

O2 - I PRISMI OTTICI

S'intende con "prisma ottico" un blocco di vetro ottico⁸ limitato normalmente da superfici piane, di forma spesso prismatica. Un fascio di "luce"⁹ può incidere su una o due delle sue facce ed uno o più fasci possono emergere dalla stessa o da altre facce. Le facce d'ingresso e d'uscita della "luce" sono levigate e la loro planeità è assicurata entro stretti limiti, in relazione alla funzione che il prisma deve svolgere. Il comportamento dei fasci che incidono su un prisma è determinato dalle leggi della riflessione e della rifrazione.

Per i nostri scopi, useremo principalmente i prismi retti già visti nell'articolo O1 (fig.6), che hanno la forma di veri prismi, in senso geometrico, con la base a forma di triangolo rettangolo isoscele e le tre facce laterali lucidate. Le due basi sono generalmente smerigliate.

Un prisma retto può servire a verificare la rifrazione proiettando su una delle sue facce lucide uno stretto fascio, come già visto nel primo articolo di questa serie (O1, fig. 4). Abbiamo spiegato in quella sede come, alla superficie di separazione fra due "mezzi" (= materiali trasparenti) diversi, si ha la "rifrazione", il cambiamento di direzione del fascio incidente. Ma occorre precisare:

-- se il raggio incidente è perpendicolare ("normale") alla superficie di separazione, non c'è deviazione: i raggi incidente e rifratto giacciono sulla stessa retta; per questo, nella fig. 4, il raggio incidente I non è "normale" alla superficie L;

-- i due mezzi, sopra e sotto la superficie di separazione, devono essere diversi: Ma diversi da che punto di vista? Abbiamo detto nell'articolo O1 che debbono avere diversa "densità". Ma il termine è improprio. In Fisica, la densità indica il rapporto fra massa e volume di un corpo. Nel caso della rifrazione (vedi il manuale "Problemi tecnici della microscopia...", Cap. 2.3.1), la diversità fra i due mezzi deve riguardare l'*indice di rifrazione*, che è un po' legato alla densità, ma anche ad altre caratteristiche fisiche e chimiche del mezzo. L'indice dipende anche dalla temperatura, dalla pressione e, come vedremo, dalla lunghezza d'onda λ . Possiamo dire che l'*indice di rifrazione* è una costante di ogni particolare mezzo (supposta costante la temperatura, la λ , ecc.) costante nel senso che il rapporto fra gli angoli d'incidenza e di rifrazione (ovvero fra le loro funzioni trigonometriche dette "seni") rimane costante, comunque vari l'angolo d'incidenza.

Fig. 11

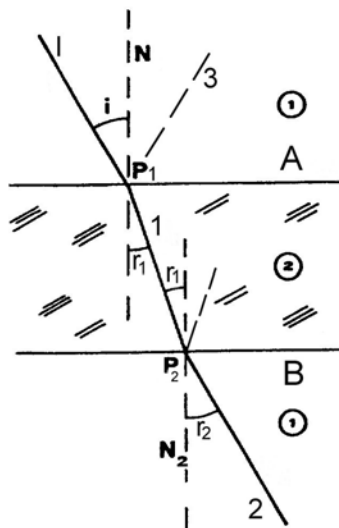
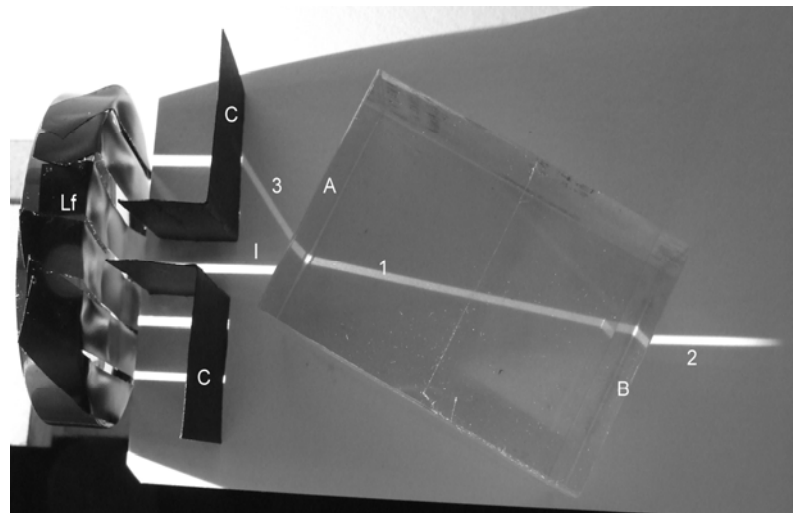


Fig. 12



Vediamo ora altre applicazioni dei prismi retti descritti in O1.

⁸ Il vetro ottico non è vetro normale; ha una composizione chimica complessa e molto varia (esistono centinaia di "vetri ottici" diversi), e le sue caratteristiche fisiche (indice di rifrazione, "dispersione", omogeneità, ecc.) sono controllate con tolleranze molto strette.

⁹ Usiamo il termine "luce" fra virgolette poiché, come si è detto nell'articolo O1, il termine esatto "radiazione ottica" sarebbe troppo lungo.

In fig. 4 si è visto cosa succede per un fascio sottile che incide sulla superficie piana di un prisma. Ora supponiamo di disporre di una lamina a facce piane e parallele. In fig. 11 è schematizzato il fenomeno. Si ha una prima superficie (A) su cui incide il fascio I; in P₁ si ha una prima rifrazione colle modalità che conosciamo, ed il raggio viene deviato avvicinandosi alla normale (raggio 1). Poiché il vetro (mezzo ② di fig. 11) si suppone possedere un indice superiore al mezzo ① (nel caso nostro, aria), l'angolo di rifrazione r_1 è minore di quello d'incidenza i . Ora, il raggio 1 rappresenta il raggio incidente sulla superficie B ma, essendo invertita la differenza di indice, il raggio 2, che è il rifratto rispetto alla superficie B, si allontana dalla normale e, fatti i conti, risulta parallelo al raggio iniziale I: $r_2 = i$.

Dunque, un oggetto trasparente limitato da due superfici piane e parallele, è in grado di spostare un fascio parallelamente a sé stesso, senza deviarlo.

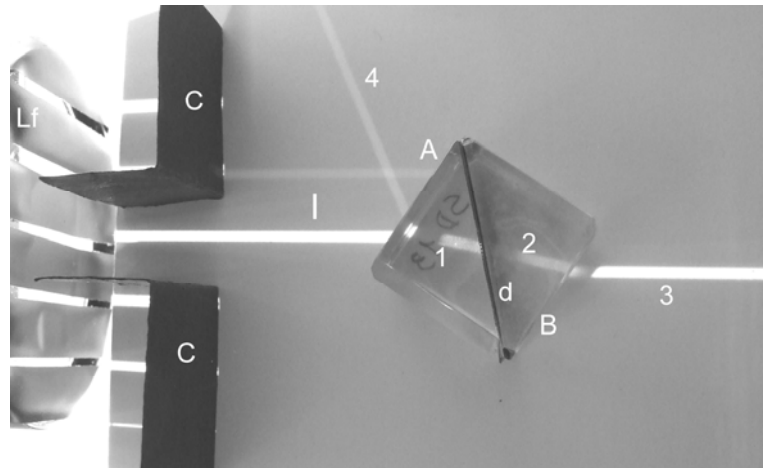
Per verificare questo, basta ricorrere alla disposizione di fig. 9 (in O1), aggiungere le due squadrette di cartoncino nero C (fig. 4, 12, 13, ecc.) e poggiare sul piano di riferimento in cartone bianco una lamina "plan-parallela" un po' inclinata rispetto al fascio incidente I. In fig. 12 il fenomeno è evidente, ed è ottenuto da una lamina di diversi cm di spessore. Si può ottenere lo stesso risultato (fig. 13) utilizzando due prismi retti, di cui si è parlato in O1, ed accostandoli per le due facce ipotenuosa (d in fig. 13). Per evitare riflessi interni, si ponga fra le due facce accostate una goccia d'olio; per meglio vedere cosa succede dentro al doppio prisma (raggi 1 e 2 in fig. 13), si spalmi d'olio anche la superficie superiore dei due prismi, che generalmente viene lasciata smerigliata.

Se si prova a ruotare il doppio prisma attorno alla verticale, si varierà la distanza fra le due rette su cui giacciono i fasci I e 3. Se le facce A e B sono normali al fascio I, i fasci I e 3 giaceranno sulla stessa retta o, per essere più esatti, nello stesso piano.

Il fascio 3 di fig. 12 ed il fascio 4 di fig. 13 vengono dalla solita riflessione parziale del fascio I sulla faccia A.

Fig. 13

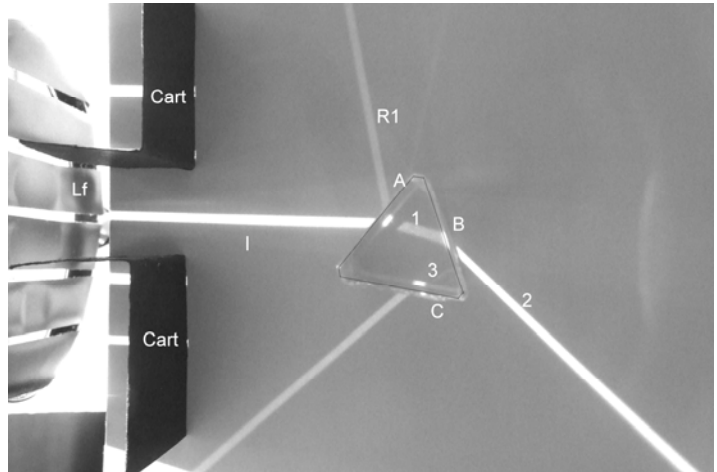
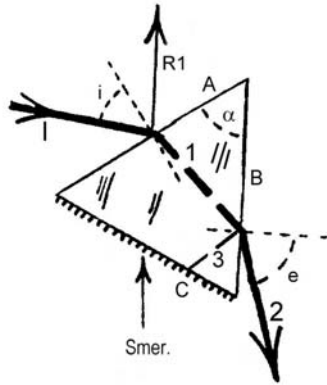
Questa, come la precedente e molte delle foto che seguono, sono eseguite dall'alto: prismi e squadrette sono poggiati su di un cartone bianco orizzontale. La lente a fessure Lf, a sinistra, è disposta verticalmente, fissata per il suo manico ad un blocchetto di legno.



Supponiamo ora di disporre di un prisma in vetro a base triangolare equilatera (fig. 14). In commercio non è facile reperirlo, ma è nel catalogo della ditta E.D.-Elettronica didattica, CP 87, CAP 23898, IMBERSAGO, (LC), tel. 039-99 20 107 (N° di catal. OT 0084 o OT 0085).

Spesso, questi prismi hanno la smerigliatura anche su una delle facce laterali (fig. 14, "Smer."), ma ciò non ostacola il nostro lavoro.

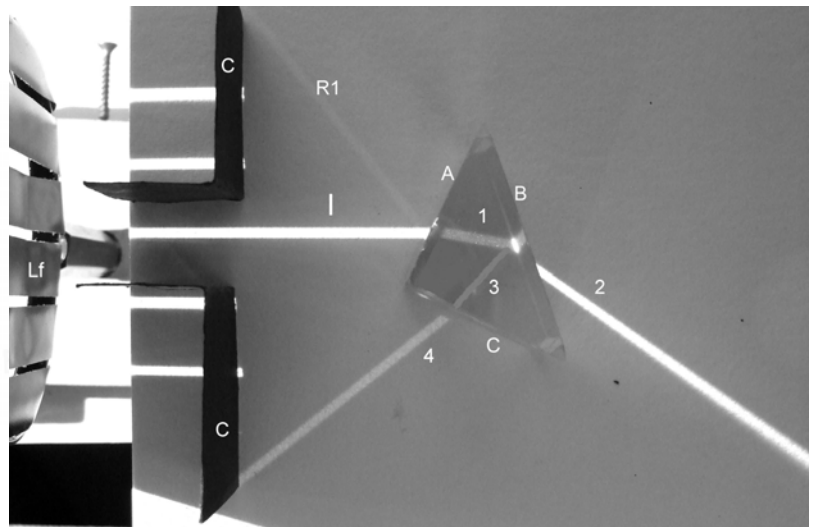
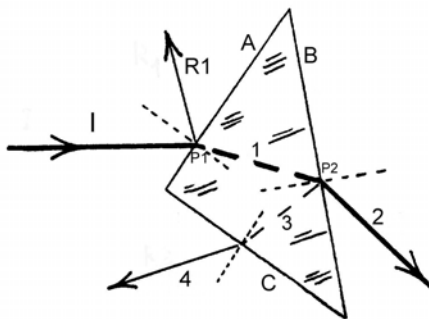
Fig. 14 e 15



Ora, la faccia d'incidenza (A) e quella d'emergenza (B) non sono più parallele, quindi il fascio emergente (2) non potrà essere parallelo a quello incidente (I). Anzi, se si fanno bene i conti, il fascio 1, già deviato verso il basso dalla prima rifrazione, lo sarà ulteriormente attraversando la superficie B. Vi saranno poi i soliti fasci parzialmente riflessi all'esterno della prima superficie (R1) ed all'interno della seconda (3), che poi emerge dalla faccia C. Se si ruota il prisma in modo che il fascio interno (1) sia perpendicolare alla bisettrice dell'angolo "diedro" α (fra le facce A e B, fig. 14), si può dimostrare che gli angoli i ed e risulteranno uguali e la deviazione totale del fascio 2 rispetto al fascio I sarà minima ("condizione di minima deviazione").

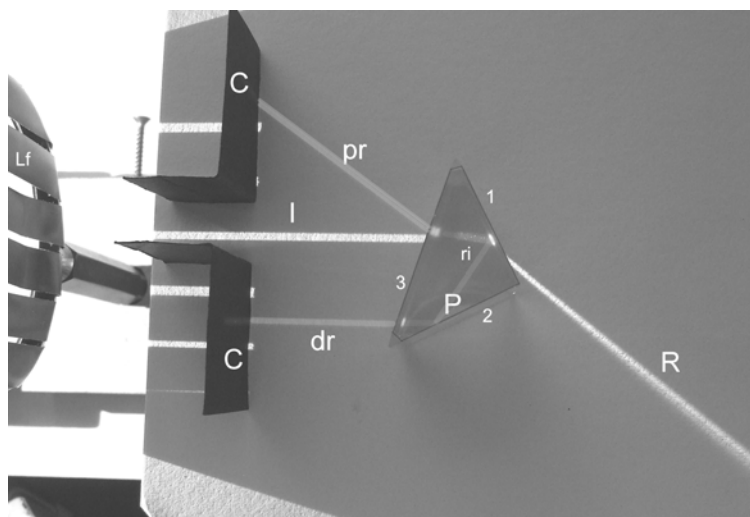
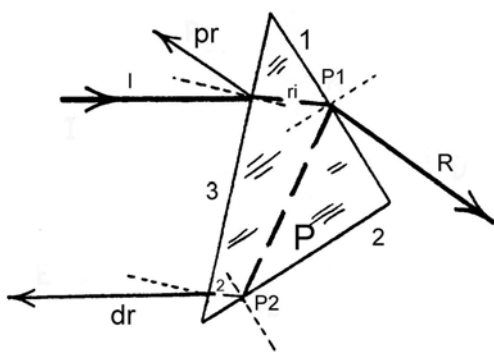
Se non si dispone del prisma equilatero di fig. 14, si possono fare cose anche più complicate con un prisma retto, di quelli già visti, possibilmente a spigoli vivi (vedi O1, pag. 5). Ancora una volta, per osservare cosa succede all'interno del prisma, occorre spalmare d'olio o di vernice trasparente la faccia superiore del prisma per ridurre l'effetto diffondente della smerigliatura.

Fig. 16 e 17



Per cominciare, si disponga il prisma retto come in fig. 17 in modo da incidere su una delle facce cateto. Il raggio incidente I crea un primo debole riflesso sulla faccia A (R1), poi è rifratto (fascio 1); incidendo sulla superficie B (nel punto P2 in fig. 16), produrrà un altro riflesso parziale, questa volta interno (3), il quale, passando attraverso la faccia C, sarà ancora rifratto (fascio 4). La massima parte del fascio incidente va però a finire nel fascio due volte rifratto 2. Siamo in una condizione molto simile a quella di fig. 14 e 15.

Fig. 18 e 19

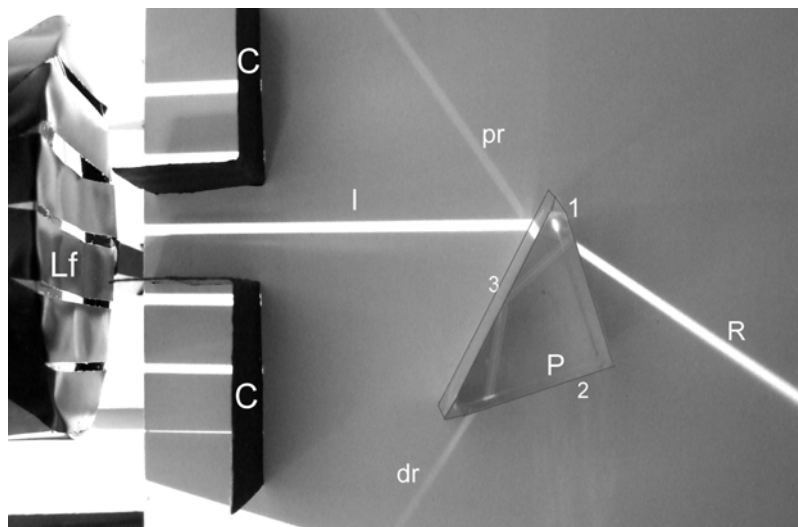
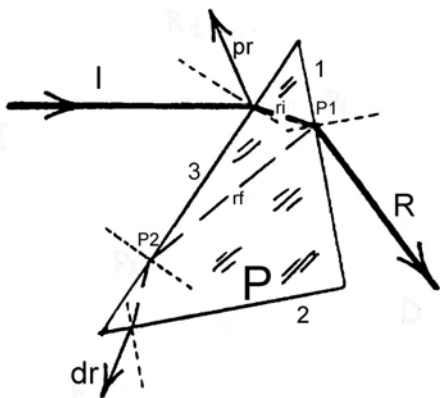


Proviamo ora a far incidere il fascio I sulla faccia ipotenusa (faccia 3 nelle figg. 18 e 19). Qui le cose si complicano, poiché il fascio interno **ri** (corrispondente al fascio 1 delle figure precedenti) viene riflesso internamente (in P1) verso la faccia cateto 2 (nel punto P2) e qui può venir riflesso “totalmente” (della riflessione “totale” parleremo presto) e quindi rimanere ancora tutto all’interno del prisma (fascio 2), salvo poi venir rifratto dalla faccia 3 e generare il pallido fascio **dr**.

Ma si noti: la doppia riflessione interna sulle facce cateto 1 e 2 (ortogonali fra loro) fa sì che il raggio incidente I e quello doppiamente riflesso **dr** siano **sempre** paralleli. Si provi a ruotare leggermente il prisma attorno alla verticale (il perché di quel “leggermente” diverrà chiaro fra poco) e si vedrà che il fascio **dr** si sposta, ma sempre parallelamente a sé stesso ed al fascio I.

Il fascio **pr** di fig. 18-19 è, come al solito, un fascio parzialmente riflesso dalla superficie 3, che sottrae un po’ d’energia al fascio incidente I.

Fig. 20 e 21



Proviamo ora a ruotare un po’ di più il prisma, sempre attorno alla verticale (fig. 20 e 21).

Qui il raggio incidente I viene rifratto (**ri**) e riflesso parzialmente sulla faccia 1, come nel caso precedente, in P1; il fascio riflesso internamente (**rf**) però non incide più sull’altro cateto: il punto d’incidenza (P2) di tale fascio interno non si trova sulla faccia cateto 2, bensì sull’ipotenusa (faccia 3). Qui, essendo forte l’angolo d’incidenza, la riflessione non è più parziale, ma “totale” (ne riparliamo fra poco). Così il fascio interno **rf** emerge dal prisma in **dr** dopo la rifrazione sulla faccia 2.

LA RIFLESSIONE TOTALE

Riprendiamo ora la fig. 1 (in O1), sulla rifrazione. Finora, abbiamo tacitamente supposto che

la “luce” provenisse dal mezzo ad indice minore (①), dall’alto, e penetrasse nel mezzo a maggiore indice (②). Sappiamo già che, in queste condizioni, l’angolo di rifrazione (r) è minore dell’angolo d’incidenza (i).

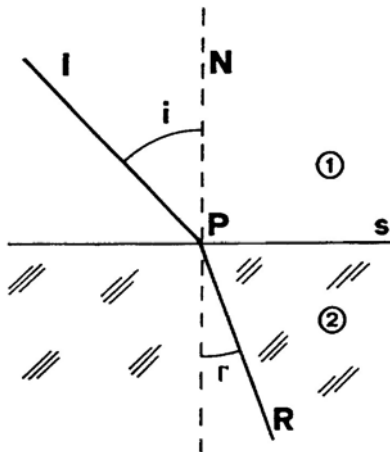


Fig. 22 = Fig. 1

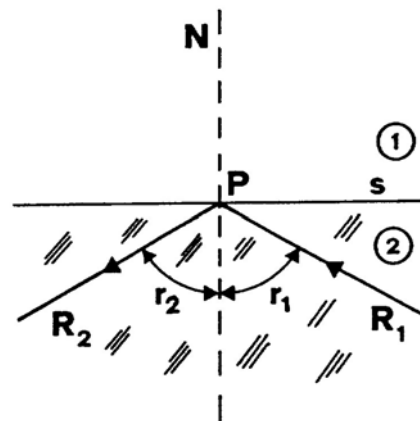


Fig. 23

Ora, supponiamo di fare il percorso inverso: il fascio proviene dal mezzo ②, da sotto, e penetra nel mezzo ①. Il raggio R diviene l’incidente ed **I** il rifratto. Supponiamo ora di aumentare gradatamente l’angolo r (che ora rappresenta l’angolo d’incidenza): l’angolo di rifrazione (ora è i) crescerà in misura maggiore fino a che il raggio emergente (**I**) sarà radente alla superficie s . In queste condizioni, l’angolo r assumerà il valor massimo possibile, detto perciò “**angolo limite**”.

Perché abbiamo detto “massimo possibile”? È ovvio: se r supera tale valore limite, i dovrebbe essere maggiore di 90° ($i = 90^\circ$ quando il raggio **I** è radente ad s), ma ciò è impossibile.

E se io inviassi sulla superficie s un raggio R (fig. 22) con un angolo r maggiore dell’angolo limite, cosa farebbe questo raggio? Se non può superare la superficie s , dove va a finire?

Semplice: torna indietro. Si veda la fig. 23, in cui il raggio incidente (R_1) incide sulla superficie s con un angolo d’incidenza (r_1) superiore al valore limite. Al di sopra di s nulla passa: TUTTO il fascio R_1 viene riflesso verso il basso (R_2) secondo le normali leggi della riflessione; la superficie s diviene uno specchio perfetto, nel senso che non vi è assorbimento¹⁰.

Essendo questo l’unico caso di riflessione al 100%, si parla di **riflessione totale**.

Il valore dell’angolo limite dipende dall’indice di rifrazione del vetro (o dell’acqua); supponendo di operare tra vetro ed aria, l’angolo limite per il vetro ordinario è di circa 42° .

Come verificare la riflessione totale? Si prenda un prisma retto, di quelli che già conosciamo. Lo si ponga sul solito cartone bianco illuminato da un solo fascio, radente rispetto al cartone di base. Si ruoti il prisma finché la sua faccia cateto A risulta “normale” al fascio incidente I. Poiché la sezione del prisma è un triangolo rettangolo isoscele, il fascio I (non deviato quando traversa la faccia A) inciderà sulla faccia ipotenusa B con un angolo di 45° . Poiché l’angolo limite del vetro normale è circa 42° , il fascio I supera tale limite e verrà totalmente riflesso sulla faccia B. Per le leggi della riflessione, anche l’angolo di riflessione sarà di 45° e il raggio riflesso (E) si troverà rispetto al raggio incidente deviato di $45 + 45 = 90^\circ$. Secondo lo schema di fig. 24 e l’esperimento di fig. 25, la previsione è verificata: I ed E sono ad angolo retto.

¹⁰ Una qualunque superficie lucida “fa specchio”, si sa, ma nessun materiale riflette il 100% dell’energia che riceve.

Fig. 24 e 25

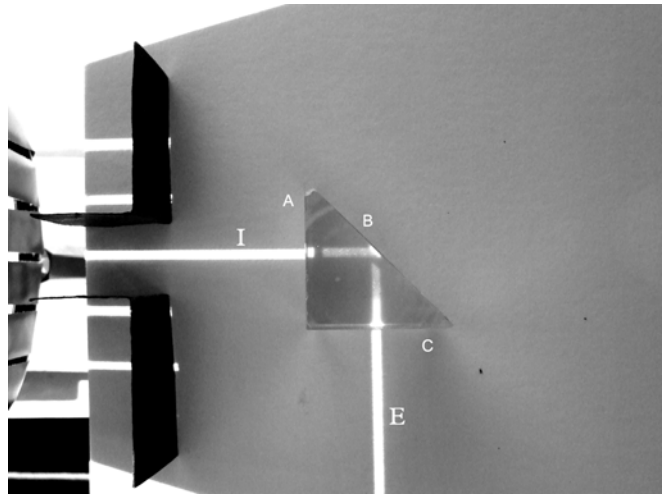
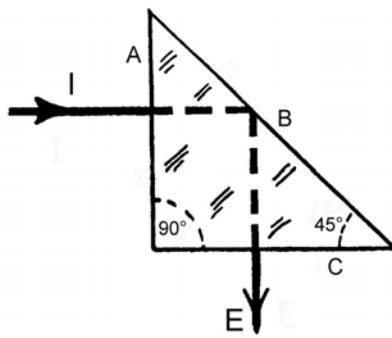
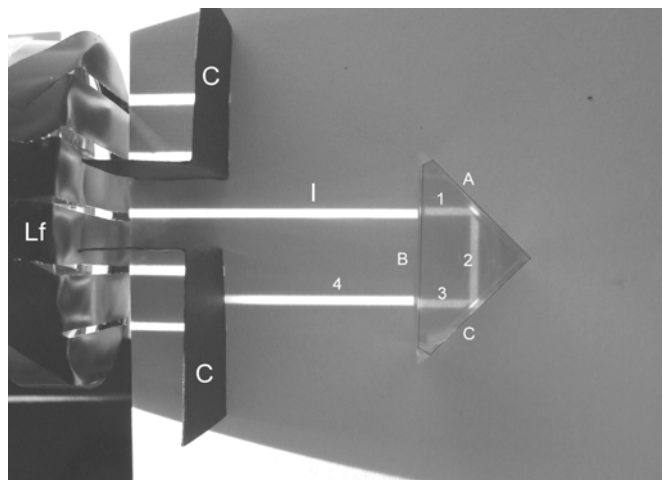
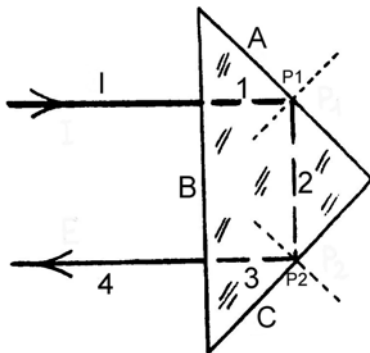


Fig. 26 e 27



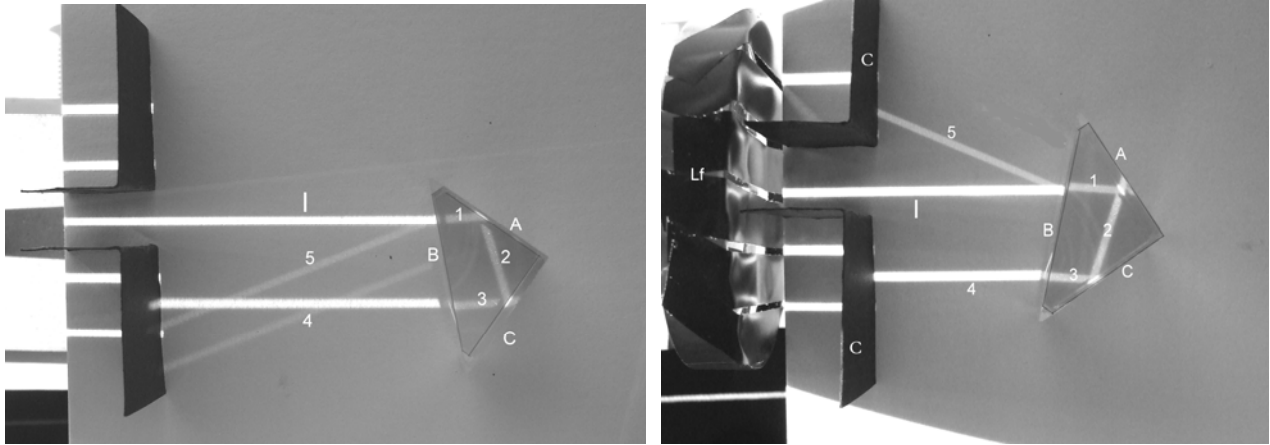
In molti strumenti ottici, per vari motivi di carattere tecnico (vedi il manuale “Problemi tecnici della microscopia...”, Capp. 2.3.2, 11 e 22.1.1), si preferiscono i prismi a riflessione totale agli specchi, anche se sono più costosi.

Ora si ruoti il prisma in modo che sia la faccia ipotenusata B ad essere normale al raggio incidente I (figg. 26 e 27). Il raggio 1 sarà allora in linea con quello I ed inciderà ancora a 45° sulla faccia A (punto P1); per le ragioni già viste, esso verrà riflesso a 90° (raggio 2, punto P2) ma qui, per ovvie ragioni geometriche, inciderà ancora a 45° e sarà riflesso ancora a 90° . Ma $90 + 90 = 180^\circ$; quindi il raggio finale 3 (e 4) sarà parallelo a quello incidente I (ed 1).

Se si ruota di poco il prisma attorno alla verticale, questo parallelismo si conserva, poiché la variazione dell'angolo d'incidenza sulla faccia A è esattamente compensata da una variazione in senso opposto dell'incidenza sulla faccia C. Vedi le figg. 28 e 29 in cui ciò che varia è solo la direzione del fascio di prima riflessione esterna (5). Le due riflessioni interne, sulle facce A e C sono ancora totali. In fig. 18 e 19 si era visto qualcosa di simile, ma il fascio I (ri in fig. 19) non era totalmente riflesso sulla faccia A (faccia 1 in fig. 18-19): questione di angoli d'incidenza.

Si noti ancora, nelle figure 25, 27, 28 e 29, che, al di là delle superfici di riflessione totale (B in fig. 25, A e C nelle altre), nessun fascio emerge: tutto ciò che entra (fascio I) “torna indietro”; pur essendo le facce A e B delle superfici lucide di un vetro trasparentissimo, nessun fascio le attraversa: esse sono opache come una lastra di metallo.

Fig. 28 e 29

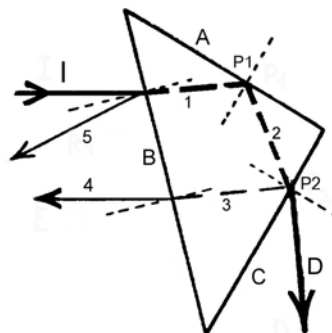


Abbiamo detto prima: “se si ruota di poco il prisma...”; e si si ruota di molto?

Se si ruota da una parte, si torna alla situazione delle figure 18 e 19. In quel caso, si ha una riflessione interna totale in P2 (faccia 2), ma la prima riflessione interna in P1 (faccia 1) non è più totale (l'angolo d'incidenza è inferiore all'angolo limite) e buona parte del fascio incidente viene rifratta in P1 ed emerge dal prisma come fascio R.

Se si ruota dall'altra parte (fig. 30), si ha riflessione totale nel primo punto (P1), ma non più sul secondo (P2) e, ancora una volta, buona parte del fascio incidente emerge al di là della faccia C (fascio D).

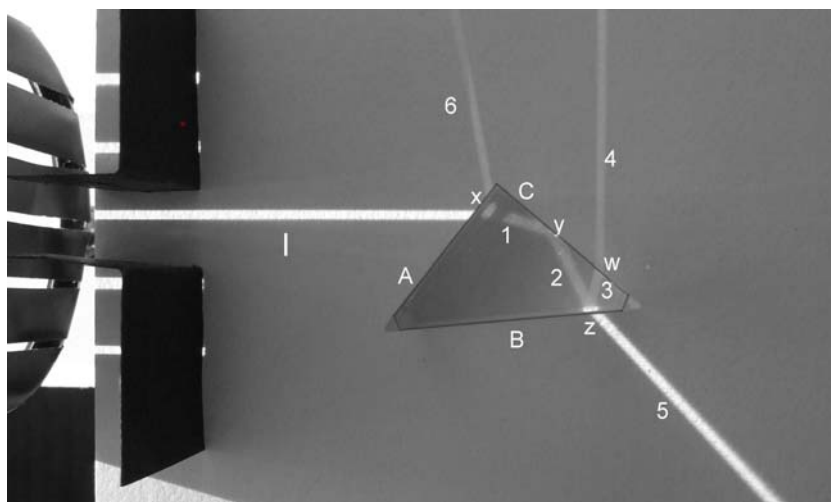
Fig. 30



Questo improvviso cambiamento di comportamento del prisma per una lieve rotazione in un senso o nell'altro è dovuto al fatto che l'angolo limite del vetro (circa 42°) è vicino all'angolo di incidenza (45°), quale si ha nella condizione di partenza di fig. 26 e 27. Si noti però ancora una volta che, nella fig. 19 come nella 30, il raggio emergente due volte riflesso (**dr** o 4) è sempre parallelo a quello incidente poiché quest'ultimo subisce una doppia riflessione.

Fig. 31

I fasci **I** e **4** formano sempre un angolo retto, almeno finché si verificano le due riflessioni interne in **y** e **z**. Il fascio **4** è molto pallido, ma nell'uso pratico di questi prismi viene metallizzata la faccia **B** in modo da eliminare il fascio **5** e recuperare quasi tutta l'energia del fascio **2**.



Se ne deduce quindi che, quando le riflessioni all'interno del prisma sono due, il raggio finale forma un angolo costante con quello incidente: si parla di "prismi a deviazione costante".

È possibile ottenere questa "deviazione costante", con due riflessioni, anche con una deviazione di 90° : è questo il "prisma di Bauernfeind". Si tratta del solito prisma rettangolo isoscele disposto come in fig. 31: le due riflessioni interne avvengono nei punti **y** (totale) e **z** (non totale, con produzione di un fascio rifratto (5)). Ruotando il prisma attorno al proprio asse, finché avvengono le due riflessioni interne, il fascio emergente **4** sarà sempre perpendicolare a quello incidente **I**. Varieranno di direzione invece i fasci dati da una sola riflessione: **6** (riflessione esterna in **x**) e **5** (una sola riflessione interna in **y**). L'applicazione pratica di questo prisma si trova nella realizzazione di un tipo di "squadro ottico", simile a quello illustrato oltre, che è realizzato per mezzo del "pentaprisma" (fig. 38).

Un altro modo di provocare la riflessione totale è quello indicato dalle figg. da 32 a 34: il fascio incidente sulla faccia cateto **A** (fascio **I**) viene rifratto verso l'ipotenusa con un'incidenza tale da creare, non solo la riflessione totale ma, dopo una seconda rifrazione sulla faccia cateto **C**, un raggio emergente (**4**) parallelo a quello incidente (**I**). Perché ciò avvenga, occorre che il fascio **I** sia esattamente parallelo alla faccia ipotenusa **B**. Allontanando il prisma da questa posizione, il parallelismo fra i fasci incidente ed emergente andrà immediatamente perduto: la riflessione è unica. I prismi di fig. 32 e 33 sono chiamati "di Amici" o "di Wollaston".

Fig. 32

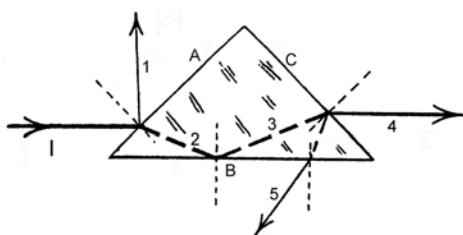


Fig. 34

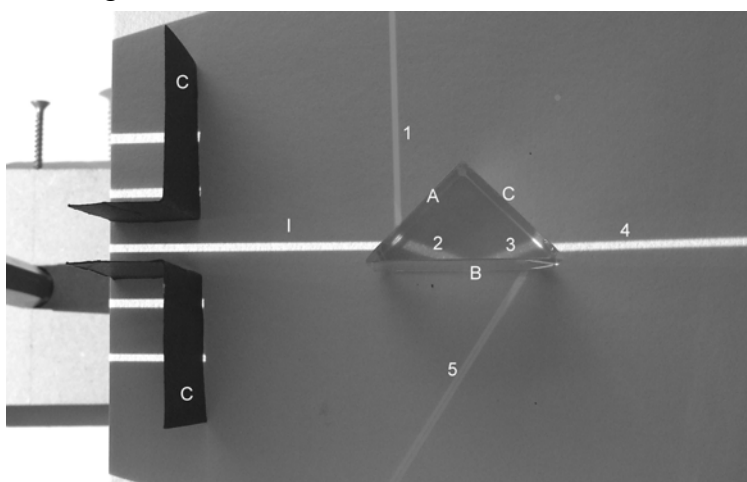
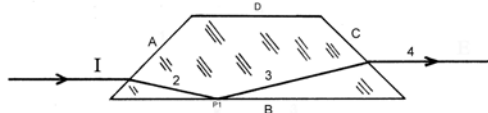


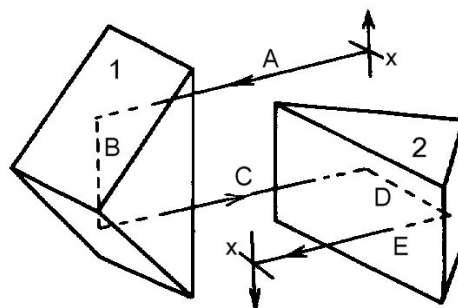
Fig. 33



Se torniamo alle figg. 26 e 27, possiamo spiegare un'altra applicazione pratica dei prismi retti: osserviamo che nello stesso prisma si realizzano due riflessioni totali ed il fascio incidente torna indietro, come in uno specchio. Guardando nella direzione di **I** si vede ciò che si trova in direzione di **4** e, come in uno specchio, si vede rovesciato, in senso alto-basso o destra-sinistra, a seconda dell'orientamento del prisma. Se, vicino al prisma delle figg. 26 e 27, si pone un secondo prisma in senso inverso, orientato come in fig. 35, si vedrà ciò che sta davanti ai prismi, ma

ora l'immagine sarà rovesciata in senso alto-basso per opera di un prisma ed in senso destra-sinistra per opera dell'altro. Una tale coppia di prismi (detti "prismi di Porro, 1° sistema") permette dunque di rovesciare un'immagine; poiché un normale cannocchiale ad oculare convergente, come si trova in un binocolo, darebbe di per sé un'immagine rovesciata, ecco che, fra obiettivo ed oculare, si dispone un sistema di Porro per raddrizzare l'immagine. Se ricordiamo quanto detto nell'articolo O1, si è consigliato lo smontaggio di un binocolo prismatico proprio per recuperare la coppia di prismi retti. Anzi se, prima di smontare i prismi, si tolgono l'obiettivo e l'oculare, si può guardare attraverso i soli prismi e si vedrà il mondo alla rovescia.

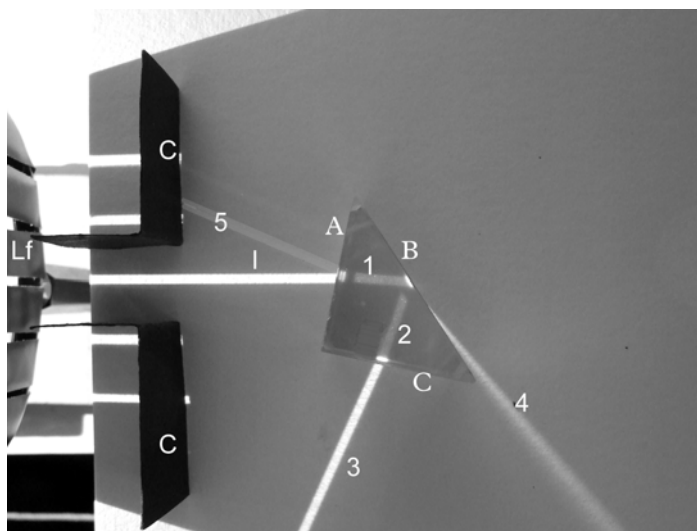
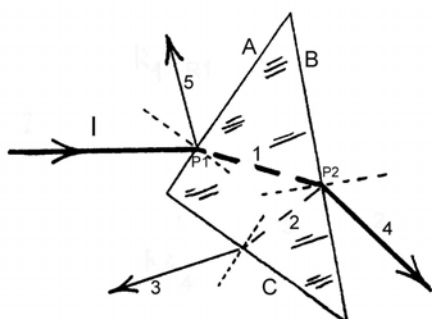
Fig. 35 - Coppia di prismi di Porro per il raddrizzamento dell'immagine: si guarda in direzione A e si vede in direzione E, ma con un'immagine rovesciata. È questo il dispositivo che raddrizza l'immagine nei classici "binocoli prismatici".



Invece, guardando dentro al prisma di fig. 32-34, con lo sguardo in direzione di I si vedrà ciò che si trova al di là del prisma (in direzione di 4), come se il prisma non esistesse, ma con una differenza: la riflessione sulla faccia ipotenusata rovescia l'immagine, che si vedrà capovolta come dentro ad uno specchio piano, ma senza la deviazione tipica dello specchio (guardando dentro uno specchio non si vede ciò che sta oltre lo specchio, ma ciò che sta dalla stessa parte). Un'applicazione di questo fenomeno si ha nei periscopi ed in altri strumenti simili: guardando dentro il prisma come appena detto, e ruotando il prisma attorno alla direzione di sguardo (retta I), si vedrà che l'immagine ruota attorno a se stessa di un angolo doppio di quello per cui si è ruotato il prisma. Nei periscopi questo consente di vedere sempre dritto, anche quando viene ruotata la testata inferiore o quella superiore o entrambe: una serie di ingranaggi ruota il prisma di un angolo che è la metà della somma algebrica delle rotazioni delle due testate. L'ingombro del prisma viene limitato alla zona utile mozzandone lo spigolo a 90° , come si vede in fig. 33.

Guardiamo ora la fig. 36, che è identica alla fig. 16, a parte i diversi simboli. Ancora una volta, il fascio incidente I penetra nel prisma da una faccia cateto (A) ed emerge dall'ipotenusa B (fascio 4) dopo aver subito una riflessione esterna in P1 (fascio 5, pallidissimo) ed una interna in P2 (fascio 2); il fascio 2, poi, emerge dal prisma come fascio 3.

Fig. 36 e 37



Ma c'è qualche differenza. La fig. 37, infatti, differisce di poco dalla 17, ma il fascio emergente che ha subito solo due rifrazioni (fascio 2 in fig. 17) è forte, mentre il fascio riflesso internamente (3 e poi 4 in fig. 17) è pallido. Invece, nella figura 37 (attenzione: i simboli sono diversi) il fascio riflesso internamente (2 e poi 3) è più forte e quello rifratto (4) è debole. Questa in-

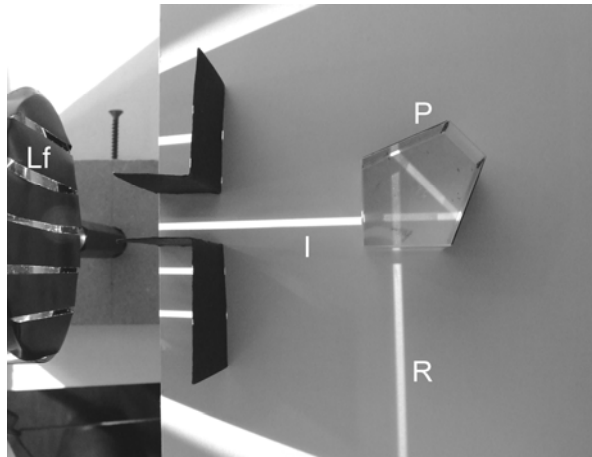
versione è dovuta al fatto che, in fig. 37, il fascio 1 incide sulla faccia B vicino all'angolo limite, per cui il fascio riflesso comincia a diventare più forte, mentre in fig. 17 il fascio 1 è ancora lontano dall'angolo limite e la sua riflessione è molto più debole.

Se il prisma venisse ruotato ancora un po' in senso anti-orario, la riflessione interna sulla faccia B diverrebbe totale, e si tornerebbe alla situazione di fig. 24 e 25. Il fascio trasmesso (4 in fig. 36-37) sparirebbe ed il fascio 3 assumerebbe la massima intensità poiché sarebbe totalmente riflesso.

Ecco dunque che, partendo da un fascio sottile prodotto dalla nostra "lente a fessure", con solo un prisma retto è possibile ottenere una serie di situazioni diverse, di rifrazione, di riflessione esterna, interna non totale ed interna totale, con una o due riflessioni interne, semplicemente muovendo il prisma rispetto al fascio incidente. Il divertimento sta nel capire cosa succede in ogni singolo caso, nel trovare le cause di ciò che si verifica sotto il nostro naso. Si vede più col pensiero che con gli occhi.

Se poi qualcuno dispone di uno "squadro ottico", magari di recupero, può smontarlo e vi troverà un "pentaprisma" come quello di fig. 38.

Fig. 38 - Un pentaprisma.



Qui vi sono ancora due riflessioni interne, come in fig. 26-27, ma le due facce riflettenti non sono a 90° fra loro, bensì a 45° : l'angolo fra di esse è calcolato in modo che il raggio emergente (R) è sempre a 90° rispetto a quello incidente (I). Abbiamo detto "sempre", poiché una variazione dell'angolo d'incidenza sulla prima faccia viene compensata dalla variazione dell'incidenza sulla seconda faccia, che è ovviamente solidale colla prima: il prisma può essere ruotato, entro certi limiti, senza perdere la citata perpendicolarità¹¹. Lo "squadro ottico" serve proprio a verificare la perpendicolarità di due direzioni: per es. ponendo un oggetto (una "palina") in un vertice di un appezzamento di terreno, lo "squadro" in un vertice contiguo, ed un'altra palina in un altro vertice contiguo, si è sicuri che i tre vertici formano un angolo retto se l'osservatore che guarda nello squadro vi vede la palina di fronte direttamente e la palina a 90° attraverso il prisma, sovrapposta all'altra.

Le due riflessioni interne nel pentaprisma non sono in realtà totali poiché l'angolo d'incidenza non supera l'angolo limite; per questo le due facce riflettenti vengono metallizzate.

¹¹ Anche il pentaprisma è uno di quelli "a deviazione costante", come quello di Bauernfeind sopra citato. La precisione della loro deviazione è però legata alla precisione dell'angolo fra le facce riflettenti, quindi all'accuratezza della costruzione.