

La MESSA in OPERA del MICROSCOPIO POLARIZZATORE

Per chi acquista o adopera per la prima volta un microscopio polarizzatore, è bene eseguire alcuni controlli prima di iniziare.

Cominciamo col dire che “microscopio polarizzatore” può essere sinonimo di “m. petrografico”, ma il secondo termine fa pensare solo alle applicazioni in campo geologico, mentre il primo fa pensare ad uno strumento di uso più ampio, in campo naturalistico, chimico, tessile, merceologico, ecc.

In secondo luogo, intendiamo dare qui solamente alcuni consigli pratici, rimandando l’approfondimento teorico ad altri testi, in particolare quattro, presenti in questo medesimo sito:

G. P. Sini – Introduzione alla Microscopia in Radiazione Polarizzata, 55 pagg.

G. P. Sini – Problemi Tecnici della Microscopia Ottica, 533 pagg.

G. P. Sini – Il problema delle Indicatrici come introduzione alla Petrografia ed alla Conoscopia, 24 pagg.

G. P. Sini – O 10 - La Polarizzazione della Luce, 19 pagg.

Questi testi, per evitare ripetizioni, verranno spesso richiamati ed indicati, rispettivamente, con le abbreviazioni: “Radiaz.”, “Manuale”, “Indic.” e “O 10”.

IL CONTROLLO DEI FILTRI POLARIZZATORI

Essendo ormai scomparsi dal commercio i filtri costituiti da prismi in calcite (Nicol, Ahrens, ecc.), si può supporre che lo strumento sia corredato con filtri sintetici in materia plastica speciale, che contiene inclusioni finissime di microcristalli dicroici (vedi: “Radiaz.”, Cap. 5).

Tali filtri, introdotti nel mercato dopo il 1937 dalla casa fondata da Edwin Land (1909–1991) col nome di “Polaroid”, hanno pregi e difetti.

Pregi: sono sottili e leggeri – accettano fasci di notevole apertura – sono economici.

Difetti: non hanno lo stesso grado di estinzione e di “neutralità” (= acromatismo) dei filtri in calcite – non resistono al calore, per cui richiedono la protezione di un filtro anticalorifico – col tempo, possono degradarsi spontaneamente e peggiorare il loro grado di estinzione e di neutralità – sono meccanicamente delicati, non si possono pulire e richiedono spesso una protezione fra vetri.

Quest’ultimo vincolo porta poi al pericolo di contatto fra Polaroid e vetro, con formazione di “anelli di Newton”. Per evitare ciò, molti costruttori incollano il Polaroid fra vetri con collanti vari; anche questo però porta col tempo a scollamenti, ripiegamenti del filtro, ingiallimenti, ecc. Altro ripiego consiste nell’interporre sottili anelli di carta fra filtro e vetro per evitare il contatto.

Una soluzione radicale a questi problemi consiste nel tenere in casa un foglio di Polaroid dal quale ricavare, volta per volta, il pezzo necessario per sostituire quello difettoso. I fogli di Polaroid si tagliano facilmente con una fustella, e si trovano in commercio presso vari fornitori.

Originale o sostituito, il filtro polarizzatore va comunque controllato sotto vari aspetti.

— Rigidità. Se non è incollato fra vetri, deve avere uno spessore di almeno 0,4 mm, in modo da non incurvarsi spontaneamente.

— Estinzione. Se ne prendono due pezzi, si pongono davanti all’occhio e si guarda in direzione di una lampadina ad incandescenza da 25–40 W. Ruotando attorno alla direzione dello sguardo uno dei filtri rispetto all’altro, il filamento deve scurirsi fino QUASI a scomparire. L’orientamento relativo dei due filtri diviene a questo punto assai critico.

— Neutralità. La residua immagine del filamento sopra descritta deve essere appena percettibile ma, soprattutto, deve essere neutra, grigia, priva di colore percettibile. Di filtri polarizzatori esistono presso i migliori costruttori vari tipi per la migliore estinzione, la migliore neutralità, ecc. Buoni risultati si ottengono dal Polaroid HN 32, in spessore 0,5–0,8 mm.

Per controllare i filtri eventualmente già montati sullo strumento, basta smontare le ottiche (oculare, obiettivo, condensatore, eventuali filtri (tranne i polarizzatori)), l’oggetto, ecc. ed

accendere la lampada alla massima potenza. Guardare dentro al tubo.

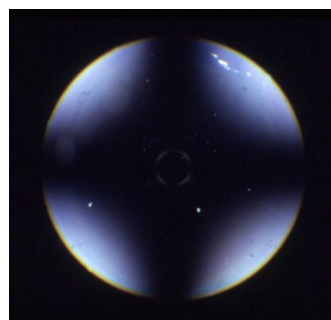
IL CONTROLLO DELL'ESTINZIONE ad ottiche montate

Nel grado di estinzione dell'immagine finale, a parte le prestazioni dei Nicol¹, già discusse, concorrono il grado di estinzione delle ottiche interposte fra i Nicol medesimi.

Essendo condensatore ed obiettivo entrambi sistemi ad elevata apertura, la curvatura stessa delle superfici delle lenti provoca fenomeni di "biriflessione" con rotazione del piano di polarizzazione e perdita di estinzione ("Radiaz.", cap. 4, fig. 9). Perciò i più perfetti polarizzatori, se osservati "in posizione incrociata" interponendo una coppia condensatore – obiettivo, mostreranno sempre quattro quadranti non perfettamente estinti, come in fig. 1. Si parla, per similitudine, di "croce di Malta": è la croce scura che rimane nelle direzioni in cui non si ha biriflessione, parallele alle direzioni principali dei Nicol.

Fig. 1 – Come appare la pupilla di un obiettivo, se osservata in conoscopia fra Nicol incrociati. L'ampiezza dei quattro settori chiari, a parità di ogni altra condizione, è maggiore negli obiettivi più forti. La loro intensità è legata alla geometria del sistema ottico, alla bontà dei trattamenti anti-riflettenti e ad altri accorgimenti costruttivi che fanno la differenza fra un obiettivo normale ed uno progettato con cura per l'uso in polarizzazione.

Solo certi costruttori americani hanno risolto quasi drasticamente questo effetto depolarizzante introducendo nell'obiettivo un doppietto di potenza 0, capace di produrre un analogo effetto di biriflessione che si sottrae a quello delle altre lenti interponendo nel sistema un ritardatore $\lambda/2$, che ruota il piano di polarizzazione di 90° .



L'esame quindi, in pratica, si esegue portando i Nicol all'estinzione (vedi oltre) ed osservando la pupilla d'uscita dell'obiettivo (in conoscopia) con un condensatore di apertura almeno uguale a quella dell'obiettivo, senza interposizione di alcun altro elemento: né oggetto, né filtri smerigliati, ecc.

Purtroppo, per esaminare l'intera pupilla d'uscita, occorre che l'obiettivo sia illuminato da un fascio di pari apertura, e questo si fa di solito proprio col condensatore di corredo. Ma allora l'esame non si rivolge al solo obiettivo, ma al sistema complessivo obiettivo + condensatore. Discriminare fra i contributi dei due sistemi non è facile. O si possiede un obiettivo o un condensatore di provata virtù, oppure si monta al posto del condensatore (in posizione rovesciata) un obiettivo di buona qualità (quelli marcati "Pol" di solito vanno bene) e di apertura uguale a quella dell'obiettivo in esame. Certi stativi prevedono appunto un porta-obiettivi da porre in luogo del condensatore.

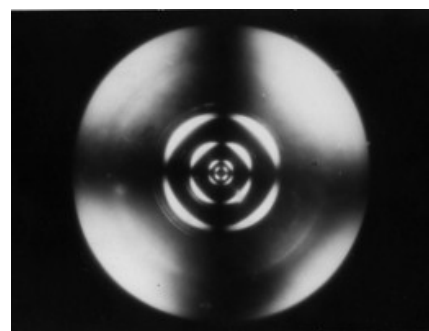
Nel fare questo esame, si devono ignorare le piccole macchie luminose casualmente disposte (nella fig. 1 se ne vedono tre), generalmente dovute a granuli di polvere su una qualunque delle lenti interposte ai Nicol: la polvere è in genere birifrangente poiché è costituita in prevalenza da residui vegetali (lignina, cellulosa, ecc.), da fibre tessili, da granuli minerali, da residui animali (capelli, forfora ecc.). In condizioni di estinzione, ogni granulo birifrangente appare luminoso.

Può invece accadere che, alla croce di Malta regolamentare, si sovrappongano archi luminosi concentrici, come in fig. 2. Non deve succedere.

Fig. 2 – Questi archi chiari sono dovuti a riflessi ulteriori sulle lenti del condensatore o dell'obiettivo, raramente sulle pareti interne dei barilotti che contengono le lenti.

A volte, essi scompaiono foccheggiando correttamente l'obiettivo ed il condensatore rispetto all'oggetto. Anche le lenti della microlampada possono dare un contributo.

Un'immagine come questa può bastare per rispedire al mittente uno strumento spacciato per "polarizzatore" o "petrografico" o "mineralogico".

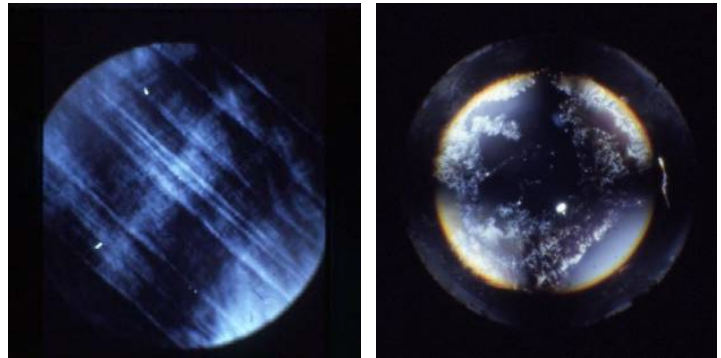


¹ Come è noto, il termine "Nicol" si usa per brevità in luogo di "filtro polarizzatore dicroico", anche se i prismi di calcite ideati da William NICOL nel 1829 non c'entrano più.

Può anche accadere che si vedano, nella pupilla d'uscita, delle strane striature, più o meno regolari, come in fig. 3 a sinistra. L'obbiettivo non è adatto a lavorare in polarizzazione: o contiene fluorite (apocromatici e semi-apocromatici, qualche volta anche acromatici di buon livello), oppure è difettoso.

Altre striature irregolari vengono dalla cristallizzazione ed alterazione dei collanti usati nei doppietti (fig. 3, destra).

Fig. 3 – Nella figura di sinistra, si vedono gli effetti della presenza di lenti in fluorite. Questo minerale, che cristallizza nel sistema monometrico, dovrebbe essere monorifrangente, ma non lo è sempre. A destra, gli effetti di una scollatura di qualche doppietto.



Se poi la croce di Malta appare irregolare (fig. 4), probabilmente qualcuna delle lenti è stata troppo serrata nel barilotto e la compressione ha reso anisotropo il vetro (“birifrazione indotta” o “fotoelasticità”, vedi “O 10”, pag. 91). Può anche trattarsi, in casi più rari, di vetri già “tensionati” fin dall’inizio, all’uscita dal crogiolo, a causa di un raffreddamento troppo rapido (“O 10”, pag. 93, fig. 168).

Anche la mancanza del centro scuro della croce di Malta è da attribuire a lenti “tensionate” ed è sufficiente per classificare un obbiettivo come non adatto alla polarizzazione (fig. 5).

Fig. 4

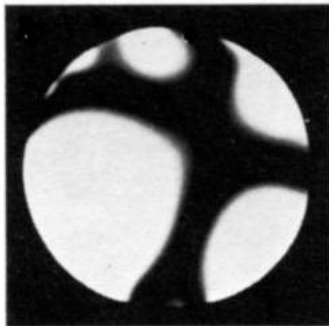
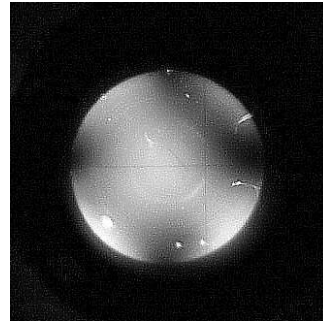


Fig. 5



Ecco dunque che l’assenza di tensioni interne nei vetri delle lenti rappresenta una delle (tante) condizioni cui deve soddisfare l’obbiettivo da usare in polarizzazione. Commercialmente, questi obbiettivi vanno sotto il nome di “strain free” (liberi da tensioni).

L’INCROCIO fra i NICOL

Cominciamo col dire che, secondo le usanze “ancient régime”, la direzione principale (direzione del vettore elettrico) dei Nicol era “Nord–Sud” (sagittale) per il polarizzatore, ed “Est–Ovest” (trasversale) per l’analizzatore. Questa scelta era giustificata quando la sorgente di luce normalmente usata era il cielo, riflesso dal solito specchietto sotto al condensatore. Essa intendeva sfruttare la debole polarizzazione della luce del cielo che, appunto, ha un piano di vibrazione prevalentemente verticale. La sorgente “cielo” veniva così sfruttata al meglio.

Dal 1972, quasi tutti i costruttori si sono adeguati alla norma DIN 58879, la quale prevede l’orientamento contrario (Est–Ovest per il polarizzatore, ecc.). Ciò migliora il rendimento delle normali sorgenti (lampade ad incandescenza), che non sono polarizzate ma, venendo di solito riflesse da uno specchio, producono un fascio con una debole polarizzazione in direzione perpendicolare al piano d’incidenza, cioè Est–Ovest².

Cambiano le sorgenti, cambia la loro prevalente polarizzazione e cambiano le norme sull’orientamento dei Nicol ...

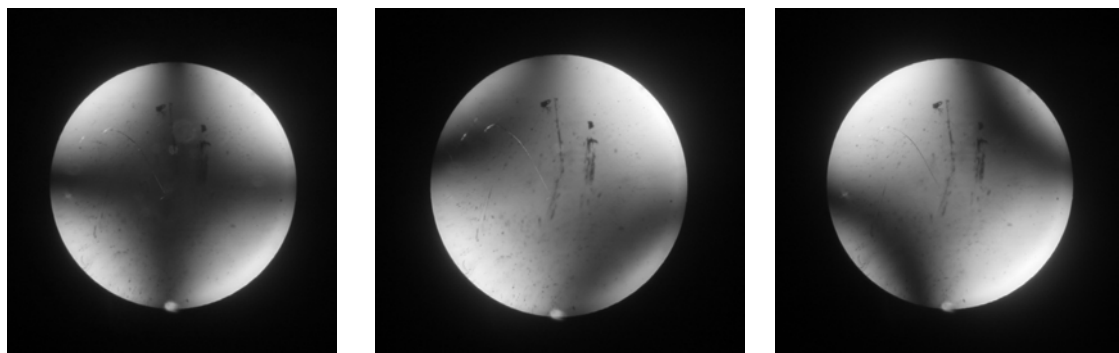
² Una superficie speculare tende a riflettere maggiormente i raggi che vibrano in un piano perpendicolare a quello d’incidenza, nel caso nostro, appunto in direzione Est–Ovest. Vedi: “Radiaz.,” cap. 5, oppure “O 10”, pag. 95, fig. 171:

Secondo la citata norma DIN, inoltre, la scala graduata del polarizzatore deve indicare 0° e quella dell'analizzatore (in posizione incrociata, cioè Nord-Sud), 90° .

Ciò premesso, occorre verificare che i Nicol, posti con la graduazione a 0° e 90° rispettivamente, siano veramente incrociati.

Per far questo, basta mettersi in conoscopia ed osservare la pupilla d'uscita di un obiettivo di potenza media o forte. Si deve vedere una croce come in fig. 1 o 6 (sinistra).

Fig. 6



Se la croce si sdoppia in due archi come in fig. 6 (centro o destra), l'angolo fra i Nicol non è di $90,0^\circ$. Questo test è molto sensibile. È bene che nessun oggetto sia presente fra obiettivo e condensatore.

A questo punto, occorre verificare che le scale graduate su cui si legge la posizione azimutale dei Nicol si trovino esattamente sulla posizione 0° e 90° . Se ciò non si verifica, occorre studiare la montatura meccanica dei Nicol, la quale spesso, magari allenando qualche invisibile vitolina o grano³ di blocco, consente di correggere l'orientamento del Nicol rispetto alla scala. In casi estremi, può essere necessario smontare del tutto il Nicol e ri-orientarlo nella sua montatura, procedendo per tentativi e ricontrollando dopo ogni spostamento.

In strumenti economici, capita di trovare Nicol non girevoli, fissi, ma almeno l'analizzatore dovrebbe essere girevole, sia per poter usare certi compensatori variabili, sia per l'uso in episcopia.

L'ORIENTAMENTO del CROCEFILO

Ogni microscopio polarizzatore di buona famiglia possiede almeno un oculare del tipo "micrometrico", cioè a lente oculare regolabile. La focheggiatura di questa lente consente di mettere a fuoco il piano del diaframma di campo visivo, nel quale si trova un "crocefilo", un sistema di due righe opache incrociate a 90° , realizzate con un'incisione o un deposito metallico su un dischetto di vetro⁴ oppure, più raramente, con due sottili fili metallici fissati alla periferia di un anello.

Questa croce deve visualizzare le direzioni principali dei Nicol (misura delle posizioni di estinzione di un oggetto, ecc.). La croce è fissa all'interno dell'oculare, e l'oculare stesso si incastra in posizione fissa nell'estremità superiore del tubo. Se il microscopio è bioculare, questo discorso vale solo per una delle boccole porta-oculari. La posizione fissa dell'oculare all'interno del tubo è assicurata in genere da una tacca sull'orlo superiore del tubo; in questa tacca si incastra una piccola sporgenza che sta sotto l'orlo dell'oculare: può essere una vitolina a testa sporgente, un dente sulla periferia di un anello, ecc.

Per controllare il parallelismo fra le direzioni dei Nicol ed i bracci della croce, basta disporre di un oggetto allungato la cui estinzione sia "parallela", vale a dire le cui direzioni principali siano perpendicolare e parallela ai fianchi dell'oggetto stesso.

A questo scopo, va benissimo una fibra tessile artificiale.

In concreto: in un negozio di articoli per caccia e pesca si acquisti un po' di "bava" da pescatori. Si tratta di un filo trasparente in resina sintetica, come nylon e simili. Si cerchi quella di minor diametro; si dovrebbe trovare anche il diametro di $0,05$ mm (5 centesimi = mezzo decimo di mm).

Si ricavi un troncone di questa "bava" di circa 50 cm di lunghezza. Lo si fissi con un pezzo

³ Comunemente, si chiama "grano" una vite senza testa.

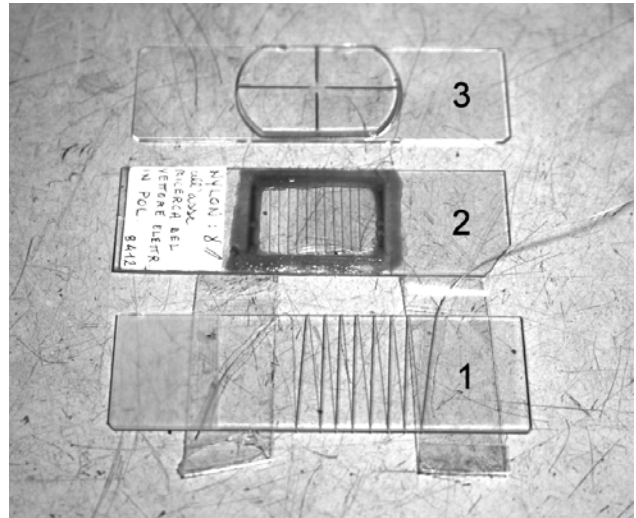
⁴ Si può parlare genericamente di "reticolo".

di scotch su una faccia di un porta-oggetti pulito e lo si avvolga in spire serrate per una decina di volte (fig. 7 – 1). Un altro spezzone di scotch fisserà l'altra estremità del filo.

Fig. 7 – Come si realizza un vetrino-test per la verifica dell'orientamento del crocefilo.

Il filo di nylon rimane chiuso in una camera d'aria; se si usasse un mezzo di montaggio (Balsamo del Canada o simili), il filo apparirebbe con minor contrasto.

Nella figura 7 – 3, in alto, un vetrino con crocefilo per la centratura degli obiettivi. Si noti che le grosse linee visibili ad occhio nudo si riducono nel tratto centrale, che sembra vuoto, a due linee di pochi μ di larghezza.



Ora si tracci con un filo di attaccatutto, non troppo fluido perché non si infiltri fra i due vetrini, un rettangolo attorno alla rete così ottenuta, naturalmente su una faccia sola del porta-oggetti. Si incollì sul filo di colla un copri-oggetti in modo da realizzare una sottile camera d'aria attorno alla spire. Quando la colla è ben indurita, si passi sugli orli del porta-oggetti una lama affilata in modo da tranciare quella parte delle spire che abbraccia gli orli del vetrino stesso. Il risultato si vede in fig. 7 – 2.

Si ponga ora sul tavolino del microscopio questo vetrino-test e lo si focalizzi con un obiettivo debole, circa 10:1, più debole se il filo è più grosso (ovviamente, stiamo osservando in ortoscopia⁵).

Si pongano i Nicol in posizione incrociata e si ponga in centro al campo uno dei fili del vetrino. Si ruoti ora il tavolino fino ad ottenere la massima estinzione del filo: per migliorare il contrasto, si chiuda molto il diaframma d'apertura.

A questo punto, se il filo di nylon non è parallelo al crocefilo, o si ruota la spina di orientamento dell'oculare (vedi sopra), o si ruota il crocefilo all'interno dell'oculare (quando è possibile) o si ruotano, di concerto, i due Nicol.

Detto questo, è ovvio che il crocefilo perde di utilità se esso non ha un orientamento preciso rispetto ai Nicol e quindi rispetto al tubo. Ma anche il tubo deve avere un orientamento preciso rispetto allo stativo.

Nei tubi monoculari dritti, ciò è facilmente ottenuto con mezzi meccanici (viti di blocco, ad es.) fissando fra loro le eventuali diverse parti del tubo. Nei monoculari a gomito, o il tubo inclinato non può essere smontato rispetto alla parte dritta (fissa rispetto allo stativo), oppure esso si può smontare e rimontare, ma con orientamento fisso, dovuto ad una spina sporgente (una "chiave") nella parte inferiore del tubo smontabile, che deve essere alloggiata in un apposito foro nella parte fissa del tubo.

Nei binoculari si impone ancora l'esigenza di una chiave per l'orientamento del tubo rispetto allo stativo, ma occorre anche che l'orientamento dell'oculare e del crocefilo non muti al variare della distanza interpupillare. Nei modelli a slitta (fig. 8 a sinistra) vi è una rigidità di orientamento poiché le due boccole porta-oculare non ruotano al variare della suddetta distanza: si muovono solo, linearmente, in direzione EW.

Invece nei modelli pieghevoli, "secondo Siedentopf" (fig. 8, destra), l'oculare ruota attorno al proprio asse mentre ruotano le due metà del tubo: questi modelli vanno quindi esclusi dall'uso in uno strumento polarizzatore. Fa eccezione un modello della Zeiss Oberkochen il quale, pur seguendo il modello Siedentopf, riesce a conservare la posizione azimutale degli oculari con un complicato e pesante sistema di camme che fanno ruotare gli oculari in senso opposto a quello

⁵ Ortoscopia (o "luce parallela") significa all'incirca osservazione "normale", contrapposta a conoscopia (osservazione in luce convergente). Ma in ortoscopia si fa qualcosa di più: per evitare la variabilità, e quindi la bassa saturazione dei colori d'interferenza (legate all'incidenza), occorre lavorare a bassa apertura e quindi col diaframma d'apertura molto chiuso in modo che l'oggetto sia traversato da un fascio sub-parallelo. In osservazioni "normali", invece, il diaframma d'apertura va tenuto aperto su valori prossimi all'apertura dell'obiettivo in uso (vedi "Manuale", cap. 8, ecc.).

delle due metà del tubo.

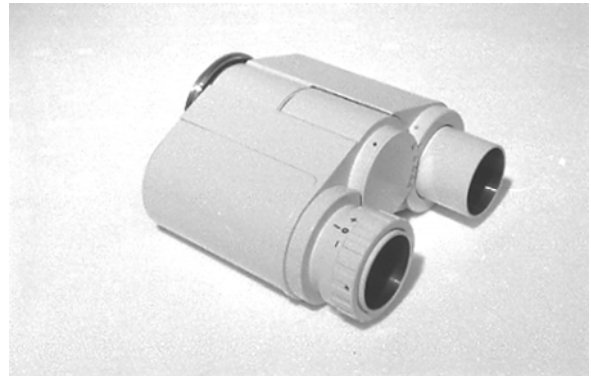
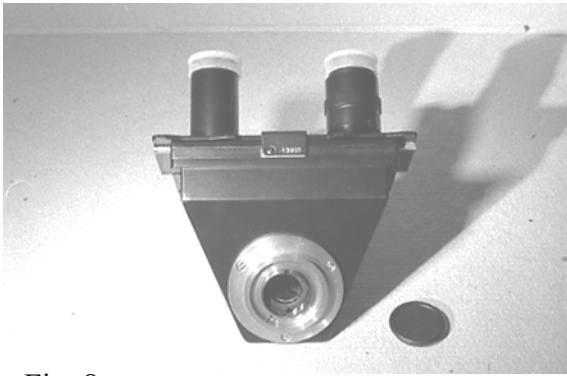


Fig. 8

La CENTRATURA del CONDENSATORE, degli OBBIETTIVI e del TAVOLINO

Della centratura del condensatore, dei suoi vantaggi e dei mezzi per ottenerla, si parla nel “Manuale”, cap. 21.9. Nel caso del microscopio polarizzatore, specialmente in conoscopia, la centratura del condensatore rispetto all’obbiettivo è ancora più critica.

Il controllo si può fare, ancora in conoscopia, con vari mezzi.

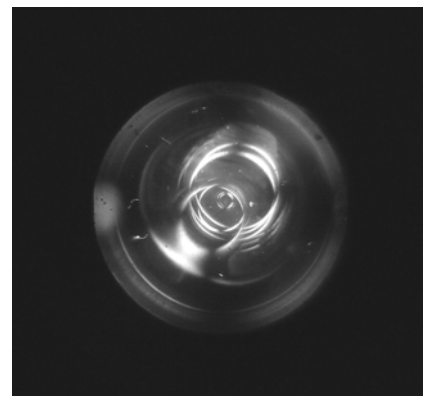
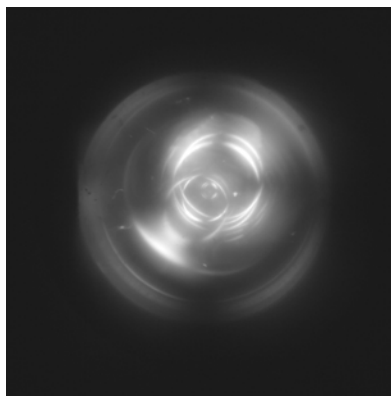
— Il più semplice è di osservare, con i Nicol non incrociati, l’immagine del diaframma d’apertura che si forma nella pupilla d’uscita dell’obbiettivo. È bene che non vi sia alcun oggetto sul tavolino, che l’obbiettivo sia medio–forte e che la foceggiatura dei due sistemi sia prossima a quella normale. Si manovri avanti ed indietro il diaframma d’apertura finché se ne vedono gli orli all’interno della pupilla d’uscita. La concentricità dei due cerchi non garantisce che i due sistemi siano coassiali, poiché il diaframma d’apertura potrebbe essere decentrato rispetto al sistema ottico del condensatore, ma questo approccio può bastare in molti casi. Esso diviene più critico con certi valori della distanza obbiettivo–condensatore poiché l’immagine del diaframma d’apertura può apparire assai ingrandita.

— Sempre in conoscopia e nelle stesse condizioni appena descritte, si può osservare la coassialità dei vari riflessi, come appare in fig. 2; se l’allineamento non è buono, qualche riflesso almeno apparirà eccentrico (fig. 9). Altro approccio approssimativo, ma spesso sufficiente.

Fig. 9 – Come si presentano i vari riflessi nella pupilla d’uscita di un obbiettivo forte, male allineato rispetto al condensatore.

Questo esame non riesce però, in genere, con gli obbiettivi deboli; inoltre, i riflessi sono molto pallidi se l’obbiettivo è munito di trattamenti anti–riflessi molto buoni, come dovrebbe avvenire in tutti gli obbiettivi progettati specificamente per l’uso in polarizzazione.

L’immagine di destra è stata ripresa chiudendo parzialmente il diaframma di Wright (vedi oltre).



— Più rigoroso è il controllo a mezzo delle “catadiottriche”, per il quale rimandiamo all’articolo n° 31, “Il metodo delle «catadiottriche» in microscopia ed in ottica”, pag. 3 e 4, in questo stesso sito.

— Da scartare invece il metodo normalmente usato (e consigliato) nei microscopi biologici, cioè di muovere il condensatore per centrare l’immagine del diaframma di campo (illuminazione sec. Köhler). Tale metodo infatti può costringere a decentrare il condensatore introducendo un errore per correggere un errore di segno opposto nell’allineamento del sistema illuminante.

Se poi il condensatore non è centrabile, tanto peggio.

Per quanto riguarda gli obbiettivi, essi devono sempre essere centrati sull’asse di rotazione

del tavolino. Infatti, occorre spesso ruotare l'oggetto attorno all'asse ottico (per la misura degli angoli di estinzione, per l'identificazione delle direzioni principali dell'oggetto, ecc.) ed in questi casi l'immagine dell'oggetto deve ruotare al centro del campo visivo, che giace con buona precisione sull'asse ottico dell'obbiettivo.

Per questo controllo, basta un vetrino contenente un oggetto piccolo ma ben identificabile, per es. un grosso grano di polvere. Più elegante è un vetrino sul quale siano tracciate due linee sottili incrociate (Fig. 7 – 3), che si possono ottenere semplicemente con due capelli.

Esistono strumenti in cui sono centrabili sia i singoli obbiettivi, sia il tavolino. Questo è il caso peggiore poiché manca un riferimento fisso: non si sa cosa centrare rispetto a che cosa.

Se gli obbiettivi sono fissi ed è centrabile il solo tavolino, occorrerà centrare di nuovo quest'ultimo tutte le volte che si cambia obbiettivo.

Il caso più frequente è che siano centrabili i singoli obbiettivi. Nel caso che sia presente un revolver, questa è la soluzione più comoda poiché, finché non si spostano gli obbiettivi da un foro all'altro del revolver, la centratura fatta una volta vale per sempre (o quasi).

La centratura dei singoli obbiettivi può essere affidata:

— Ai fori del revolver o, per meglio dire, a distinti anelli centrabili contenuti nel revolver. Ogni anello si potrà centrare operando su piccole viti a testa quadrata che affiorano sull'orlo del revolver stesso, due viti per ogni foro, che spingono contro una contro-molla alloggiata al centro, presso il perno (Jena). Questa soluzione può dare instabilità, ma funziona con obbiettivi meccanicamente normali.

— Su revolver con fori fissi, dovrà essere centrabile il sistema ottico dell'obbiettivo, il "pacco lenti". Vi possono essere piccole viti che sporgono all'esterno del corpo dell'obbiettivo e spingono il pacco lenti verso una molletta di controspinta (Wild, ecc.).

— In altri casi, ancora su revolver normale, gli obbiettivi presentano una coppia di anelli eccentrici che affiorano all'esterno e possono muovere il pacco lenti interno (Zeiss).

— In assenza di revolver, ogni obbiettivo viene montato su di un supporto con innesto a slitta su coda di rondine (Meopta, ad es.), o su slitta cuneiforme (Jena, ecc.) o con pinza elastica (Lomo, ecc.). Ogni slitta reca un anello con filetto porta-obbiettivo, a sua volta centrabile colle solite viti in spinta contro una molla.

Quest'ultima soluzione può essere assai stabile dal punto di vista meccanico, ma occorre cambiare slitta per cambiare obbiettivo e questo può comportare l'urto dell'obbiettivo col guida-oggetti poiché la slitta in genere fa scorrere l'obbiettivo orizzontalmente, non sollevandolo come fa invece un revolver.

Per la centratura, lavorando in ortoscopia, si porta al centro del campo visivo il granulo di polvere o l'incrocio del crocefile (d'ora in poi lo chiameremo "il punto"). Poi si comincia a ruotare il tavolino (bastano 180°). Nel caso più generale "il punto" descriverà un arco di cerchio. Si individua mentalmente il centro di questo cerchio e si fa in modo, muovendo il guida-oggetti, che "il punto" raggiunga questo centro. In questo momento, "il punto" si trova sull'asse di rotazione del tavolino, ma non al centro del campo visuale.

Ora si centra l'obbiettivo (o il tavolino) con le apposite viti fino a portare "il punto" al centro del campo visivo.

Si ripete la rotazione del tavolino, si ottiene un arco di cerchio più piccolo del precedente e si ripete la procedura. Per approssimazioni successive, si può arrivare a fare in modo che "il punto" rimanga sempre al centro del campo visivo e che ruoti sempre su sé stesso.

I COMPENSATORI

Una descrizione dei tipi principali si trova in "Radiaz.", cap. 6.4. Qui vogliamo solo richiamare l'attenzione sulla fenditura che consente di introdurli nel tubo, di solito subito sopra l'obbiettivo.

La montatura delle lamine otticamente attive è stata all'inizio circolare, poi è diventata lineare, con sezione rettangolare, da far scorrere in una fenditura a sezione rettangolare.

Una volta, le fenditure erano orientate in direzione Est-Ovest, o EW, ma da tempo è generalmente adottata una direzione a 45° dalla precedente; infatti, con la fenditura in E-W, la direzione del γ (vedi sotto), che deve essere a 45° dalle direzioni principali dei Nicol, veniva disposta a 45° dalla slitta e quindi veniva ruotata di 90° inserendo la slitta rovesciata (sotto-sopra). Con la slitta a 45° ed il γ parallelo alla slitta, l'inversione della slitta non porta

all'inversione della direzione del γ .

Più importanti sono le dimensioni della fenditura. Inizialmente 4×15 mm, poi generalizzata in 4×12 , poi variabile ($5 \times 16,7$, ecc.). Finalmente, si è arrivati all'intercambiabilità con le norme DIN, che indicano un sezione di 6×20 mm.

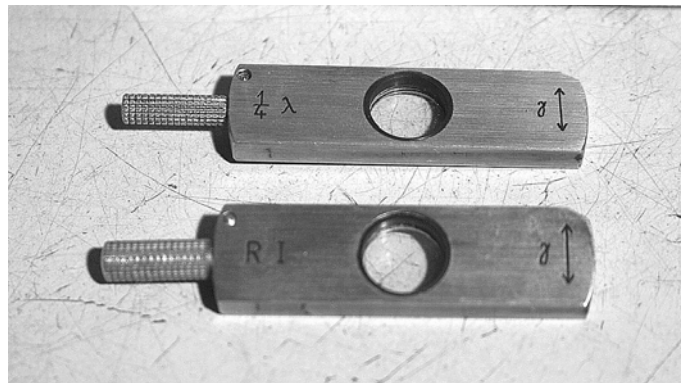
I compensatori portano in genere un'incisione a forma di freccia a due punte: si tratta della direzione del γ , cioè del massimo indice ("slow ray"). In passato, la direzione del γ è stata presso qualche costruttore parallela alla direzione della slitta, ma oggi è generalmente perpendicolare, ancora a 45° dalla direzione Est-Ovest dei Nicol (fig. 10).

Semmai, è da consigliare per l'uso in campo naturalistico un compensatore fisso λ (Rosso 1°) non a 45° ma in posizione "sub-parallela" (a pochi gradi) dalle direzioni dei Nicol. Ciò consente di meglio rivelare le deboli birifrazioni esistenti in campo biologico.

Ancora più utili sono i compensatori λ girevoli nella loro montatura attorno all'asse ottico. Ma pochi sono i produttori che offrono questi accessori, nonostante il loro basso costo: i naturalisti non conoscono queste possibilità tecniche e non le sfruttano.

Fig. 10 – Due slitte per compensatori fissi. Si noti, sulla destra, la freccia a due punte che indica la direzione del γ . A sinistra, è indicato il ritardo; in alto pari a $\lambda/4$, in basso pari a λ . L'indicazione è "RI" che significa "rosso di 1° ordine", cioè Magenta, corrispondente ad un ritardo appunto di $\lambda = 550$ nm.

Per certe applicazioni in conosopia, occorre usare due compensatori fissi $\lambda/4$, uno sopra l'obbiettivo ed uno sotto il condensatore. Pertanto sarebbe bene che lo strumento prevedesse un'altra fenditura per compensatori, subito sopra il polarizzatore.



IL SISTEMA ILLUMINANTE

Del sistema illuminante, dell'illuminazione secondo Köhler, ecc. si parla più diffusamente in "Manuale", cap.8, ecc.

Vogliamo qui solo richiamare l'attenzione su un altro controllo da fare nel microscopio polarizzatore, riguardo alla comparsa di un'immagine del filamento.

Fino alla fine del 19° secolo, la sorgente usuale era il cielo o una fiamma, relativamente omogenei e sufficienti per l'osservazione visuale.

All'inizio del '900 però divennero disponibili le lampade ad incandescenza, assai comode in qualunque ora del giorno ed in qualunque luogo, costanti e ripetibili.

Ma il buon A. Köhler, che si occupava fra l'altro di foto-micrografia presso gli stabilimenti Zeiss di Jena, si accorse subito che il filamento offriva una sorgente intensa ma irregolare, e nell'immagine compariva spesso una traccia delle spire del filamento.

L'uso di diffusori (vetri smerigliati, ecc.) era sempre possibile, ma la perdita fotometrica era forte.

Così egli immaginò quella soluzione assai nota che porta il suo nome e che ha come idea centrale la proiezione dell'immagine del filamento non sul piano dell'oggetto, come avveniva nel sistema, allora diffuso, della "illuminazione critica" ("Manuale", cap. 8.6), ma sul primo piano focale del condensatore, in modo da non interessare il piano oggetto.

Purtroppo, questa idea innovativa, valida del resto anche in altri illuminatori, come nei proiettori per diapositive, cinematografici, ecc., soffre di qualche limitazione per via dell'ingrandimento longitudinale ("Manuale", cap. 12.4) e per questo si ricorre ancora, spesso, a vetri smerigliati.

Ma nel microscopio polarizzatore le cose si complicano:

— in ortoscopia, la scarsa uniformità d'illuminazione di un oggetto irregolare, come una sezione di roccia, può rendere difficile la lettura dei colori d'interferenza;

— in conosopia, comunque, proprio in virtù dello schema di Köhler, si osserva la pupilla d'uscita dell'obbiettivo dove, per ragioni di principio, si forma proprio un'immagine del corpo luminoso, cioè del filamento. E questo è molto fastidioso poiché si tratta di un'immagine assai brillante, sovrapposta alle sfumature di ciò che si vede fra Nicol incrociati.

Quasi tutti i costruttori ricorrono per semplificare il problema a vetri smerigliati.

Quello che può fare l'utente, prima dell'acquisto o prima di iniziare il lavoro, è di mettersi in conoscopia a Nicol incrociati, inserire un obiettivo forte, aprire tutto il diaframma d'apertura, eliminare tutti i vetri smerigliati possibili, e controllare che l'immagine del filamento, almeno, copra tutta la pupilla d'uscita dell'obiettivo e sia centrata rispetto ad essa.

Se ciò non avviene, controllare che questo risultato sia ottenibile regolando:

- la centratura della lampadina o del collettore;
- la foceggiatura della lampadina o del collettore;
- l'orientamento di eventuali specchi interposti;
- la centratura del condensatore rispetto all'obiettivo;
- la centratura (se possibile) della (eventuale) "lente a grande campo".

Se tutto va bene, si può rimettere a posto il vetro smerigliato.

Se il vetro smerigliato non è estraibile (può essere smerigliata una delle lenti del collettore), il controllo di cui sopra diventa difficile e ci si potrà basare solo sulla macchia più chiara che appare nella pupilla d'uscita.

La LENTE di AMICI-BERTRAND

È quella lente che consente di osservare la pupilla d'uscita dell'obiettivo, e quindi le immagini conoscopiche, senza dover ricorrere al "microscopio ausiliario", quello che si usa per centrare i diaframmi anulari del contrasto di fase, o ad altri mezzi.

Infinite le versioni. È bene che essa sia foceggiabile, se non altro perché le pupille d'uscita dei diversi obiettivi non sono sempre alla stessa altezza. Gli stativi economici hanno però spesso una lente di Amici fissa poiché si suppone che la conoscopia si esegua solo con un obiettivo, quello di maggiore apertura. Ed in genere è così.

Bisognerebbe anche che la lente fosse un po' corretta, almeno di sferica e cromatica poiché le immagini conoscopiche possono avere elevato valore diagnostico. Un controllo si può eseguire infilando la punta di una matita sotto al condensatore ed osservandone l'immagine nella pupilla d'uscita. L'aberrazione sferica produce aloni sfumati senza colore; la cromatica aloni colorati. Un giudizio soggettivo può bastare a definire questi aloni come accettabili o non.

Ma, almeno per la sferica, un rimedio parziale c'è. Infatti, nella fig. 9 sono visibili due immagini della pupilla d'uscita di un obiettivo forte con relativi riflessi interni, l'una ripresa con di diaframma di Wright tutto aperto, l'altra con il diaframma piuttosto chiuso. Questo diaframma non giace nel piano della lente di Amici, e quindi non si configura come diaframma d'apertura per quella lente, ma non ne è molto lontano; pertanto alcune aberrazioni della lente, almeno la sferica, si riducono riducendo il diametro del diaframma. La figura 9 a destra è infatti assai più nitida di quella a sinistra.

Il diaframma di Wright che sta subito sopra la lente, di solito non ha bisogno di essere centrabile.

Sarebbe opportuno che la lente di Amici fosse centrabile, e spesso lo è, ma se ne può fare a meno.