

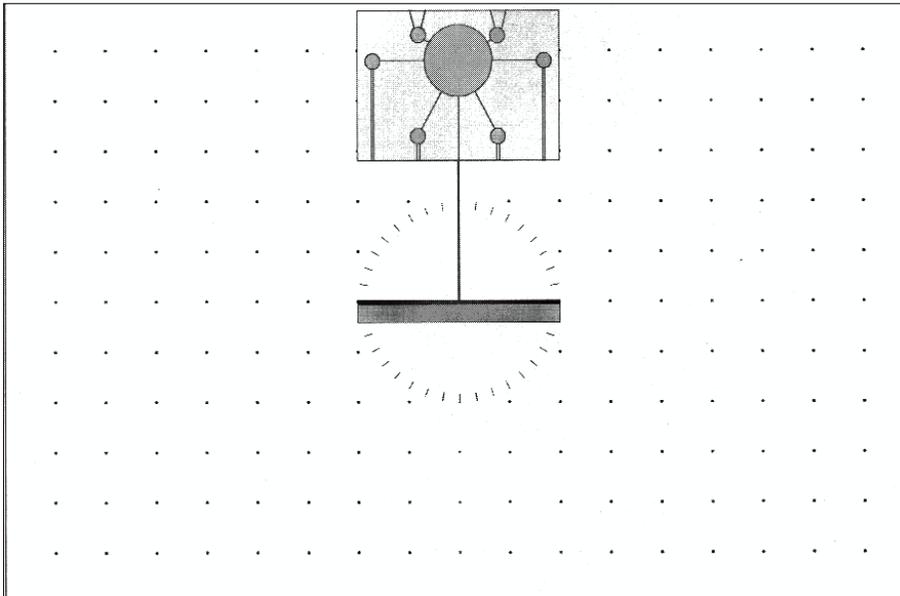
ESPERIENZA 6

La legge della riflessione

1. Argomenti

- Determinare la direzione del raggio riflesso sulla superficie di uno specchio piano a diversi angoli di incidenza.
- Confrontare gli angoli di incidenza α con i corrispondenti angoli di riflessione β .
- Verificare le leggi della riflessione (complanarita', relazione tra gli angoli di incidenza e riflessione, invertibilita' del cammino ottico)

2. Montaggio



3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare lo specchio piano con la superficie riflettente verso l'alto. Verificare l'allineamento orizzontale dello specchio. Tracciare la normale alla superficie riflettente nel punto medio della stessa.
- 3.2 Fissare la lampada a raggio multiplo come mostrato in fig. 1. Con le manopole regolare tutti gli specchi in modo che esca solo il raggio medio.

4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.0 Con il raggio luminoso incidente sul punto medio della superficie speculare con un angolo qualunque, individuare: raggio incidente, raggio riflesso, normale alla superficie nel punto di incidenza, angolo di incidenza θ_i , angolo di riflessione θ_r e riportarli su uno schema dell'apparato in cui venga rappresentata anche la superficie riflettente.
- 4.1 Osservare il cammino del raggio per una incidenza ad angolo retto rispetto alla superficie (angolo di incidenza $\theta_i = 0$).
- 4.2 Variare l'angolo di incidenza spostando la lampada a raggio multiplo. Verificare che il raggio incidente cada sempre nello stesso punto dello specchio (centro della scala angolare). Leggere l'angolo di incidenza (angolo fra la normale e il raggio incidente) e l'angolo di riflessione (angolo fra la normale e il raggio riflesso), e confrontarli.

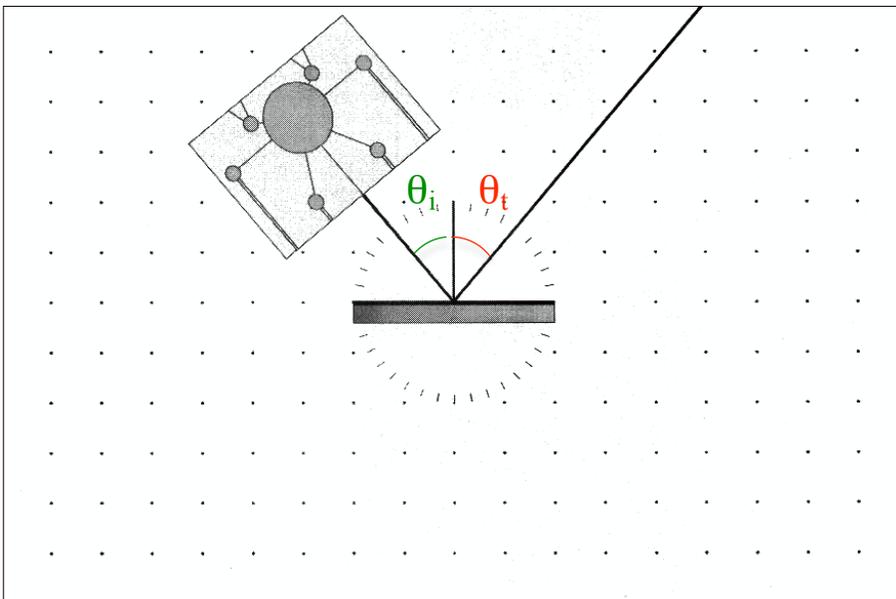


Fig. 2 Riflessione con un angolo di incidenza di 40° .

- 4.3 Ripetere la misura per otto angoli di incidenza diversi compresi fra $\theta_i = 0^\circ$ e $\theta_i = 90^\circ$.
Riportare i valori misurati nella tabella sottostante, indicando anche gli errori sugli angoli, e su un grafico che riporti il valore di θ_r in funzione di quello di θ_i .

$\theta_i \pm \sigma(\theta_i)$	$\theta_r \pm \sigma(\theta_r)$

Determinare per mezzo di una regressione lineare l'equazione della retta che fornisce il valore dell'angolo di riflessione in funzione dell'angolo di incidenza: $y = a x + b$, dove $y = \theta_r$ e $x = \theta_i$. Trovare gli errori sui coefficienti della retta.

$a \pm \sigma_a$	$b \pm \sigma_b$

Dai valori dei coefficienti $a \pm \sigma_a$ e $b \pm \sigma_b$ valutare la validità della legge della riflessione $\theta_i = \theta_r$, adottando un CL del 5 % (cioè compatibile con 1 entro i 2σ , ovvero che il valore 1 sia compreso nell'intervallo $(a - 2\sigma_a , a + 2\sigma_a)$, e che il valore ottenuto per il parametro b sia compatibile con 0 entro 2σ , ovvero che il valore 0 sia compreso nell'intervallo $(b - 2\sigma_b , b + 2\sigma_b)$).

Discutere la complanarità del raggio incidente e riflesso (verificarla direttamente sulla lavagna ad ogni misura).

5. Risultati

- 5.1 Se il raggio incide sullo specchio piano perpendicolarmente, si riflette su se stesso.
- 5.2 I raggi di luce sono sempre riflessi in modo che l'angolo di incidenza e l'angolo di riflessione sono uguali: $\theta_i = \theta_r$. La normale al piano di riflessione, il raggio incidente e il raggio riflesso sono complanari. In questo esperimento giacciono sul piano della lavagna.

Il principio di reversibilità nella riflessione

1. Argomenti

- Dimostrare la reversibilità del cammino ottico quando un raggio è riflesso sulla superficie di uno specchio piano

2. Montaggio

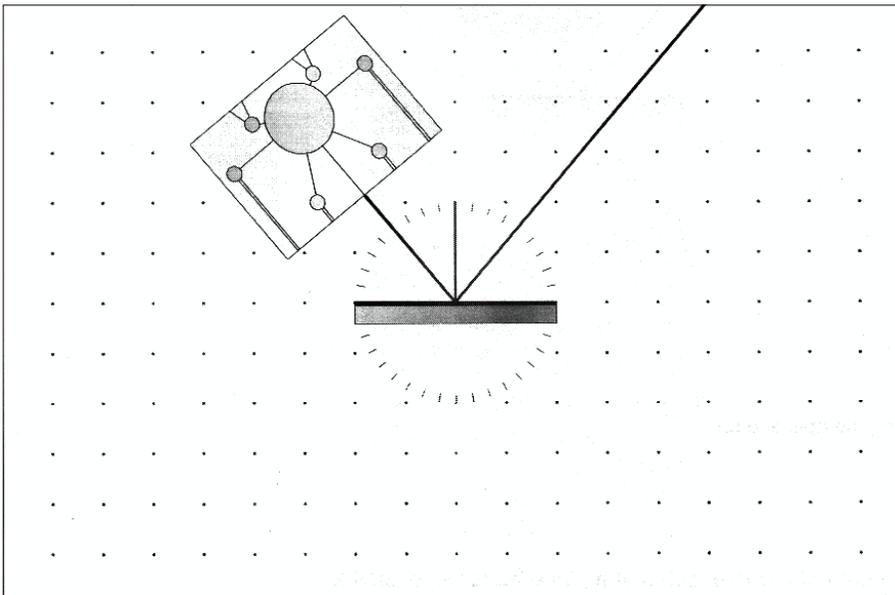


Fig. 1

3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare lo specchio piano con la superficie riflettente verso l'alto. Verificare l'allineamento orizzontale dello specchio. Tracciare la normale alla superficie riflettente.
- 3.2 Fissare la lampada a raggio multiplo come mostrato in fig. 1. Con le manopole regolare tutti gli specchi in modo che esca solo il raggio medio.

4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Tracciare i raggi incidente e riflesso con un pennarello. Spostare la lampada a raggio multiplo in modo che il raggio segua il cammino del raggio riflesso da destra per 4 degli angoli di incidenza utilizzati nella prima parte dell'esperienza.

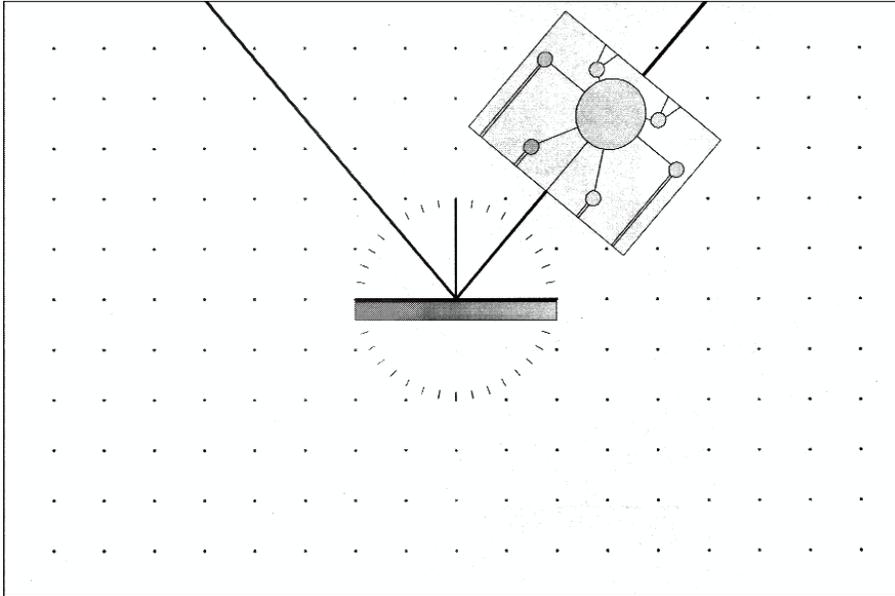


Fig. 2 Reversibilità del cammino ottico

5. Risultati

5.1 Il cammino ottico di un raggio riflesso da uno specchio piano è reversibile.

Punto immagine in uno specchio piano

1. Argomenti

- Studiare il cammino di due raggi di luce che partono da un punto oggetto O e sono riflessi da uno specchio piano
- Spiegare la comparsa di un punto immagine I nello specchio piano
- Confrontare la posizione dell'oggetto e del punto immagine

2. Montaggio

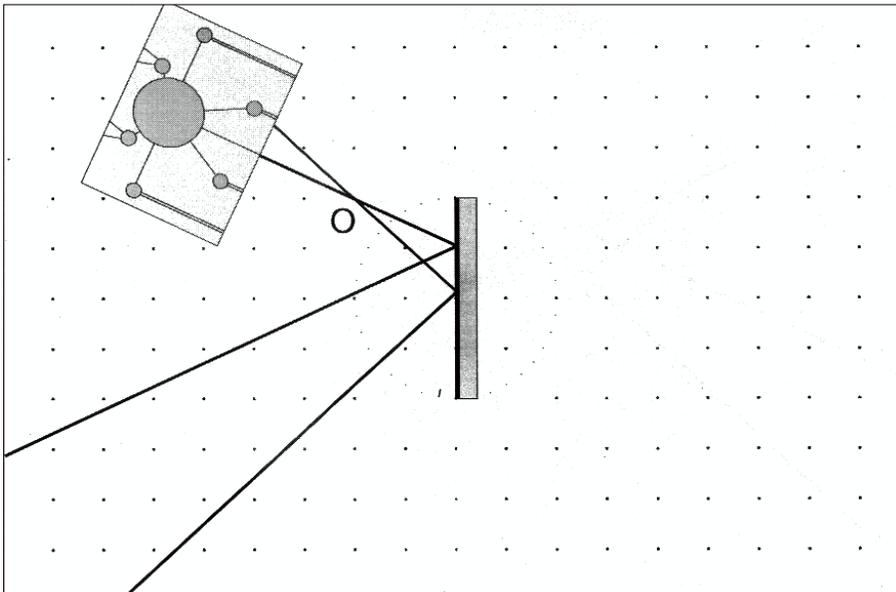


Fig.1.

3. Note al montaggio

- 3.1 Fissare lo specchio piano verticalmente sulla lavagna ad aderenza magnetica come mostrato in fig. 1
- 3.2 Fissare la lampada a raggio multiplo. Regolare le manopole della lampada a raggio multiplo in modo da avere solo due raggi. Verificare che i raggi si incrocino davanti allo specchio e che incidano sullo specchio.
- 3.3 Segnare il punto dove i raggi si incrociano, e denominarlo con O. O viene visto come un punto oggetto da cui partono due raggi di luce.

4. Esecuzione dell'esperimento

4.0. Tracciare l'asse passante per O e perpendicolare alla superficie dello specchio, con l'origine nel punto di intersezione con tale superficie (vertice V). Su tale asse individuare l'ascissa, p , del punto oggetto.

4.1 Guardare nello specchio da sinistra, e osservare il cammino apparente dei raggi (vedi figura 2).

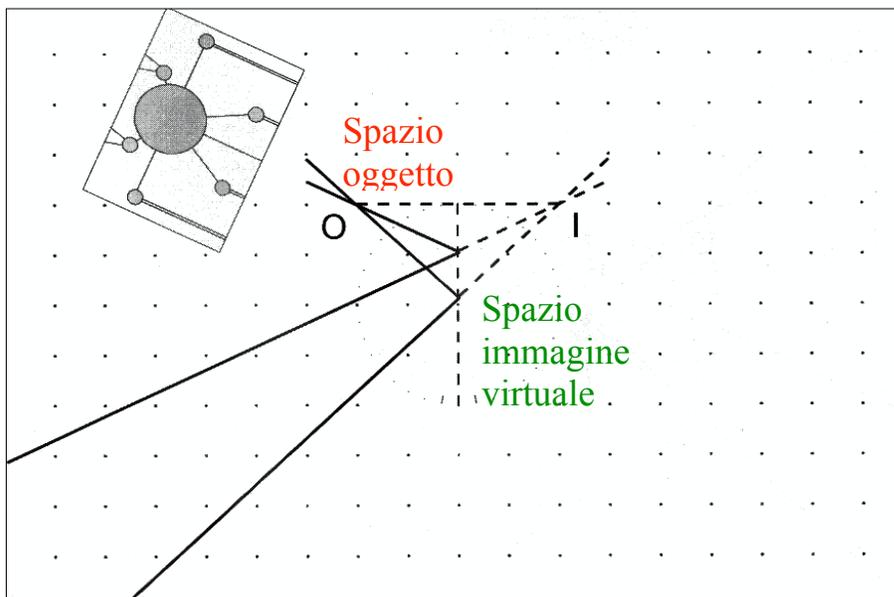


Fig.2. Costruzione del punto immagine I

- 4.2 Partendo da O, tracciare i raggi incidente e riflesso con un pennarello. Segnare la posizione dello specchio piano, rimuovere lo specchio, e spegnere la lampada. Tracciare il prolungamento dei raggi riflessi sulla lavagna a destra con un pennarello di un altro colore, e denominare con I il punto dove i prolungamenti si incrociano. Determinare l'ascissa q del punto I. Osservare il segno di tale ascissa rispetto al segno dell'ascissa di p .
- 4.3 Collegare i punti O e I, e misurare l'angolo fra la linea di collegamento e lo specchio piano. Misurare la distanza fra lo specchio piano e rispettivamente la distanza fra O e I.
- 4.4 Ripetere la misura per 10 punti oggetto, O, diversi. Riportare ogni volta nella tabella seguente i valori delle ascisse p e q con relativi errori (sensibilità dello strumento usato per effettuare la misura).

Immagine speculare in uno specchio piano

1. Argomenti

- Dimostrare la formazione di una immagine speculare di un oggetto in uno specchio piano. Ogni punto dell'oggetto invia un punto immagine nello specchio piano. Tutti i punti immagine costituiscono l'immagine speculare dell'oggetto.
- Identificare diversi punti immagine dell'oggetto
- Confrontare le posizioni e le dimensioni dell'oggetto e dell'immagine speculare

2. Montaggio

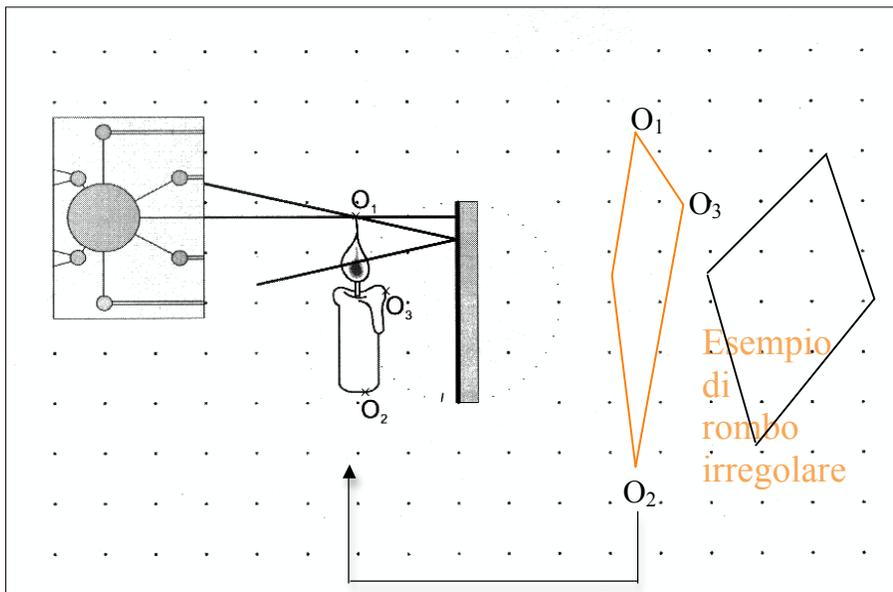


Fig.1.

3 Note al montaggio

- 3.0 Tracciare un asse x perpendicolare al piano dello specchio e fissare l'origine nel punto di intersezione con lo specchio in corrispondenza al suo bordo inferiore. Da tale punto tracciare l'asse y perpendicolare a x .

- 3.1 (Fare una copia del disegno della sezione di una candela. Tagliare il disegno della candela.) Utilizzare come oggetto un rombo irregolare disegnato sulla lavagna, con il pennarello, davanti alla lampada multi raggio.
- 3.2 Fissare lo specchio piano verticalmente sulla lavagna ad aderenza magnetica come mostrato in fig. 1, ossia dietro all'oggetto.
- 3.3 Fissare il disegno (della sezione di una candela) del rombo sulla lavagna ad aderenza magnetica con il nastro magnetico. Segnare tre punti (della candela) del rombo compresi il (fondo e la punta della fiamma) i vertici superiore ed inferiore. Determinare le coordinate x e y dei tre punti con errore (sensibilità strumento di misura).
- 3.4 Fissare la lampada a raggio multiplo. Regolare le manopole della lampada in modo che escano solo due raggi. Verificare che il raggio medio sia perpendicolare allo specchio e passi attraverso uno dei punti segnati sulla candela. Il raggio è perpendicolare allo specchio e viene riflesso su se stesso. Regolare il secondo raggio in modo che incroci il raggio medio nel punto segnato e quindi incida sullo specchio (vedere fig. 1).

4. Esecuzione dell'esperimento

- 4.1 Tracciare i raggi partendo dal punto segnato e riflessi dallo specchio con un pennarello.
Spostare la lampada a raggio multiplo in modo che gli altri punti segnati possono essere trattati allo stesso modo. (vedere fig.2). Quindi segnare lo specchio piano sulla lavagna, rimuovere lo specchio e spegnere la lampada.
Prolungare i raggi riflessi sulla lavagna a destra con un pennarello di colore diverso fino a incontrare il corrispondente punto immagine. Determinare le coordinate x e y dei punti immagine con gli errori. Migliorare il disegno, completando i punti immagine disegnando l'immagine speculare o fissando la copia dell'immagine speculare (vedere fig.3).
- 4.2 Misurare le distanze verticali fra i punti immagine, e confrontarle con le distanze fra i punti oggetto. Dire se sono compatibili entro gli errori, ovvero

$$(-2(\sigma_p + \sigma_q) < (p-q) < 2(\sigma_p + \sigma_q)).$$
- 4.3 Misurare le distanze fra i punti immagine e lo specchio piano, e confrontarle con le distanze fra i punti oggetto e lo specchio piano. Dire se sono compatibili entro gli errori.
- 4.4 Trovare l'immagine di O_3 con fascio inclinato sia dall'alto che dal basso.

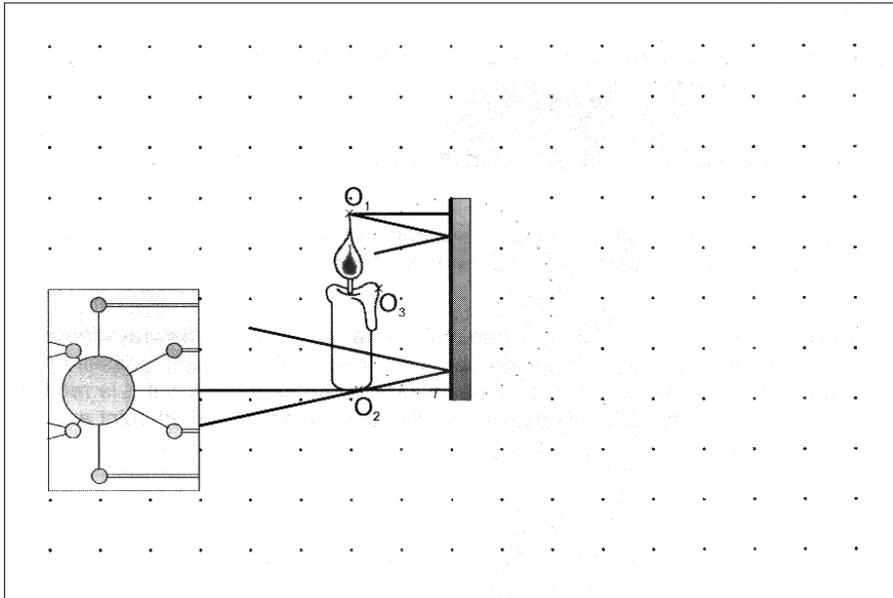


Fig.2. Il cammino dei raggi attraverso O₂.

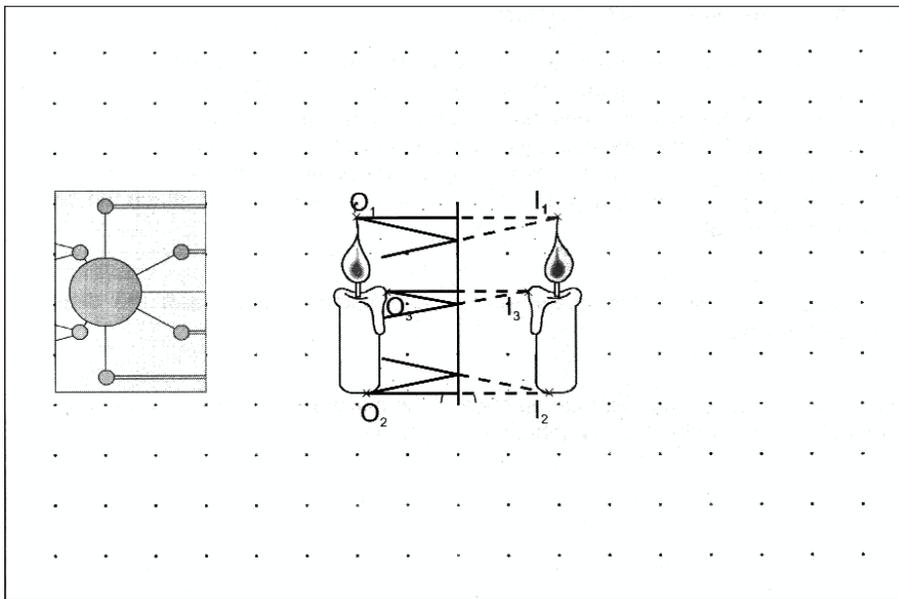


Fig.3. Costruzione dell'immagine speculare.

5. Risultati

- 5.1 Un oggetto può essere considerato come composto da infiniti punti. Ogni punto oggetto è associato ad un punto immagine. L'insieme di tutti i punti immagine dà l'immagine speculare dell'oggetto.

- 5.2 L'immagine speculare è diritta ed ha la stessa dimensione dell'oggetto. Le profondità dell'oggetto e dell'immagine speculare hanno direzioni opposte. Poiché l'immagine speculare non esiste realmente, è chiamata immagine virtuale.
- 5.3 L'oggetto e la sua immagine speculare sono simmetriche rispetto allo specchio piano.