



## Studio cooperativo dell'ottica geometrica - Rifrazione e Riflessione

*Il docente potrà scegliere gli esperimenti da proporre e copiare dal presente file le parti utili per realizzare la schede studente relative*

### Scopo

Estrapolare le leggi dell'ottica geometrica attraverso un percorso cooperativo per coperta

### Materiale

- kit lenti e specchi Leybold o similare come in fig. 1 (In alternativa gli studenti possono seguire i nostri filamenti e lavorare ragionando su ciò che vedono). Il Kit contiene una lampada che può essere coperta con schermi dotati di 1-3 o 5 fenditure per ottenere rispettivamente 1-3 o 5 raggi con cui sperimentare. Un set di lenti e specchi ed un disco graduato per la verifica della legge di Snell. La lampada può essere sostituita da tre puntatori laser montati su un supporto ma occorre fare molta attenzione alle norme di sicurezza.
- Carta millimetrata e Fotocamera (consigliata per fare foto degli esperimenti)



Figura 1 Ottica geometrica- kit di lavoro della Leybold con la sorgente ad un raggio (schermo con una fenditura )

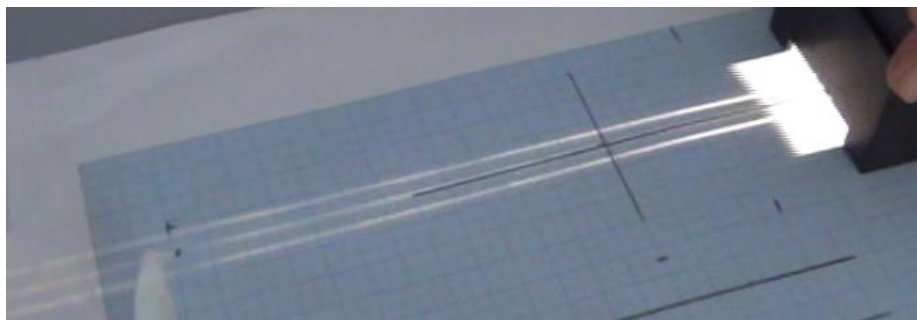


Figura 2 sorgente a tre raggi (schermo con tre fenditure)

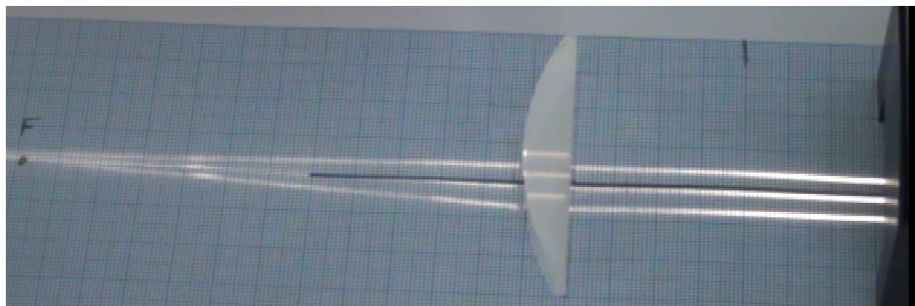


Figura 3 tre raggi luminosi attraverso una lente piano convessa

### Sequenza logica del procedimento

1. Eseguire gli esperimenti nell'ordine indicato
2. Disegnare la "geometria" dell'esperimento ossia l'asse le lenti o gli specchi utilizzati e i raggi luminosi. Riconoscere la presenza di punti particolari o comportamenti specifici, associarli a quanto letto sulle dispense preparatorie
3. Riflettere sul risultato di ogni esperimento, rispondere alle domande e se possibile formularne di nuove

### • Domande

Per ogni esperimento gli studenti devono rispondere alle domande poste seguendo l'ordine logico della scheda di comprensione dei fenomeni

Definizioni: sai cos'è una lente? Definiamo i tipi e i nomi delle lenti,

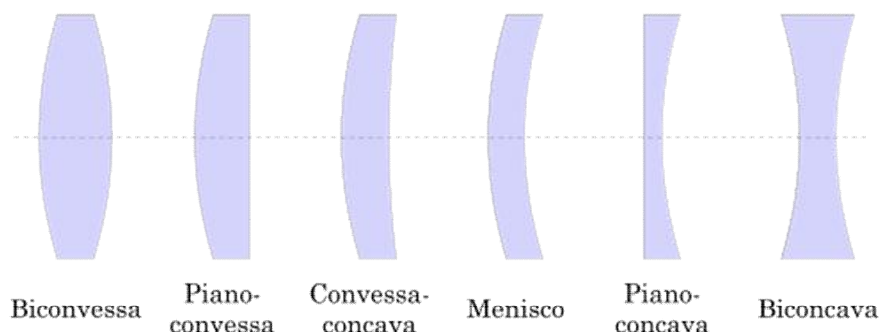


Figura 4 tipi di lenti

Sulla carta millimetrata disegna un riferimento a croce come in fig. 2:

- Una riga più lunga (asse) sarà la direzione dei raggi che escono dalla lampada
- Una riga corta perpendicolare alla precedente sarà il punto dove posizioneremo le lenti (come in fig 3)
- Dovrete essere precisi ed allineare tutto al meglio, per ogni esperimento disegnate la geometria dell'apparato, nell'esempio della figura 3, con la parte convessa della lente verso la luce, il disegno da fare sarebbe simile a quello della fig. 5 dove sono stati indicati un po' più di raggi: in blu tratteggiato è indicato l'asse, in rosso la linea perpendicolare ove porre la lente

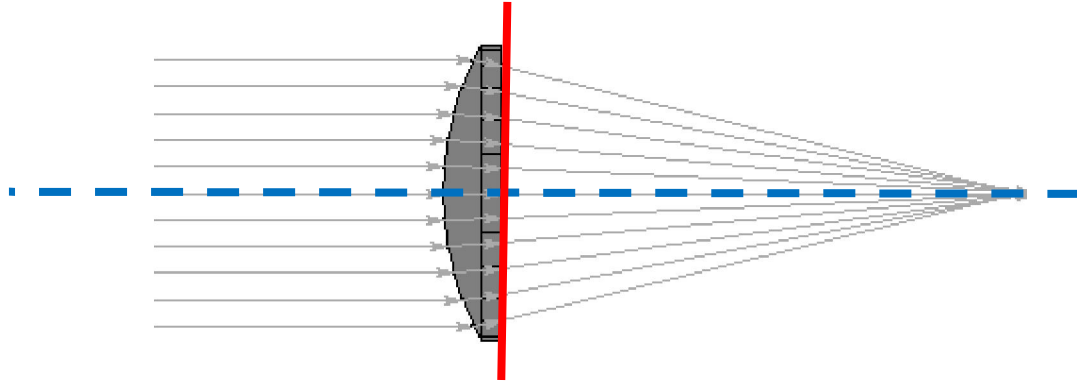


Figura 5 disegno lente piano convessa-lato convesso verso la luce

<i>Esperimento</i>	<i>Domande per la Comprensione dei fenomeni</i>
<p><b>Lente piano convessa</b></p> <p><b>Lampada con un raggio:</b> posizionare la lente prima dal lato piano poi dal lato convesso verso la luce e registra cosa accade e disegna</p> <p>Prova a spostare la lampada parallelamente alla linea corta (blu) e registra cosa accade e disegna</p> <p><b>Lampada con tre raggi:</b> posizionare la lente prima dal lato piano poi dal lato convesso verso la luce e registra cosa accade e disegna</p> <p><b>Lampada con un raggio</b></p> <p>Prova a spostare la lampada “ruotandola intorno alla lente in modo che il raggio entri sulla lente sempre nei punti di incrocio delle linee rossa e blu registra cosa accade e disegna</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ci sono sulla lene o sull’asse punti che sembrano particolari?</li> <li>2. <i>Descrivi quali sono questi punti e che caratteristiche hanno</i></li> <li>3. <i>Anche il punto di incrocio dell’asse (tratteggiato) e delle linea rossa (continua) ha caratteristiche particolari? Quali?</i></li> </ol>
<p><b>Lente piano convessa+concava piana</b></p> <p><b>Lampada con tre raggi:</b></p> <p>Ripeti gli esperimenti di prima costruendo una lente con le due paino concava e piano convessa unite per i lati curvi</p> <p>Prendi un foglietto di carta e ponilo nella zona del punto di incontro dei raggi, guarda la nitidezza del punto poi spostalo lungo l’asse... cosa accade</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Cosa accade al punto in cui si incontrano tutti i raggi?</li> <li>5. Che significato associ a “ immagine sfocata”? puoi spiegarlo meglio alla luce dell’esperimento?</li> <li>6. Che nome pensi abbia il punto di incontro dei raggi?</li> </ol>
<p><b>Lente biconvessa</b></p> <p><b>Lampada con tre raggi</b></p> <p>Ripeti gli esperimenti di prima costruendo una lente biconvessa avvicinando dal lato piano le due lenti piano convesse uguali</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Cosa accade al punto in cui si incontrano tutti i raggi?</li> </ol>
<p><b>Lente piano convessa e disco graduato fig 6</b></p> <p><b>Lampada con un raggio</b></p> <p>Posiziona la lente nel centro del disco poi prova a spostare la lampada “ruotandola intorno alla lente in modo che il raggio entri sulla lente sempre nei punti di incrocio delle linee rossa e blu (centro della lente) facendo incidere il raggio sul lato piano</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Cosa accade al raggio?</li> </ol>

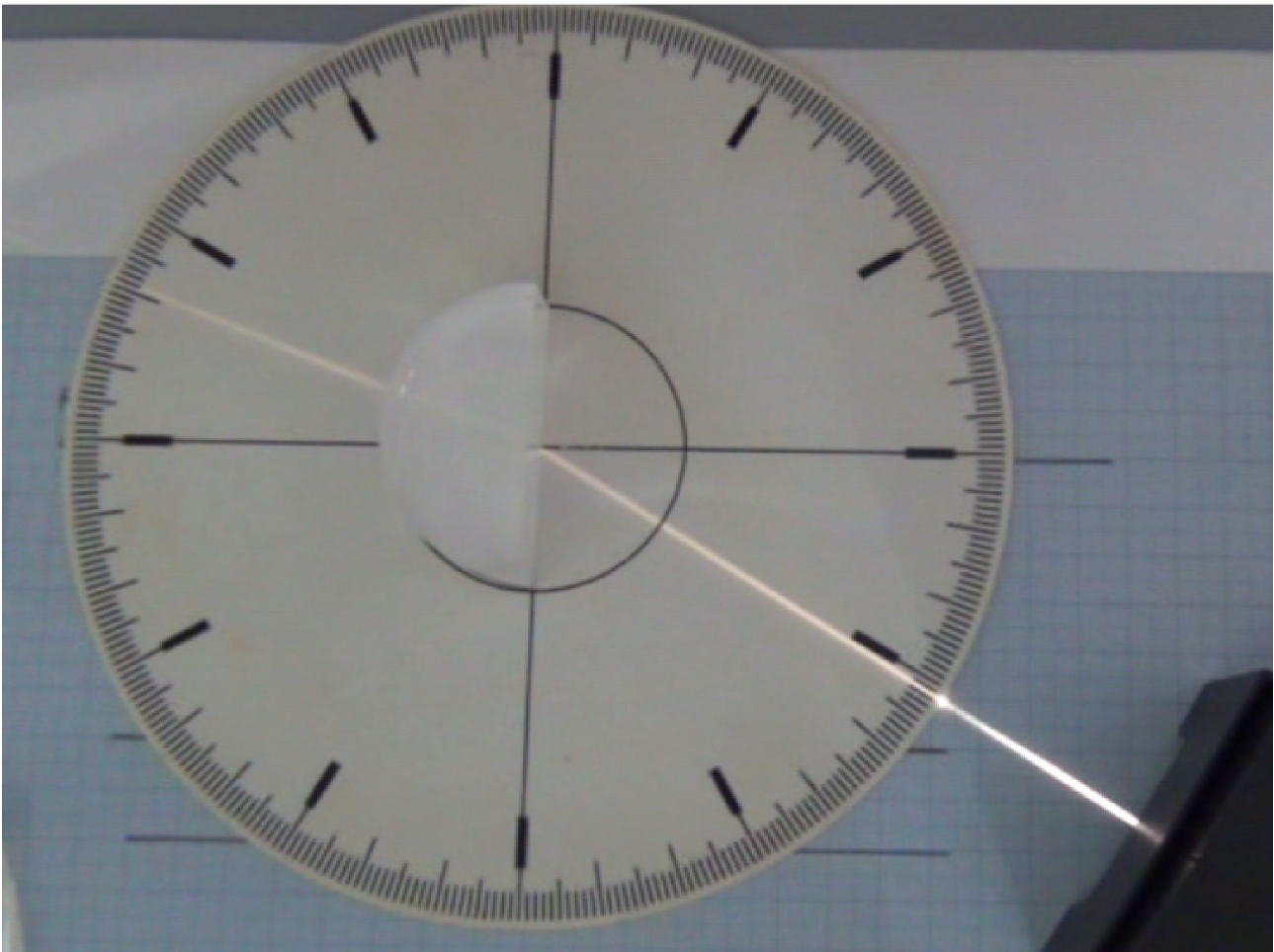


Figura 6 rifrazione della luce- legge di Snell

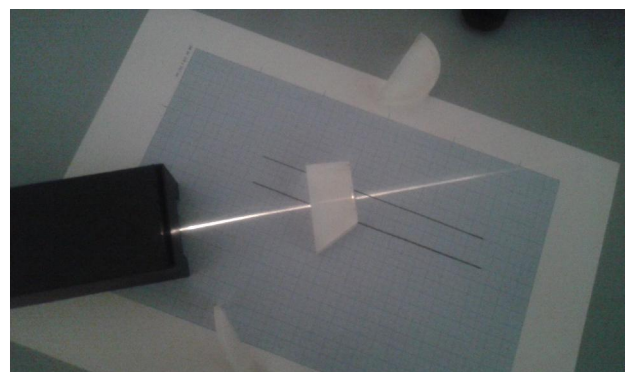
Misura gli angoli formati fra l'asse della lente ed i due raggi in ingresso ( $\theta_{in}$ ) e in uscita ( $\theta_{out}$ ) Ripeti l'esperimento sostituendo la lente con la vaschetta piano convessa vuota Ripeti l'esperimento con la vaschetta piano convessa piena di acqua	9. Riesci a trovare una relazione fra i due angoli
--	--

## Prisma

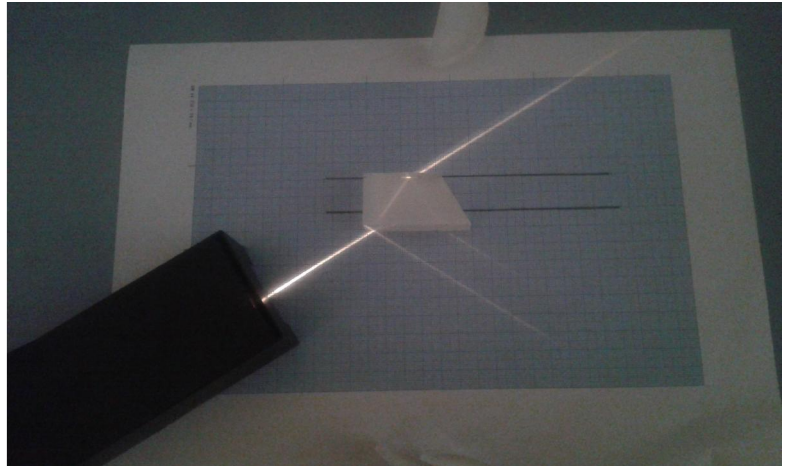
Prendi il prisma e disegna sulla carta vetrata due linee parallele distanti tra loro  $h$ , con  $h$  altezza del prisma

### Lampada con un raggio

- Fai incidere il raggio perpendicolarmente alla base e registra le tue osservazioni
- Allinea ora il prisma alle due linee che hai tracciato poi fai incidere il fascio su una base prova diversi angoli di incidenza e registra cosa accade



- Misura gli angoli di incidenza, rifrazione e riflessione per diversi angoli di incidenza (puoi usare diversi fogli di carta e tracciare con un pennarello i raggi su ogni foglio)



### Comprensione dei fenomeni

- Cosa puoi dire rispetto al punto denominato "centro della lente"? Disegnalo e descrivine le proprietà.
- Sapresti dire cos'è il fuoco della lente
- Cos'è un'immagine sfuocata?
- Nell'esperimento del prisma che differenze ti aspetti tra l'illuminazione con luce bianca e quella con luce monocromatica? Hai notato dei colori nei raggi rifratti/riflessi?
- Cerca sul libro la legge di Snell e prova a spiegarla con parole tue utilizzando le esperienze appena svolte
- Cerca il significato di indice di rifrazione
- Se un raggio riflette sull'acqua che relazione pensi ci sia tra l'angolo di incidenza e quello di riflessione

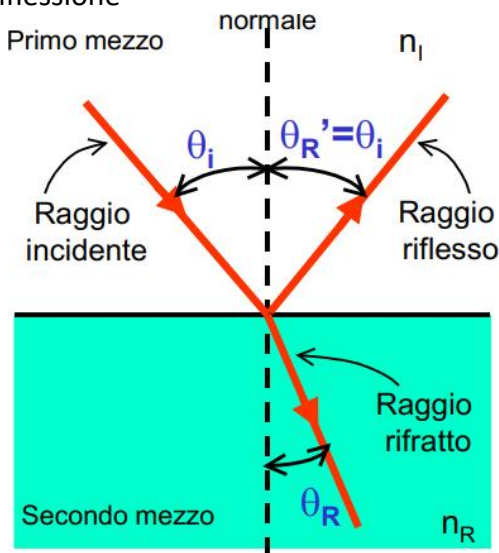


Figura 7 Rifrazione e riflessione

Considera il disegno a sinistra dove un raggio luminoso in aria (indice di rifrazione  $n_i=1$ ) arriva sull'acqua con indice  $n_R=1,33$

Se l'angolo di incidenza è 20 gradi quanto ti aspetti sia l'angolo di rifrazione?

E quello di riflessione?

- Prova a riassumere con parole tue le leggi della riflessione e della rifrazione. Cerca in rete l'indice di rifrazione dei liquidi di uso comune

Prendi ora una ciotola trasparente riempila di acqua e immergi un righello, una biro, una matita, guardalo dall'alto e un po' lateralmente... lo vedi piegato  
Sai spiegare perchè usando anche il disegno del problema precedente?

Suggerimento: immagina che la luce parta dalla matita esca dall'acqua ed entri nel tuo occhio

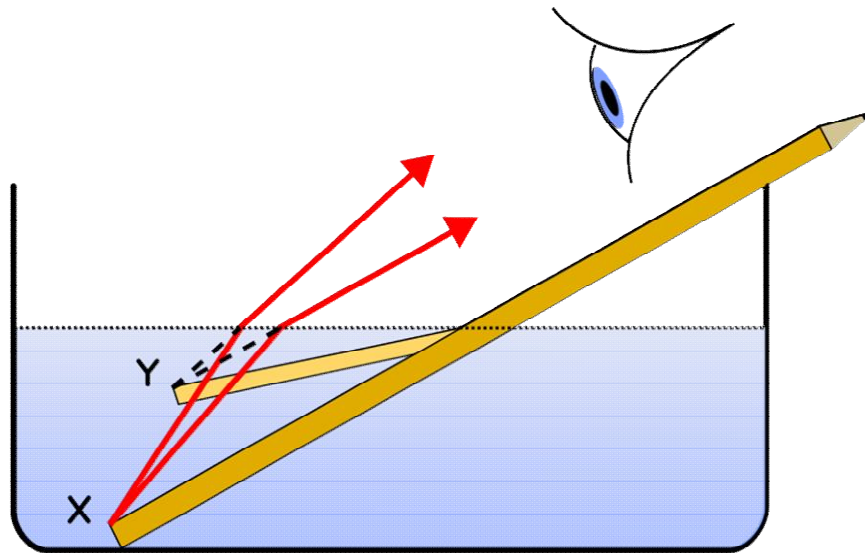


Figura 8 matita immersa in una vasca di acqua- rifrazione da [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Pencil\\_in\\_a\\_bowl\\_of\\_water.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Pencil_in_a_bowl_of_water.svg)

9. Pensa a situazione della tua esperienza che puoi spiegare con il fenomeno della rifrazione

### Riflessione totale

Con lo stesso apparato di prima far incidere il raggio sulla parte convessa fino a vedere solo due raggi come nella figura 9 di destra. Riesci a dare

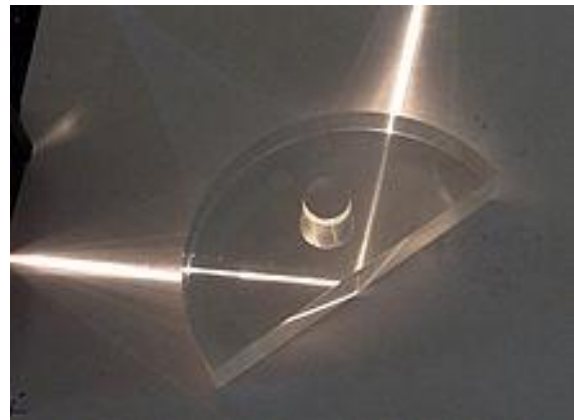
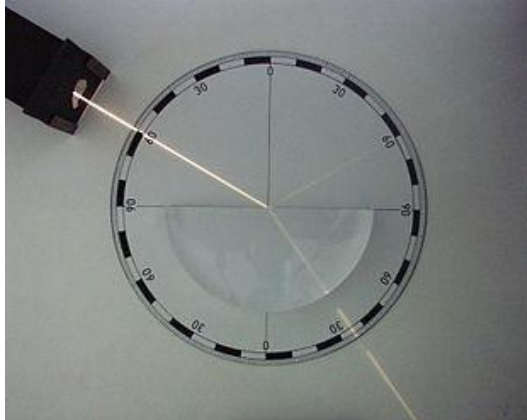


Figura 9 rifrazione e riflessione (sinistra) riflessione totale (destra)

10. Come puoi spiegare il fenomeno della riflessione totale

## Microscopio composto

Si fa riferimento alla videoguia del sito

<http://www.nanolab.unimore.it/videoguia-ottica-geometrica/>

### Lente sottile convergente: simulazione al PC

Prima si propone agli studenti l'utilizzo della simulazione della lente convergente realizzata con Geogebra

<https://www.geogebra.org/m/bnuUbhK3>

Gli studenti possono utilizzare questa simulazione per approfondire i concetti di fuoco di una lente e per simulare la costruzione geometrica dell'immagine nel caso di lente convergente, **possono variare la distanza focale della lente e la posizione dell'oggetto** e possono calcolare l'ingrandimento verificando la relazione fra i parametri geometrici.

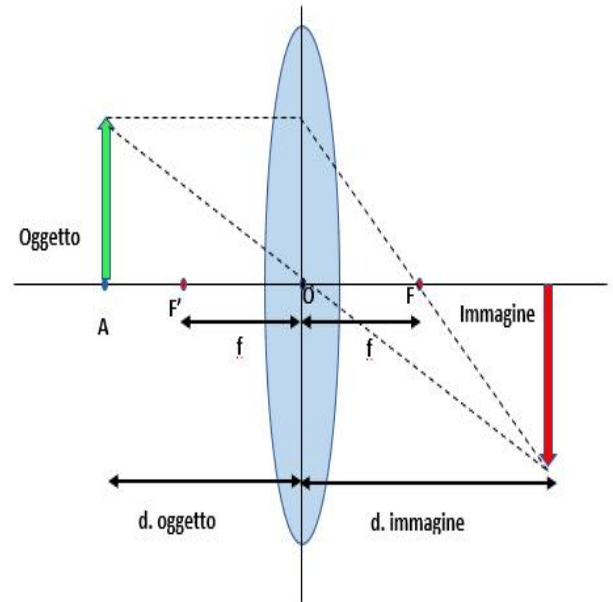
Si consiglia in particolare di:

1. porre l'oggetto esattamente nel fuoco  $F'$  della lente e registrare cosa accade;
2. dove di forma l'immagine? E' diritta o capovolta?
3. porre l'oggetto ad sinistra del fuoco  $F'$  della lente e registrare cosa accade
4. porre l'oggetto tra il fuoco  $F'$  della lente e la lente stessa e registrare cosa accade

Dopo questi brevi esperimenti al computer si può far vedere (anche a casa) il filmato successivo o far realizzare a gli studenti l'esperimento, in entrambi i casi si preparano domande a cui dovranno rispondere ad es

Disegna la costruzione dei raggi per la lente convergente biconvessa con focale 5 cm nei due casi

5. Oggetto distante 4 cm dal fuoco
6. Oggetto distante 8 cm dal fuoco

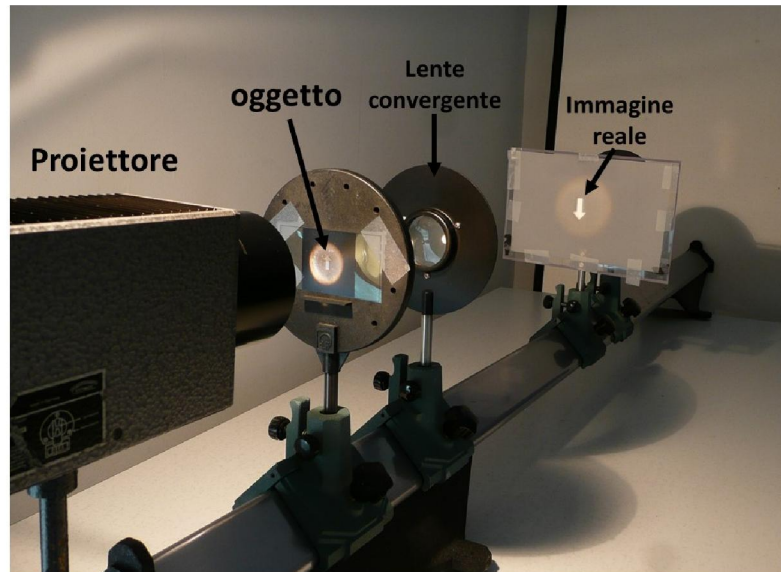




### Microscopio composto realizzato col banco ottico

Si esegue l'esperimento presentato nel filmato <https://youtu.be/fS3juSz2qP4> o in alternativa si mostra il filmato.

Si tratta in ogni caso di un esperimento che deve eseguire l'insegnante come dimostrazione d'aula in quanto necessita del banco ottico. Una versione più approssimativa può essere pensata usando un sistema rotaia-cavalieri autocostruito ed usando lenti in plastica ma i risultati potrebbero essere poco soddisfacenti sia come nitidezza dell'immagine sia come luminosità anche a causa della criticità degli allineamenti



### Simulazione del microscopio composto

Link alla [Simulazione del microscopio composto](#),

La simulazione realizzata con Geogebra, permette di "entrare" virtualmente nel microscopio sulla sinistra si trovano dei "cursori virtuali" agendo sui quali si possono variare i seguenti parametri del sistema:

- ✚ distanza fra le due lenti O-O2
- ✚ distanza focale della lente obiettivo
- ✚ distanza focale della lente oculare
- ✚ distanza dell'oggetto dalla lente obiettivo
- ✚ altezza dell'oggetto

Si consiglia di provare alcune condizioni e di registrare i risultati in particolare:

- ✚  $f_1$  minore di  $f_2$  oggetto vicino ad  $F_1$
- ✚  $f_1$  minore di  $f_2$  oggetto lontano ad  $F_1$
- ✚ aumentare il valore di  $f_1$
- ✚ cambiare la distanza fra le lenti
- ✚ cambiare l'altezza dell'oggetto
- ✚ cercare la condizione di massimo ingrandimento

In alternativa è disponibile il filmato che mostra il funzionamento delle tre simulazioni:

- ✚ lente sottile
- ✚ microscopio composto
- ✚ telescopio

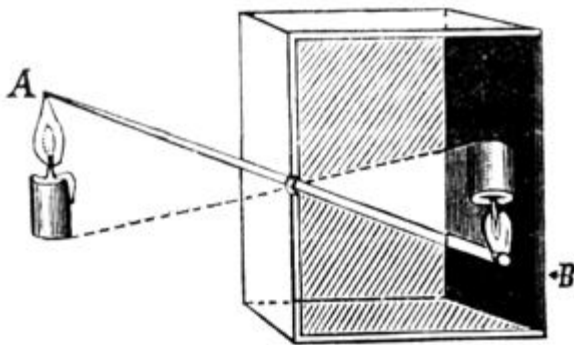


## Esperimento aggiuntivo nanokids

### Serve una lente per formare un'immagine?

Un altro esperimento che può essere assegnato è quello di far realizzare agli studenti una piccola camera oscura e mostrare loro che un'immagine si può formare anche senza l'utilizzo di una lente, si può utilizzare una scatola di cartone ed una candela

- Praticare un forellino nella parte della scatola
- Tagliare il lato superiore
- Porre la candela di fronte al forellino e guardare l'immagine che si forma sul lato opposto della scatola invitare chli studenti a rispondere alle domande



7. La punta della fiamma è rivolta verso l'alto o verso il basso?
8. se avvicino la candela al foro l'immagine aumenta o diminuisce di dimensione?
9. Cosa pensi che accada se facciamo tre forellini

Figura 10 principio di funzionamento della camera oscura

- Dopo di che si può mostrare l'immagine ottenuta col banco ottico illustrandola

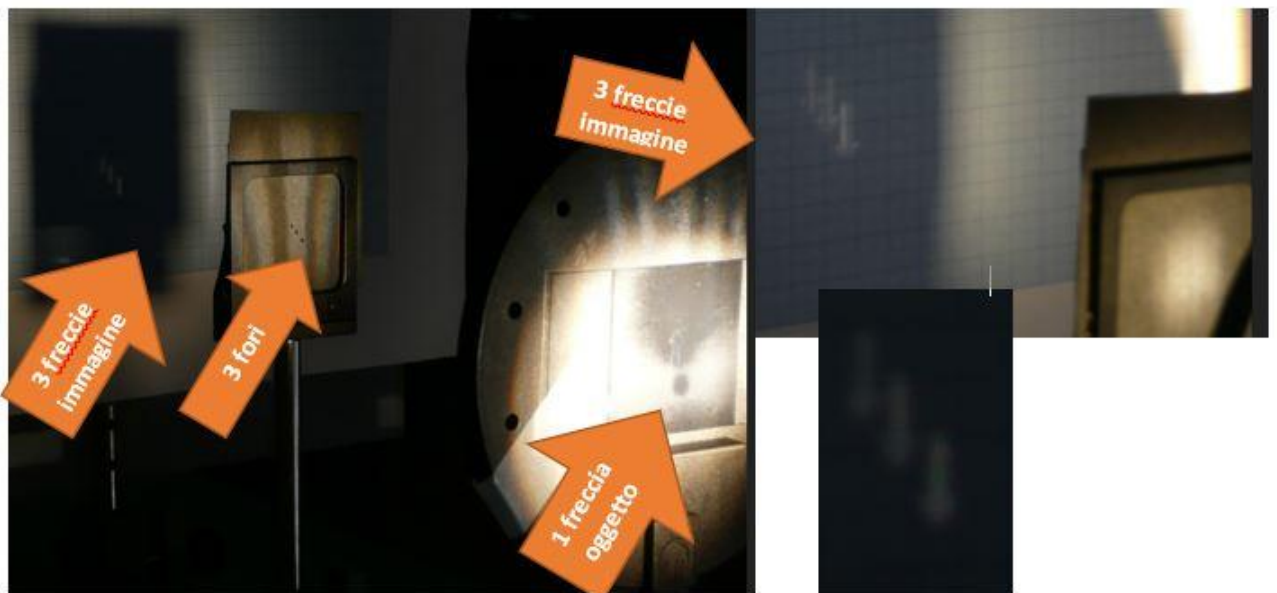


Figura 11 immagini ottenute facendo passare attraverso tre forellini la luce di un "oggetto" freccia, rivolta verso l'alto: si nota come sebbene l'oggetto sia una sola freccia si ottengano tre immagini, capovolte.

Questo esperimento mostra la validità del metodo di costruzione dei raggi, si possono invitare gli studenti ad applicare tale metodo ne caso dei tre forellini.