti che il duplice sistema condensatore-obiettivo produce un’immagine impiccolita dei diaframmi anulari e tale immagine deve coincidere con l’anello di fase dell’obiettivo. Una qualunque alterazione nel sistema condensatore-obiettivo può variare le dimensioni di quell’immagine ed in quel caso il contrasto di fase non funziona più.

L’aggiunta della lente nel condensatore va quindi eseguita con molta cura, osservando di continuo la pupilla d’uscita dell’obiettivo per verificare la coincidenza fra diaframmi anulari ed anelli di fase.

Anche l’abbassamento del condensatore, necessario per mettere a fuoco il Dc negli stativi difettosi di cui abbiamo parlato, porta ad una variazione nell’immagine dei diaframmi anulari ed anche in questo caso il contrasto di fase può diventare impossibile.