

**Set dimostrativo di ottiche per laser 1003049****Set supplementare 1003050****Istruzioni per l'uso**

06/18 ALF

**Sommario**

| <b>Pagina</b> | <b>N. esp.</b> | <b>Esperimento</b>   | <b>Kit da utilizzare</b> |
|---------------|----------------|--|--------------------------|
| 1             |                | Introduzione   |                          |
| 2             |                | Fornitura  |                          |
| 3             | E1             | Riflessione su specchio piano  | 1003049/50               |
| 3             | E2             | Riflessione su due specchi piani   | 1003050                  |
| 3             | E3a            | Riflessione su specchio concavo – Fasci luminosi paralleli all'asse ottico                 | 1003049                  |
| 4             | E3b            | Riflessione su specchio concavo – Fasci luminosi non paralleli all'asse ottico             | 1003049                  |
| 4             | E4a            | Riflessione su specchio convesso – Fasci luminosi paralleli all'asse ottico                | 1003049                  |
| 4             | E4b            | Riflessione su specchio convesso – Fasci luminosi non paralleli all'asse ottico            | 1003049                  |
| 5             | E5a            | Rifrazione di un fascio luminoso durante il passaggio dall'aria all'acrilico               | 1003049                  |
| 5             | E5b            | Profondità apparente degli oggetti   | 1003050                  |
| 5             | E6a            | Rifrazione di un fascio luminoso durante il passaggio dall'acrilico all'aria               | 1003049                  |
| 6             | E6b            | Rifrazione su un prisma di acrilico  | 1003049/50               |
| 6             | E6c            | Angolo critico, riflessione totale   | 1003049                  |
| 6             | E6d            | Riflessione totale – Diffusione di luce in fotoconduttori                                  | 1003049                  |
| 7             | E7             | Spostamento di un fascio luminoso mediante lastra di acrilico pianparallela                | 1003049/50               |
| 7             | E8             | Spostamento di un fascio luminoso mediante aria tra due lastre di acrilico pianparallele   | 1003050                  |
| 7             | E9a            | Deviazione di un fascio luminoso attraverso un prisma di acrilico                          | 1003049/50               |
| 8             | E9b            | Deviazione minima attraverso un prisma di acrilico   | 1003049/50               |
| 8             | E10a           | Deviazione di un fascio luminoso attraverso un prisma di aria                              | 1003050                  |
| 8             | E10b           | Deviazione minima attraverso un prisma di aria   | 1003050                  |
| 9             | E11a           | Riflessione su un bordo di un prisma di acrilico   | 1003050                  |
| 9             | E11b           | Riflessione su due bordi di un prisma di acrilico  | 1003050                  |
| 9             | E11c           | Riflessione su due prismi di acrilico  | 1003050                  |
| 10            | E11d           | Riflessione su due prismi di acrilico  | 1003050                  |
| 10            | E11e           | Riflessione su due prismi di acrilico  | 1003050                  |
| 10            | E12            | Riflessione su un prisma di aria   | 1003050                  |
| 11            | E13a           | Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite convessa di aria-acrilico | 1003050                  |
| 11            | E13b           | Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite convessa di aria-acrilico     | 1003050                  |
| 11            | E14a           | Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite concava di aria-acrilico  | 1003050                  |
| 12            | E14b           | Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite concava di aria-acrilico      | 1003050                  |

|    |      |  |            |
|----|------|--|------------|
| 12 | E15a | Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite convessa di acrilico-aria                           | 1003050    |
| 12 | E15b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite convessa di acrilico-aria                               | 1003050    |
| 13 | E16a | Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite concava di acrilico-aria                            | 1003050    |
| 13 | E16b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite concava di acrilico-aria                                | 1003050    |
| 13 | E17a | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico – fasci luminosi paralleli all'asse ottico     | 1003049/50 |
| 14 | E17b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico | 1003049/50 |
| 14 | E17c | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico spessa   | 1003050    |
| 14 | E18a | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di acrilico – fasci luminosi paralleli all'asse ottico      | 1003049/50 |
| 15 | E18b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di acrilico – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico  | 1003049/50 |
| 15 | E19a | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di aria – fasci luminosi paralleli all'asse ottico         | 1003050    |
| 15 | E19b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di aria – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico     | 1003050    |
| 16 | E20a | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di aria – fasci luminosi paralleli all'asse ottico          | 1003050    |
| 16 | E20b | Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di aria – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico      | 1003050    |
| 16 | E21a | Parametri di lenti spesse – determinazione del raggio di curvatura   | 1003049/50 |
| 17 | E21b | Parametri di lenti spesse – distanza focale  | 1003049/50 |
| 17 | E22a | Modello di occhio  | 1003049    |
| 17 | E22b | Modello di occhio miope  | 1003049    |
| 18 | E22c | Modello di occhio ipermetrope  | 1003049    |
| 18 | E23a | Correzione dell'aberrazione sferica mediante riduzione del diametro del fascio di raggi                              | 1003049/50 |
| 18 | E23b | Correzione dell'aberrazione sferica mediante una combinazione di lenti   | 1003049    |
| 19 | E24a | Telescopio kepleriano  | 1003049    |
| 19 | E24b | Telescopio galileiano  | 1003049    |
| 19 | E25  | Fotocamera   | 1003049    |

Set dimostrativo di ottiche per laser            1003049  
 Kit aggiuntivo    1003050

La colonna "Kit da utilizzare" elenca i kit necessari per i rispettivi esperimenti, 1003049, 1003050 o entrambi.

### Introduzione

Il set dimostrativo di ottiche per laser consente di ottenere strutture per esperimenti semplici e chiare per la rappresentazione dei principi dell'ottica geometrica e del funzionamento di apparecchi ottici diversi. Come sorgente luminosa si utilizza il laser a diodi a 5 raggi Lasarraybox 1003051/1003052.

Le presenti istruzioni per l'uso contengono le descrizioni di vari esperimenti fondamentali con gli elementi ottici dei due kit 1003049 e 1003050. Ciascuna descrizione degli esperimenti è suddivisa in tre parti:

1. Una descrizione semplice dell'esperimento
2. Una rappresentazione grafica dell'esperimento
3. Una raffigurazione della struttura dell'esperimento

Sotto il titolo dell'esperimento, tra parentesi è indicato il kit da utilizzare per l'esecuzione dell'esperimento, 1003049, 1003050 o 1003049/50. La stessa nota è riportata anche nell'ultima colonna del sommario.

Una parte molto importante delle strutture degli esperimenti è il laser a diodi. Cinque diodi laser generano cinque fasci luminosi paralleli. È possibile scegliere il numero dei fasci luminosi emessi. A tale scopo, la dotazione del laser comprende una piastra di metallo con fori da collocare davanti al laser a diodi. Durante l'uso del laser, evitare di rivolgere lo sguardo direttamente verso il raggio laser.

## Fornitura

### Set dimostrativo di ottiche per laser 1003049

- 1 Lente biconcava
- 2 Lente biconvessa
- 3 Lente biconvessa
- 4 Lente biconvessa
- 5 Lente biconvessa
- 6 Lente pianoconcava piccola
- 7 Lente pianoconvessa piccola
- 8 Lente pianoconvessa grande
- 9 Specchio, concavo
- 10 Specchio, convesso
- 11 Specchio piano
- 12 Lastra pianparallela
- 13 Prisma
- 14 Fotoconduttore

### Pellicole

- A Modello di occhio
- B Fotocamera
- C Telescopio galileiano
- D Telescopio kepleriano
- E Aberrazione sferica
- F Scala angolare 360°

### Set supplementare 1003050

- 21 Lente di aria biconcava
- 22 Lente biconcava
- 23 Lente di aria biconvessa
- 24 Lente biconvessa
- 25 Prisma di aria
- 26 Prisma equilatero
- 27 2 prismi rettangolari
- 28 Lastra pianparallela, quadrata
- 29 2 lastre pianparallele, rettangolari
- 11 2 Specchio piano

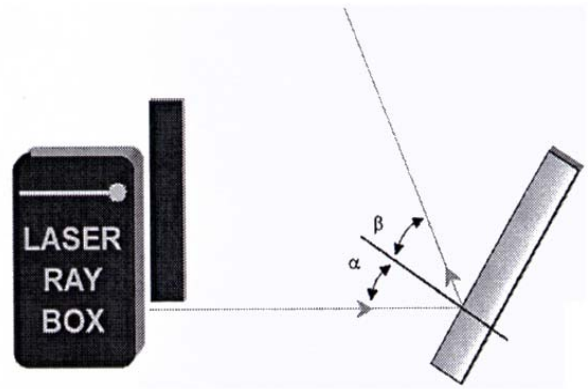
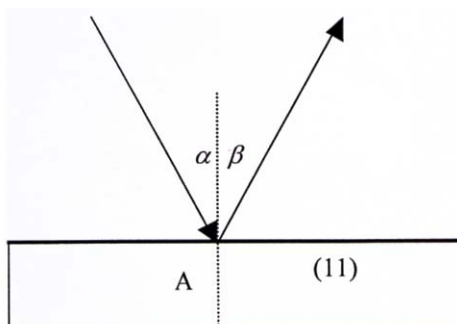
### E1 Riflessione su specchio piano

(1003049/50)

Rappresentazione della legge di riflessione. Un fascio luminoso incidente sotto l'angolo di incidenza  $\alpha$  su una superficie a specchio piano, viene riflesso sotto l'angolo  $\beta$

$$\alpha = \beta$$

Entrambi gli angoli vengono misurati verso la perpendicolare incidente.



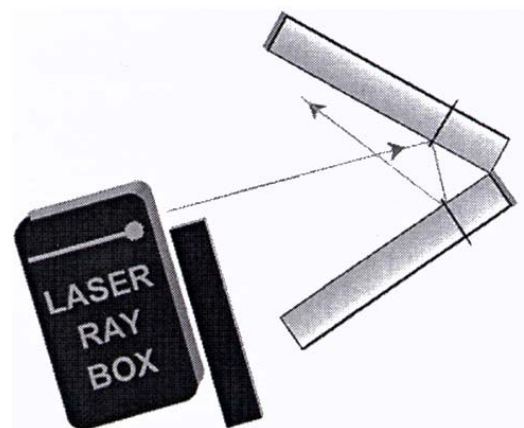
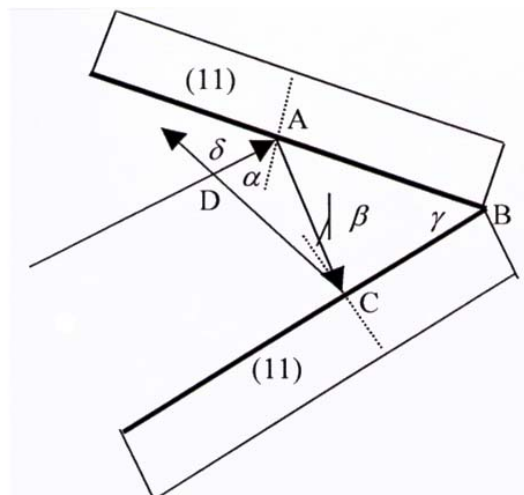
### E2 Riflessione su due specchi piani

(1003050)

Dimostrazione del rapporto:

$$\delta = 2\gamma$$

dove  $\delta$  è l'angolo tra il fascio luminoso incidente e quello riflesso e  $\gamma$  è l'angolo tra le superfici degli specchi.

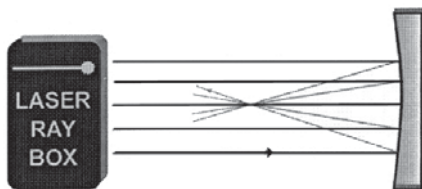
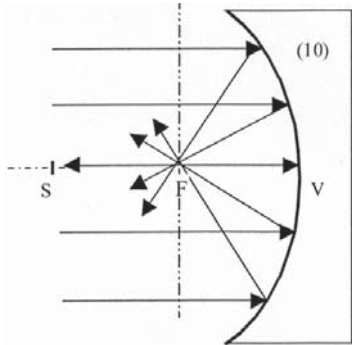


**E3a Riflessione su specchio concavo – Fasci luminosi paralleli all'asse ottico**  
(1003049)

La distanza focale  $f$  di uno specchio concavo è determinata dalla lunghezza della distanza VF. Il raggio di curvatura può essere calcolato con la formula

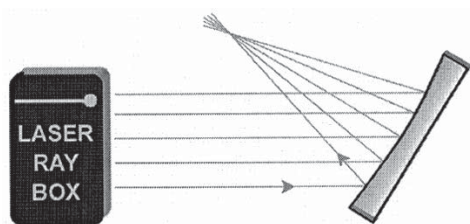
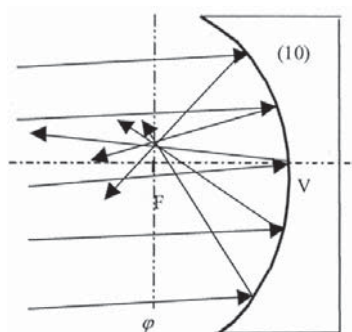
$$f = \frac{r}{2}$$

La distanza VS è il doppio della distanza VF.



**E3b Riflessione su specchio concavo – Fasci luminosi non paralleli all'asse ottico**  
(1003049)

L'asse  $\phi$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco. Viene definito piano focale. I raggi paralleli incidenti vengono riflessi e si incontrano in un punto sul piano focale  $\phi$ . Se i raggi sono paralleli all'asse ottico, il punto si trova sull'asse e viene chiamato fuoco F.

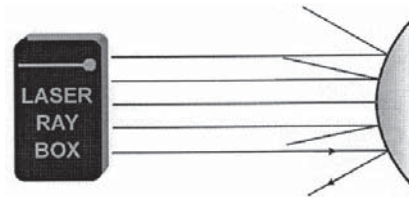
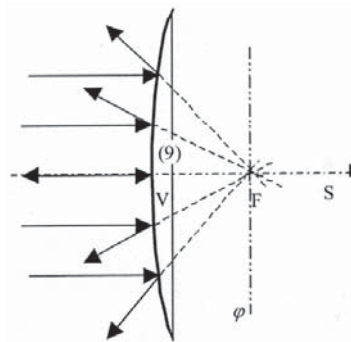


**E4a Riflessione su specchio convesso – Fasci luminosi paralleli all'asse ottico**  
(1003049)

I raggi riflessi sembrano partire da un punto dietro lo specchio. Questo punto si chiama fuoco virtuale. La lunghezza della linea VF determina la distanza focale dello specchio. Il raggio di curvatura può essere calcolato con la formula

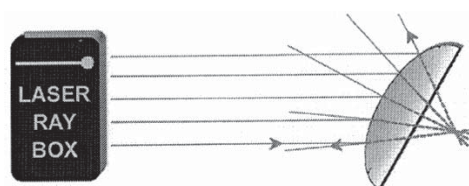
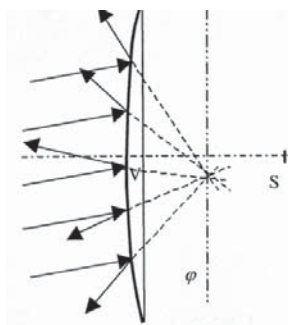
$$f = \frac{r}{2}$$

La distanza VS è il doppio della distanza VF.



**E4b Riflessione su specchio convesso – Fasci luminosi non paralleli all'asse ottico**  
(1003049)

L'asse  $\phi$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco. Viene definito piano focale. Se lo specchio viene colpito da raggi paralleli, questi vengono diffusi in modo che sembrano partire da un punto sul piano focale  $\phi$  dietro lo specchio.

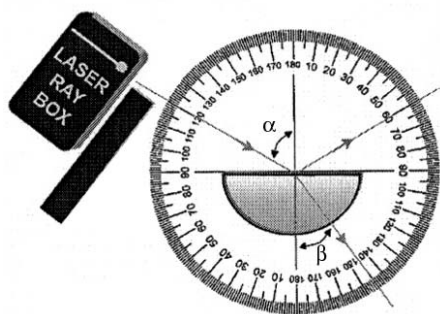
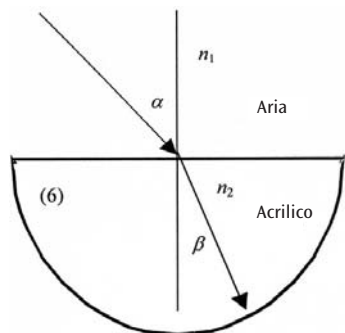


**E5a Rifrazione di un fascio luminoso durante il passaggio dall'aria all'acrilico**  
(1003049, pellicola F)

Se un fascio luminoso passa da un mezzo con indice di rifrazione  $n_1$  in un altro mezzo con indice di rifrazione  $n_2$ , è possibile determinarne la deviazione di direzione con la legge di rifrazione di Snellius:

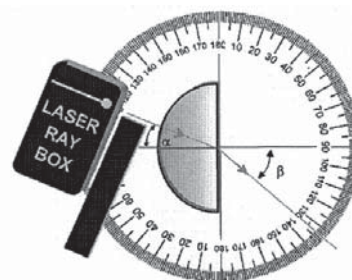
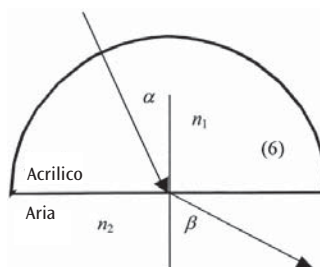
$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$\alpha$  è l'angolo di incidenza nel mezzo  $n_1$  e  $\beta$  è l'angolo di rifrazione nel mezzo  $n_2$ .



**E6a Rifrazione di un fascio luminoso durante il passaggio dall'acrilico all'aria**  
(1003049, pellicola F)

L'angolo di rifrazione  $\beta$  è maggiore dell'angolo di incidenza  $\alpha$ . Il raggio viene interrotto dalla perpendicolare incidente.

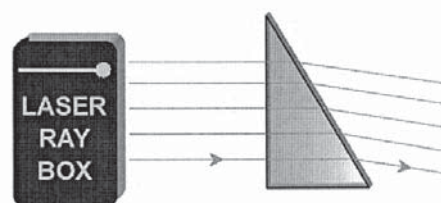
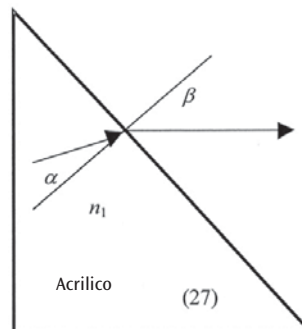


**E6b Rifrazione su un prisma di acrilico**  
(1003049/50)

Se un fascio luminoso passa dall'acrilico all'aria, la legge di Snellius può essere scritta nella forma seguente:

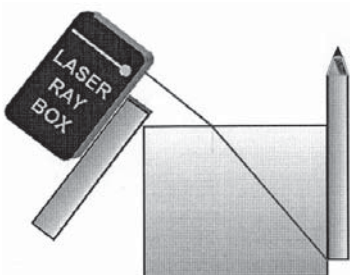
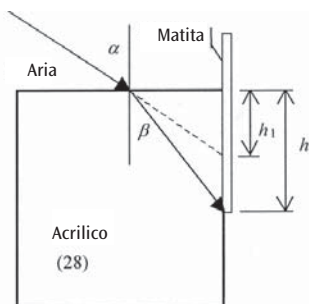
$$n_1 \sin \alpha = \sin \beta$$

Indice di rifrazione dell'aria  $n_2 = 1$ .



**E5b Profondità apparente degli oggetti**  
(1003050)

Struttura dell'esperimento per l'osservazione delle profondità apparenti di un oggetto in acqua o dietro acrilico visto dall'aria.

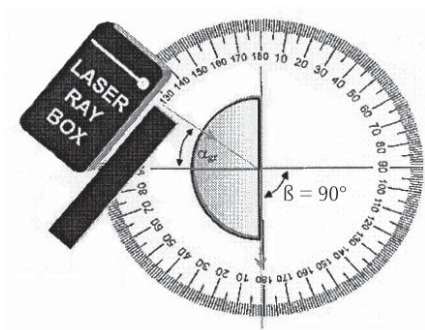
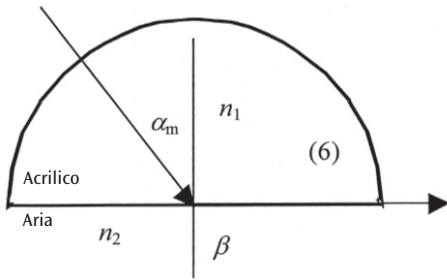


**E6c Angolo critico, riflessione totale**  
(1003049, pellicola F)

Tanto più grande è l'angolo di incidenza, quanto più grande è l'angolo di rifrazione. Se  $n_1 < n_2$ , esiste un angolo critico  $\alpha$ . Il raggio interrotto si trova pertanto sulla superficie limite tra i due mezzi. Se l'angolo di

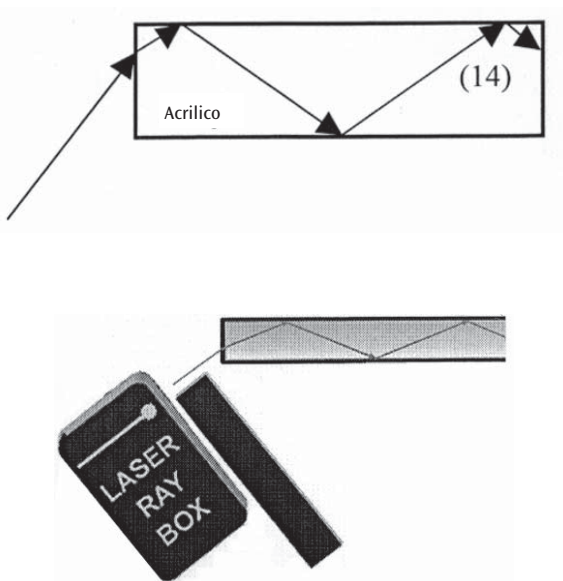


incidenza è maggiore dell'angolo critico, non si verifica più alcuna rifrazione e tutta la luce viene riflessa. In tal caso si parla di riflessione totale.



**E6d Riflessione totale – Diffusione di luce in fotoconduttori**  
(1003049)

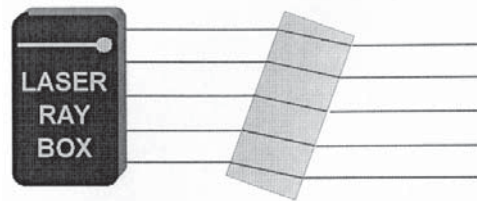
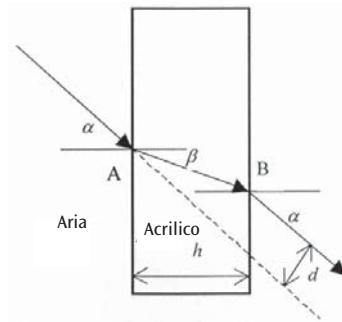
La luce si diffonde mediante la riflessione totale in un fotoconduttore. Il parametro apertura numerica determina l'angolo da non superare. Corrisponde al seno dell'angolo di ingresso massimo della luce. Anche il raggio minimo viene determinato da questo parametro quando il fotoconduttore è piegato e non può essere inferiore quando il fotoconduttore è installato.



**E7 Spostamento di fasci luminosi mediante lastra di acrilico pianparallela**  
(1003049/50)

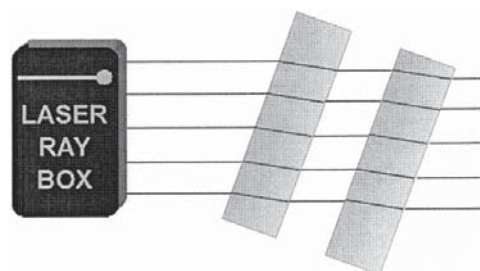
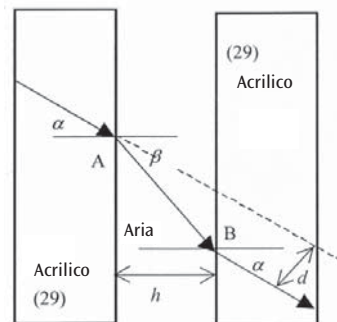
Se un fascio luminoso attraversa una lastra pianparallela la sua direzione non cambia. Il raggio uscente viene spostato del valore  $d$ . Con spessore della piastra  $h$ ,  $d$  è uguale a:

$$d = h \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\cos \beta}$$



**E8 Spostamento di un fascio luminoso mediante aria tra due lastre di acrilico pianparallele**  
(1003050)

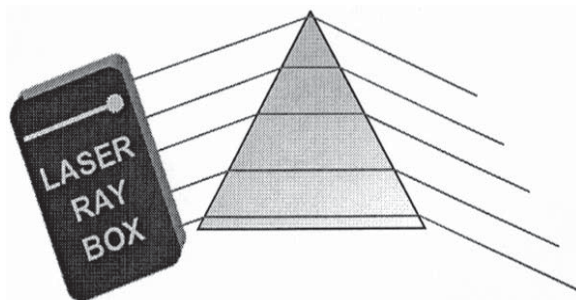
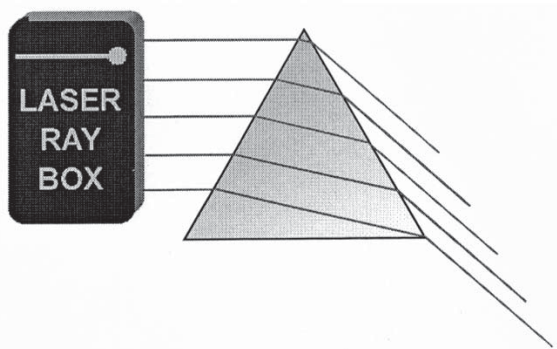
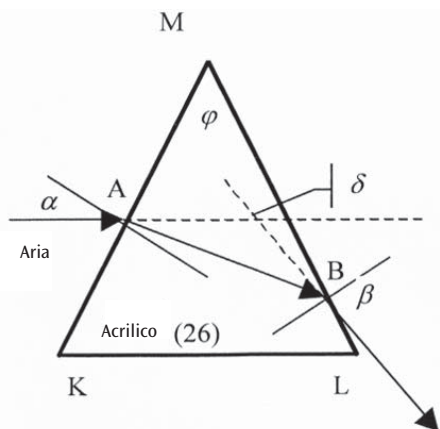
In questo caso si verifica uno spostamento tra il fascio luminoso incidente e quello uscente. Lo spostamento va in direzione opposta rispetto a quella nella lastra di acrilico.



**E9a Deviazione di un fascio luminoso attraverso un prisma di acrilico**

(1003049/50)

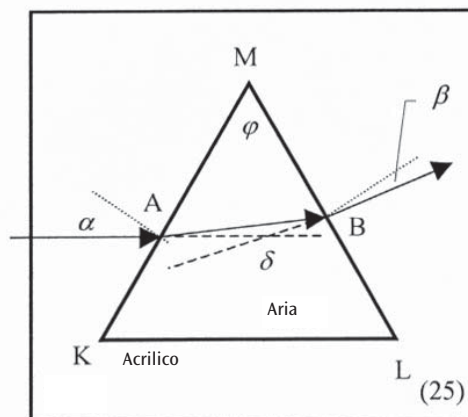
In un prisma di acrilico un fascio luminoso incidente viene interrotto nel punto A verso la perpendicolare incidente. Sul punto di uscita B la rifrazione si verifica lontano dalla perpendicolare incidente. La somma di tutti gli angoli di rifrazione è l'angolo di deflessione  $\delta$ . Si tratta dell'angolo che si forma tra il fascio luminoso incidente e quello uscente.



**E10a Deviazione di un fascio luminoso attraverso un prisma di aria**

(1003050)

La luce penetra nel punto A attraverso la superficie limite di acrilico-aria. Il fascio luminoso viene interrotto dalla perpendicolare incidente. Il fascio luminoso viene interrotto nel punto di uscita B verso la perpendicolare incidente. La somma di tutti gli angoli di rifrazione è l'angolo di deflessione  $\delta$ . Si tratta dell'angolo che si forma tra il fascio luminoso incidente e quello uscente.

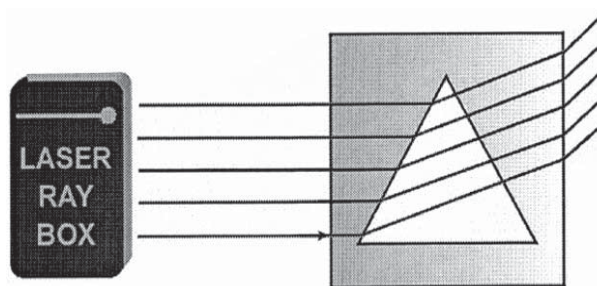
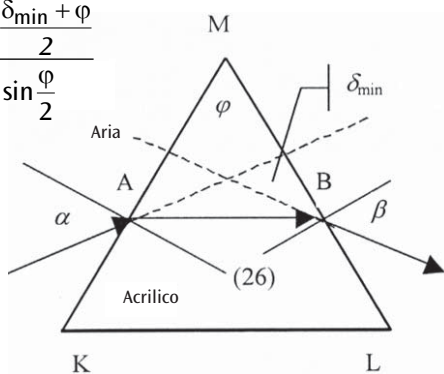


**E9b Deviazione minima attraverso un prisma di acrilico**

(1003049/50)

È possibile dimostrare che l'angolo di incidenza  $\alpha$ , in caso di angolo di deflessione minima  $\delta_{min}$ , è uguale all'angolo di uscita  $\beta$ . Il raggio interrotto scorre quindi nel prisma parallelo al lato che non viene attraversato. Per l'indice di rifrazione del prisma vale la formula seguente:

$$n = \frac{\sin \frac{\delta_{min} + \varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$

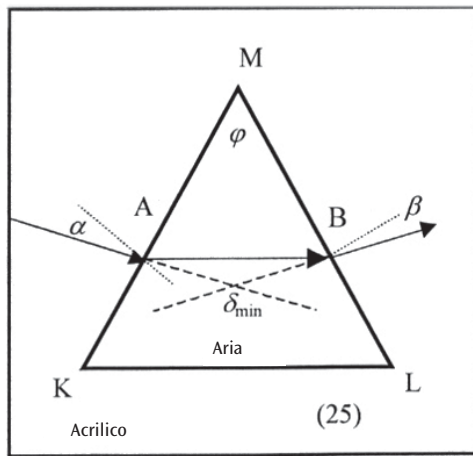


**E10b Deviazione minima attraverso un prisma di aria**

(1003050)

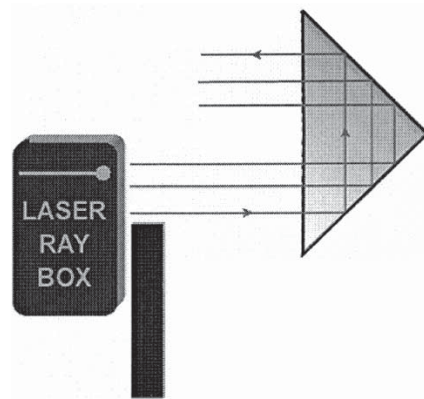
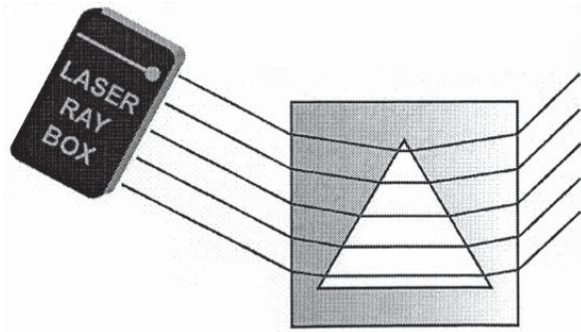
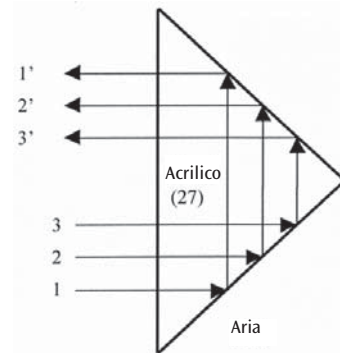
Nel caso della deflessione minima  $\delta_{min}$ , l'angolo di incidenza  $\alpha$  è uguale all'angolo di uscita  $\beta$ . Il raggio interrotto scorre quindi nel prisma parallelo al lato che

non viene attraversato. Per l'indice di rifrazione del prisma vale la formula seguente: (ved. E9b). La direzione della deviazione risulta opposta a quella nel prisma di acrilico.



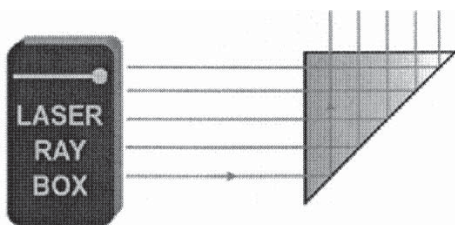
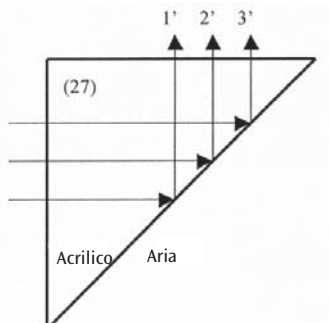
**E11b Riflessione su due bordi di un prisma di acrilico**  
(1003050)

In questo caso, le condizioni per la riflessione totale sono soddisfatte su entrambi i bordi del prisma. Se il raggio incidente superiore viene oscurato, il raggio uscente inferiore scompare. L'immagine risulta ruotata di 180°.



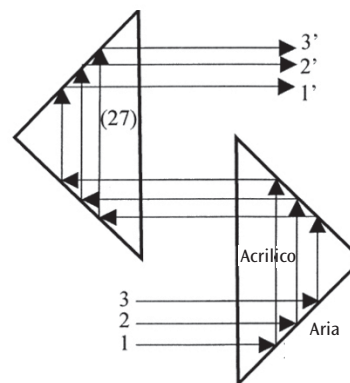
**E11a Riflessione su un bordo di un prisma di acrilico**  
(1003050)

Se i fasci luminosi si incontrano sul bordo, vengono riflessi completamente. Ruotando leggermente il prisma, è possibile osservare sia la rifrazione che la riflessione.

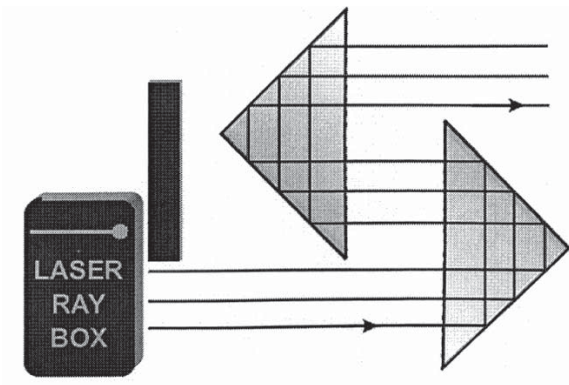


**E11c Riflessione su due prismi di acrilico**  
(1003050)

Le condizioni per la riflessione totale sono soddisfatte su tutti i bordi del prisma.

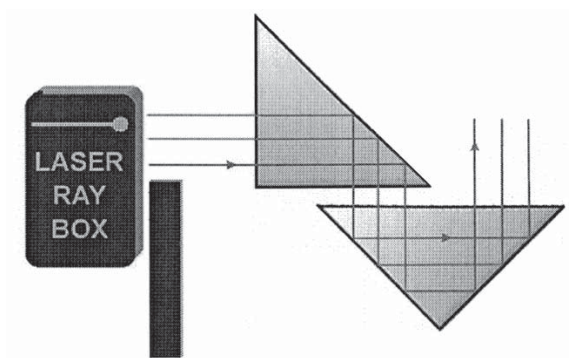
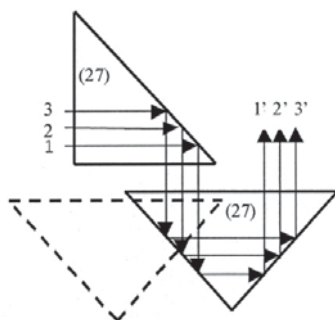






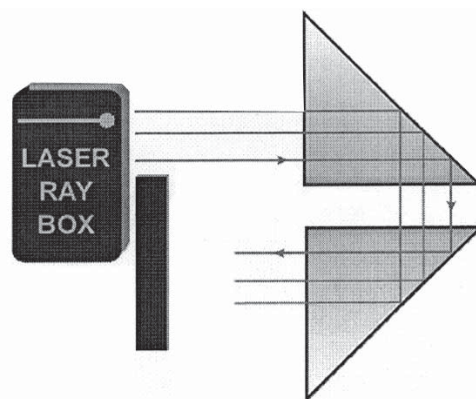
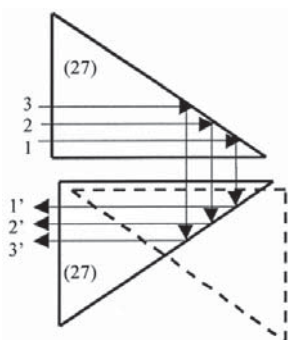
**E11d Riflessione su due prismi di acrilico**  
(1003050)

Le condizioni per la riflessione totale sono soddisfatte su tutti i bordi del prisma.



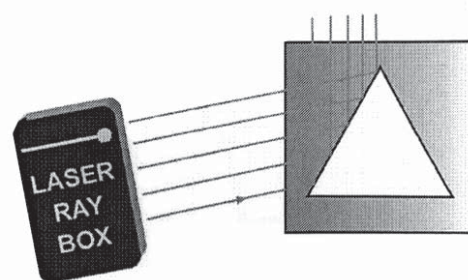
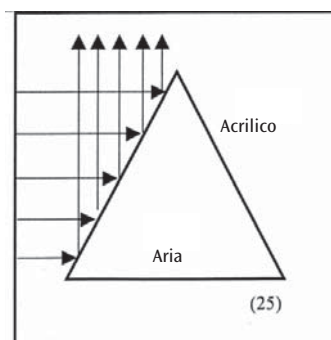
**E11e Riflessione su due prismi di acrilico**  
(1003050)

Le condizioni per la riflessione totale sono soddisfatte su tutti i bordi del prisma.



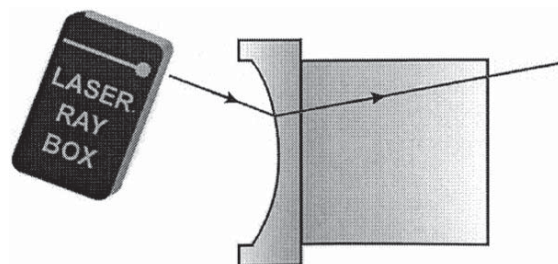
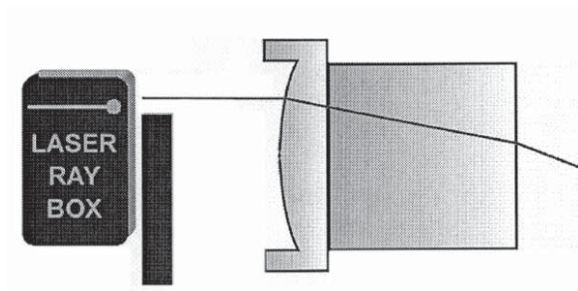
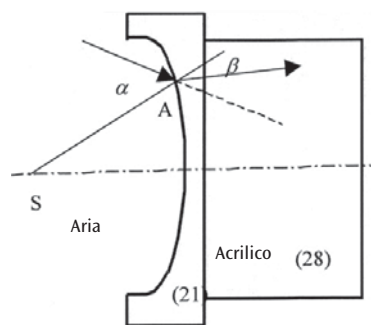
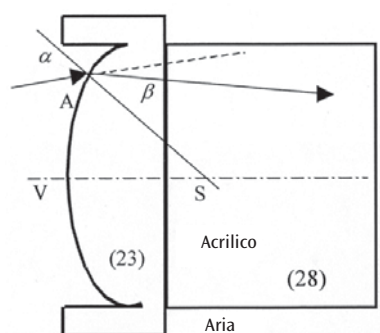
**E12 Riflessione su un prisma di aria**  
(1003050)

Se l'angolo di incidenza dei fasci luminosi è inferiore all'angolo critico ( $42^\circ$ ), i fasci luminosi vengono riflessi nell'acrilico. Se l'angolo è maggiore, una parte della luce attraversa il prisma di aria.



**E13a Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite convessa di aria-acrilico**  
(1003050)

Se un fascio luminoso penetra nel punto A attraverso la superficie limite di aria-acrilico, viene interrotto verso la perpendicolare incidente. La perpendicolare incidente è definita come la linea retta dal punto A al punto centrale della curva S.

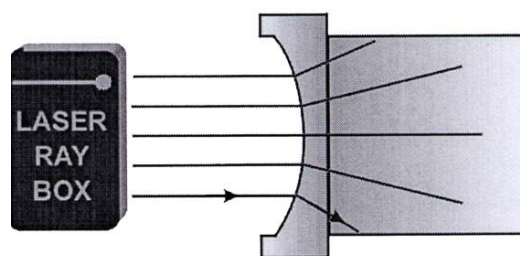
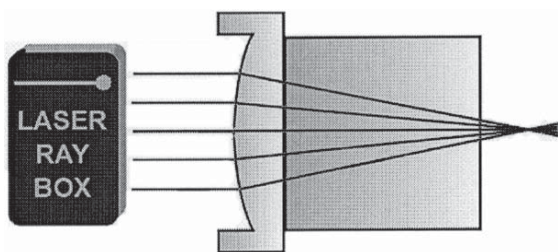
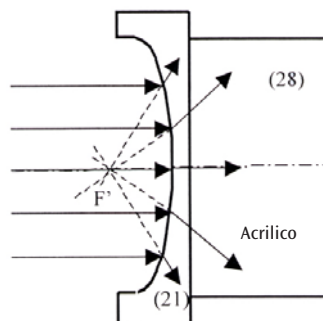
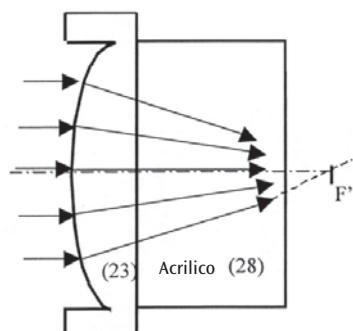


**E13b Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite convessa di aria-acrilico (1003050)**

I fasci luminosi incidenti vengono interrotti due volte e si incontrano nel punto F' sull'asse ottico, ovvero il fuoco.

**E14b Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite concava di aria-acrilico (1003050)**

Dopo aver attraversato la superficie limite di acrilico-aria, il fascio di raggi viene interrotto in modo divergente. Se i raggi interrotti vengono allungati all'indietro, si incontrano in un punto sull'asse ottico. Questo punto viene definito fuoco virtuale F'.

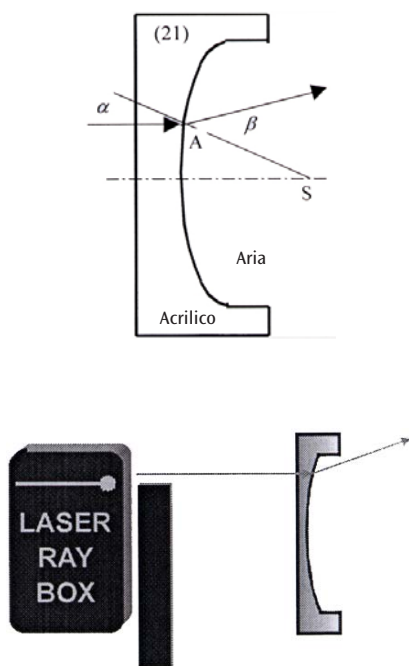


**E14a Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite concava di aria-acrilico (U17301)**

Se un fascio luminoso penetra sulla superficie limite attraverso il punto A, è possibile osservare una rifrazione verso la perpendicolare incidente. La perpendicolare incidente è definita come la linea retta dal punto A al punto centrale della curva S.

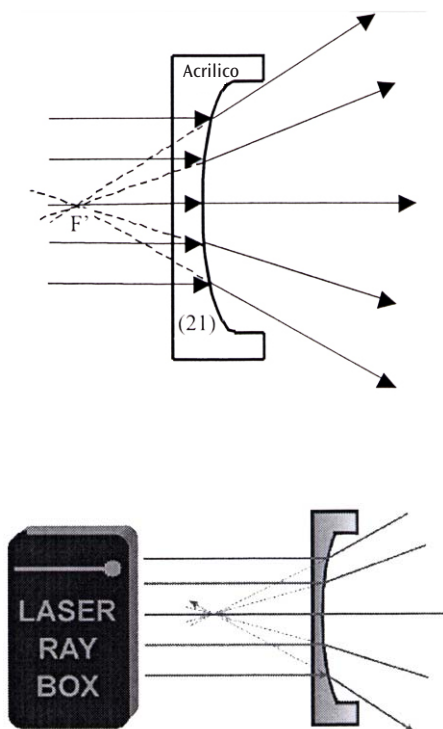
**E15a Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite convessa di acrilico-aria (U17301)**

Dopo aver attraversato il punto A, il fascio luminoso viene interrotto dalla perpendicolare incidente. La perpendicolare incidente è definita come la linea retta dal punto A al punto centrale della curva S.



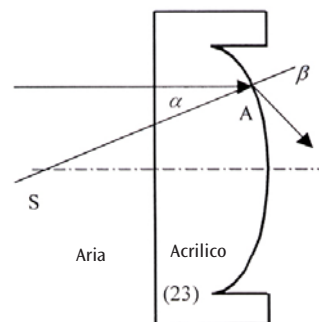
**E15b Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite convessa di aria-acrilico**  
(1003050)

Dopo aver attraversato la superficie limite di acrilico-aria, il fascio di raggi viene interrotto in modo divergente. Se i raggi interrotti vengono allungati all'indietro, si incontrano in un punto sull'asse ottico. Questo punto viene definito fuoco virtuale  $F'$ .



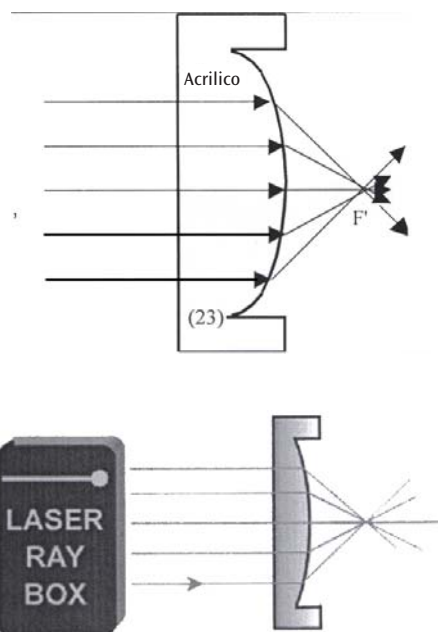
**E16a Passaggio di un fascio luminoso attraverso una superficie limite concava di acrilico-aria**  
(1003050)

Dopo aver attraversato il punto A, il fascio luminoso viene interrotto dalla perpendicolare incidente. La perpendicolare incidente è definita come la linea retta dal punto A al punto centrale della curva S.



**E16b Passaggio di fasci luminosi attraverso una superficie limite concava di acrilico-aria**  
(1003050)

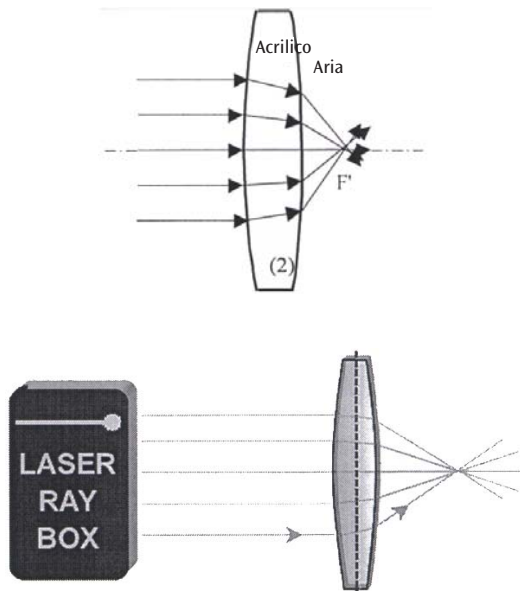
Dopo aver attraversato la superficie limite, il fascio di raggi risulta convergente. I raggi paralleli si incontrano in un punto sull'asse ottico, ovvero il fuoco  $F'$ .



**E17a Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico – fasci luminosi paralleli all'asse ottico**

(1003049/50)

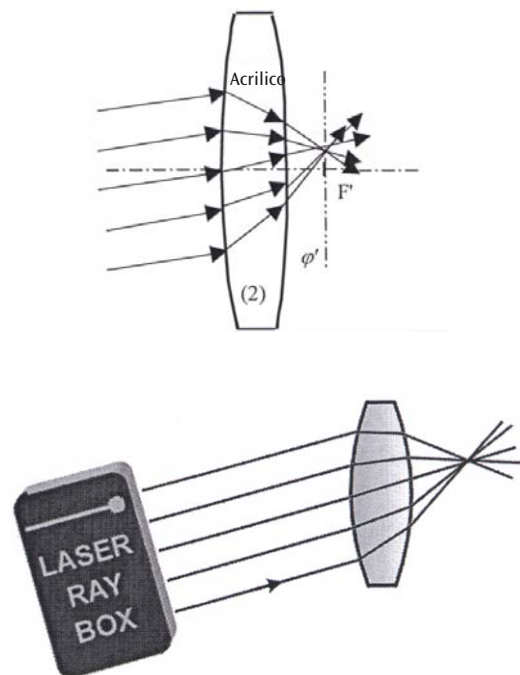
Una lente di acrilico convessa funge da lente colletttrice e i fasci luminosi si incontrano, dopo aver attraversato la lente, nel fuoco  $F'$ .



**E17b Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico**

(1003049/50)

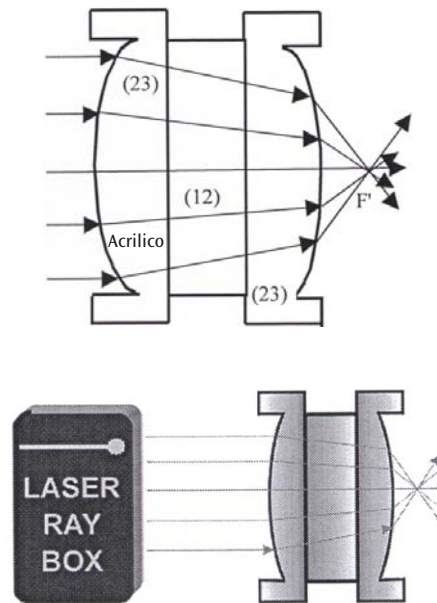
L'asse  $\phi'$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco  $F'$ . Viene definito piano focale. I raggi incidenti vengono interrotti e si incontrano in un punto sull'asse  $\phi'$ .



**E17c Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di acrilico spessa**

(1003050)

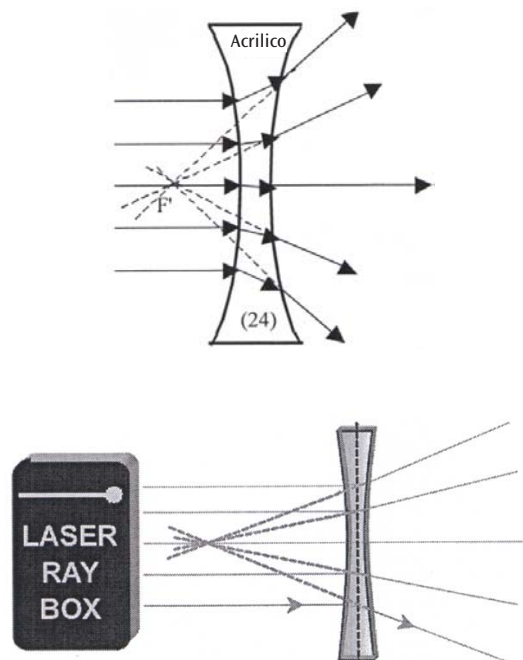
Collocando una lastra pianparallela tra due lenti (23), è possibile realizzare un modello di lente spessa. Modificando lo spessore  $d$  della lente, cambia anche la distanza focale. Maggiore è lo spessore della lente, minore è la distanza focale. A partire da uno spessore critico, la lente passa da colletttrice a divergente.



**E18a Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di acrilico – fasci luminosi paralleli all'asse ottico**

(1003049/50)

I fasci luminosi sono divergenti dopo avere attraversato la lente. Non danno forma ad alcun oggetto. Allungati all'indietro, i raggi si incontrano nel fuoco virtuale  $F'$ .

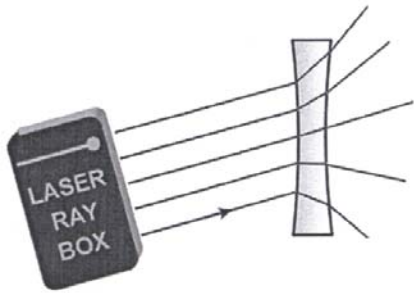
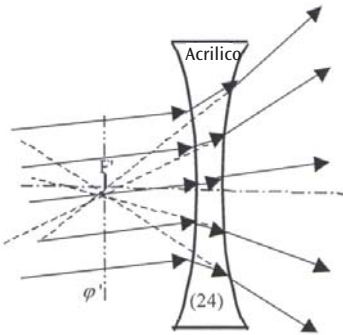




**E18b Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di acrilico – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico**

(1003049/50)

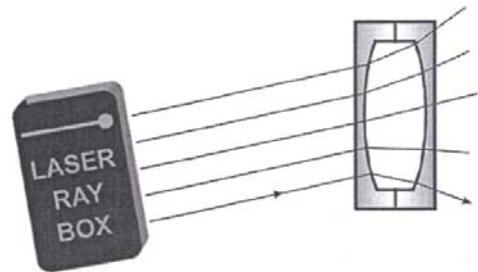
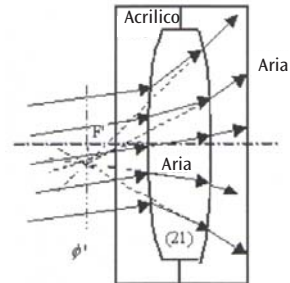
L'asse  $\varphi'$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco virtuale  $F'$ . Viene definito piano focale. I prolungamenti dei raggi interrotti si incontrano in un punto sull'asse  $\varphi'$ .



**E19b Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di aria – fasci luminosi non paralleli all'asse ottico**

(1003050)

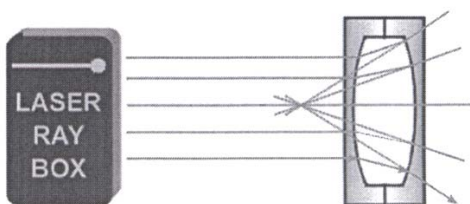
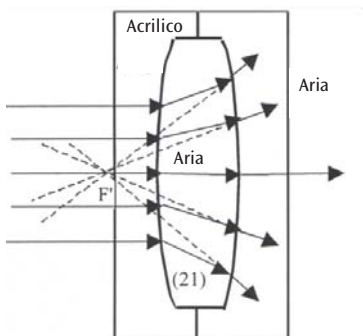
L'asse  $\varphi'$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco virtuale  $F'$ . Viene definito piano focale. I prolungamenti dei raggi interrotti si incontrano in un punto sull'asse  $\varphi'$ .



**E19a Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente convessa di aria – fasci luminosi paralleli all'asse ottico**

(1003050)

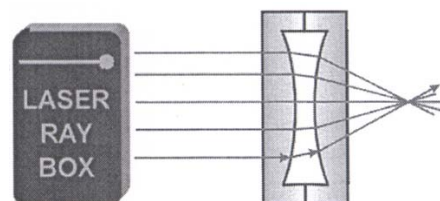
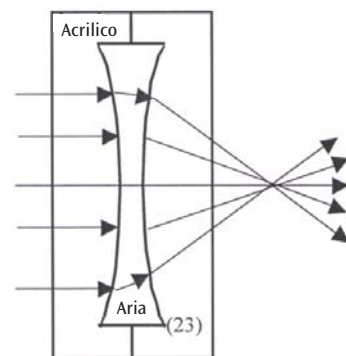
I fasci luminosi sono divergenti dopo avere attraversato la lente. Non danno forma ad alcun oggetto. Allungati all'indietro, i raggi si incontrano nel fuoco virtuale  $F'$ .



**E20a Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di aria – fasci luminosi paralleli all'asse ottico**

(1003050)

Una lente concava di aria funge da lente collettrice e i raggi interrotti si incontrano nel fuoco  $F'$  dopo aver attraversato la lente.

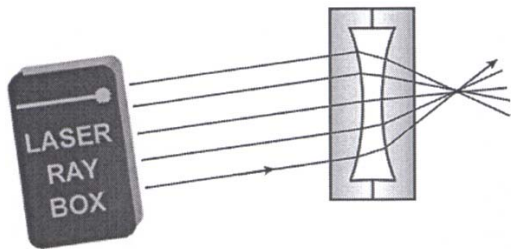
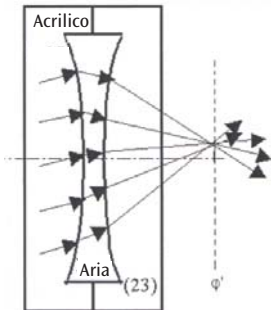




**E20b Passaggio di fasci luminosi attraverso una lente concava di aria – fasci luminosi paralleli all'asse ottico**

(1003050)

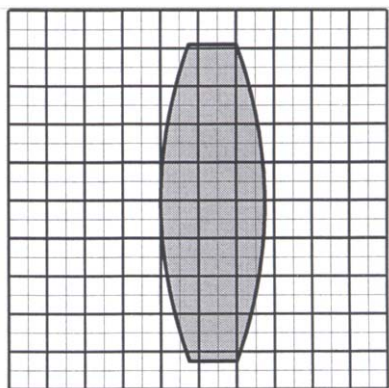
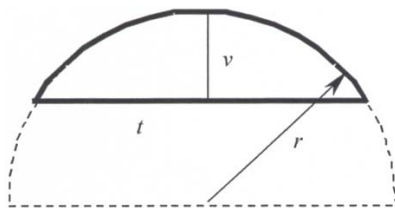
L'asse  $\phi'$  è perpendicolare all'asse ottico e attraversa il fuoco  $F'$ . Viene definito piano focale. I raggi interrotti si incontrano un punto sull'asse  $\phi'$ .



**E21a Parametri di lenti spesse – determinazione del raggio di curvatura**

(1003049/50)

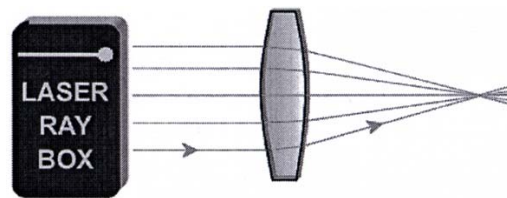
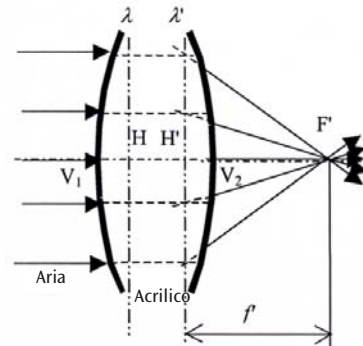
Le lenti del set di ottiche per laser sono caratterizzate da una superficie di rifrazione cilindrica su una superficie di base circolare con raggi di curvatura identici. Questi raggi possono essere determinati con l'ausilio della carta millimetrata.



**E21b Parametri di lenti spesse – distanza focale**

(1003049/50)

Le lenti spesse sono lenti il cui spessore non può essere ignorato. Nella definizione della distanza focale, è necessario tenere in considerazione la distanza tra i due piani principali  $H$  e  $H'$ .

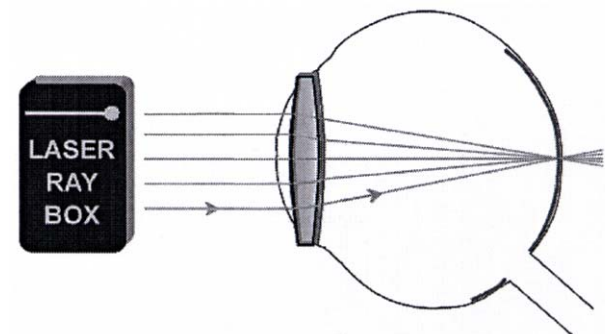
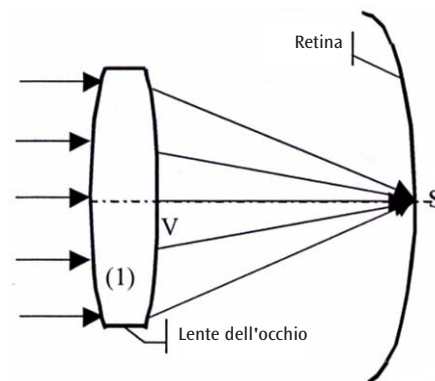


**E22a Modello di occhio**

(1003049, pellicola A)

I fasci luminosi paralleli all'asse ottico vengono interrotti dalla lente dell'occhio e si incontrano in un punto sulla retina.

Collocare la lente dell'occhio (1) direttamente dietro la linea  $O_2$ .

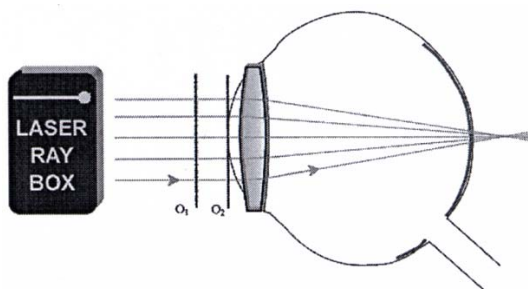
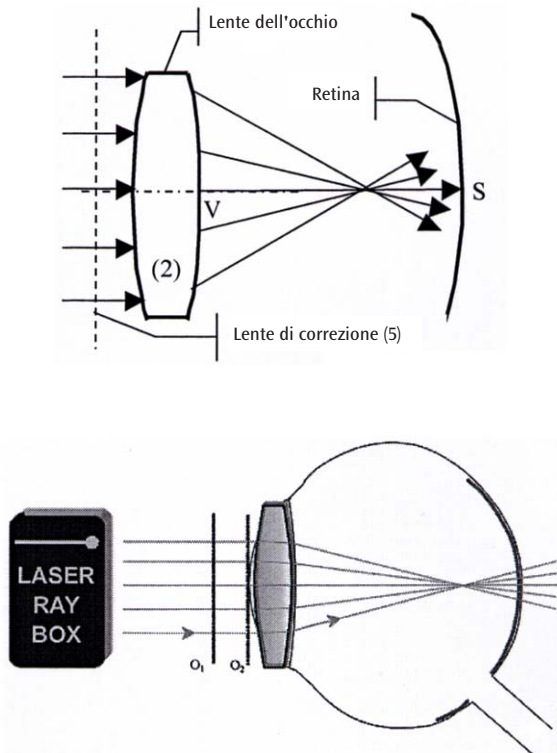


### E22b Modello di occhio miope

(1003049, pellicola A)

I fasci luminosi paralleli all'asse ottico vengono interrotti dalla lente dell'occhio e si incontrano in un punto davanti alla retina.

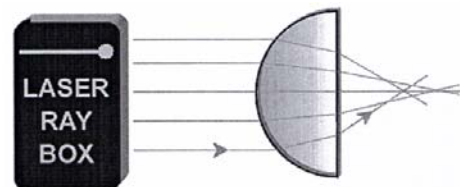
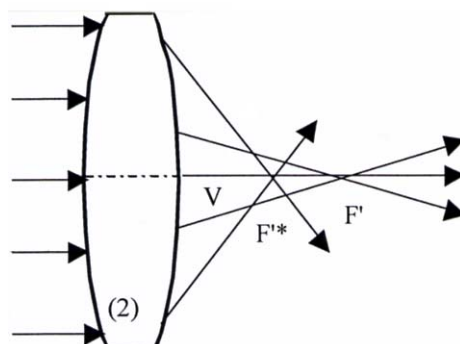
Collocare la lente dell'occhio (2) direttamente dietro la linea  $O_2$  e la lente di correzione (5) tra le linee  $O_1$  e  $O_2$ .



### E23a Correzione dell'aberrazione sferica mediante riduzione del diametro del fascio di raggi

(1003049/50)

L'aberrazione sferica di una lente può essere ridotta riducendo il diametro del fascio di raggi che attraversa la lente. A tale scopo, oscurare i raggi più esterni.



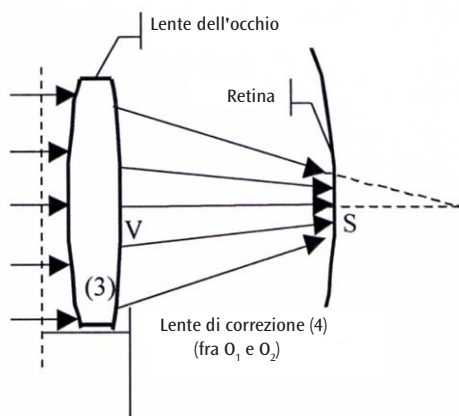
### E22c Modello di occhio ipermetrope

(1003049, pellicola A)

I fasci luminosi paralleli all'asse ottico vengono interrotti dalla lente dell'occhio e si incontrano in un punto dietro la retina. La lente di correzione è una lente colletttrice. Per la distanza focale  $f'$  del sistema di lenti, vale la formula seguente:

$$f' = \frac{f'_1 f'_2}{f'_1 + f'_2}$$

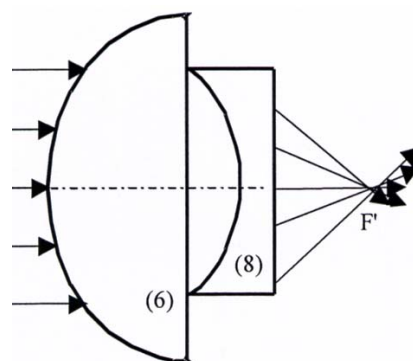
dove  $f'_1$  è la distanza focale della lente dell'occhio e  $f'_2$  è la distanza focale della lente di correzione.

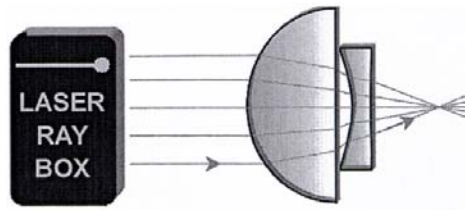


### E23b Correzione dell'aberrazione sferica mediante una combinazione di lenti

(1003049, pellicola E)

Le aberrazioni sferiche di lenti colletttrici e divergenti hanno effetti inversi. L'errore può essere corretto mediante una combinazione di lenti. L'aberrazione  $\Delta f = f_1 - f_2$  è definita come la differenza tra la distanza focale  $f_1$  dei raggi esterni e la distanza focale  $f_2$  dei raggi interni. Nelle lenti colletttrici, l'aberrazione ha un segno positivo, mentre nelle lenti divergenti ha un segno negativo.

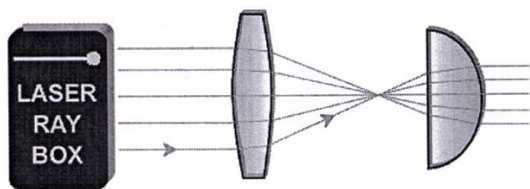
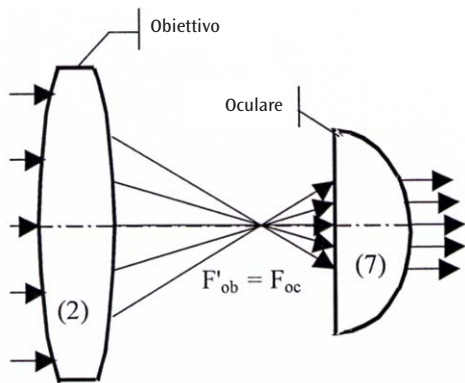
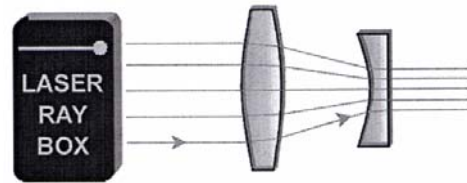
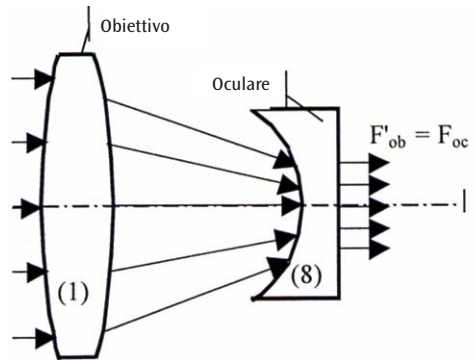




### E24a Telescopio kepleriano

(1003049, pellicola D)

L'obiettivo del telescopio kepleriano genera un'immagine reale ridotta dell'oggetto osservato, che viene ingrandito dall'oculare come attraverso una lente. Si forma quindi un'immagine invertita (da sopra a sotto e da destra a sinistra) e fortemente ingrandita. Per dimostrare questo comportamento, oscurare uno dei fasci luminosi esterni. Se viene oscurato il raggio incidente più in alto, scompare il raggio uscente più in basso.



### E24b Telescopio galileiano

(1003049, pellicola C)

Nel cannocchiale galileiano, i raggi provenienti dall'obiettivo si incontrano su una lente divergente prima di raggiungere il fuoco. I raggi raggiungono l'occhio come raggi paralleli. L'immagine dell'oggetto risulta ingrandita, verticale e non speculare.

### E25 Fotocamera

(1003049, pellicola B)

La lente della fotocamera è una lente collettiva. L'immagine che appare sulla pellicola posta nella parte posteriore della fotocamera è reale e capovolta.

