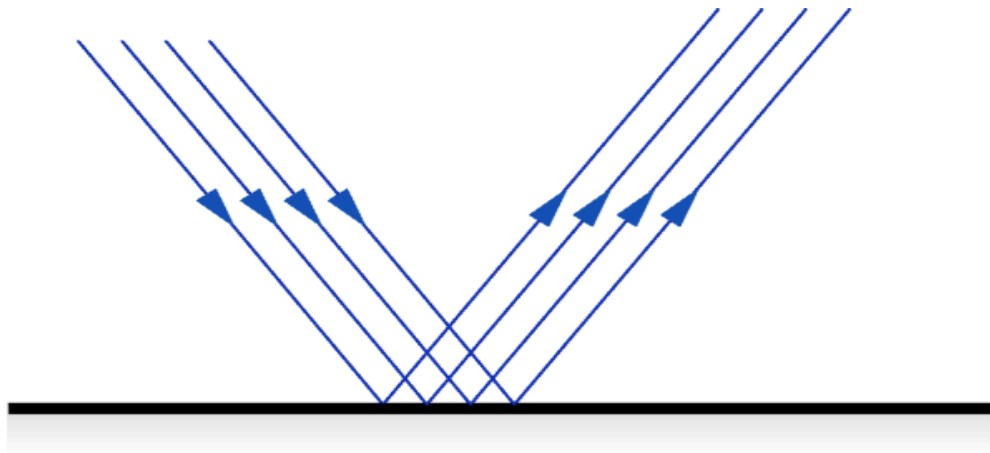


# Ottica geometrica

- Percepriamo la luce perché ci arriva direttamente dalla sorgente oppure riflessa dagli oggetti
- L'emissione della luce è complessa da capire, mentre la propagazione è, di solito, più semplice
- In molte circostanze si può studiare la luce come se si propagasse in linea retta con dei raggi
- Quest'idea è contraria alla natura ondulatoria della luce, e non spiega quindi tutti i fenomeni

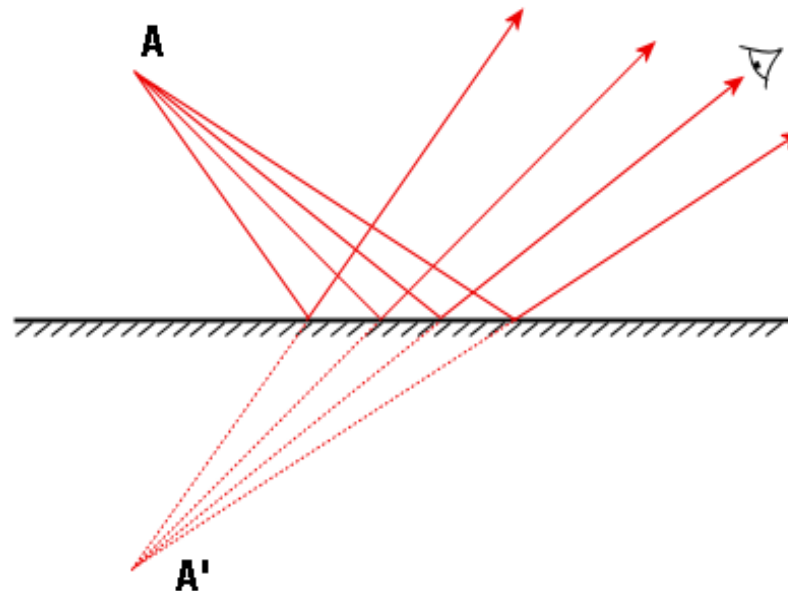
# Riflessione

- Se la luce incontra una superficie piana viene in parte riflessa
- La riflessione è caratterizzata da un raggio incidente e uno riflesso e dalla normale alla superficie
- L'angolo che i raggi incidente e riflesso fanno con la normale è lo stesso, e i due raggi e la normale stanno nello stesso piano



# Formazione dell'immagine

- La nostra mente ricostruisce le immagini come se la luce fosse arrivata in linea retta
- L'occhio prolunga i raggi che gli arrivano e pone l'immagine dove questi convergono



# Formazione dell'immagine -2-

- La distanza dell'immagine dallo specchio è uguale a quella dell'oggetto
- L'immagine non è attraversata dai raggi che arrivano all'osservatore e si dice perciò virtuale (altrimenti si chiamerebbe reale)
- L'altezza dell'immagine è uguale all'altezza dell'oggetto: l'immagine non è ingrandita né rimpicciolita

# Indice di rifrazione

- Nei mezzi materiali la luce si propaga più lentamente che non nel vuoto
- Si definisce l'indice di rifrazione come
$$n = c / v$$
dove  $c$  è la velocità della luce nel vuoto
- Nel vuoto la velocità è la stessa per tutte le lunghezze d'onda, negli altri mezzi no

# Rifrazione della luce

- Passando da un mezzo trasparente a un altro la luce cambia direzione
- Gli angoli che fa con la normale si chiamano angoli di incidenza e di rifrazione
- Se l'indice di rifrazione è più grande nel secondo mezzo, la luce si avvicina alla normale
- Miraggi, navi volanti e bastoni spezzati

# Legge di Snell

- Se  $n_1$  e  $n_2$  sono gli indici di rifrazione dei due mezzi

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

- Per via della rifrazione, la profondità apparente in acqua è minore
- Se  $n_1 > n_2$  e  $\theta_2$  è maggiore di 90 gradi, non si può avere rifrazione e la luce è interamente riflessa (fibre ottiche). L'angolo per cui questo si verifica è l'angolo critico per cui  $\sin(\theta_c) = n_2/n_1$

# Lenti

- Le due superfici sono modellate in modo da far convergere tutti i raggi che vengono dall'infinito in un punto
- Questo punto è il fuoco e la sua distanza dalla lente la distanza o lunghezza focale
- L'asse è perpendicolare alla lente e passa per il suo centro
- Può essere convergente o divergente
- Se  $f$  è la distanza focale  $P=1/f$  è la potenza e si misura in diottrie ( $f=1\text{ m}$ ,  $P=1$  diottria)



# Immagine di un oggetto

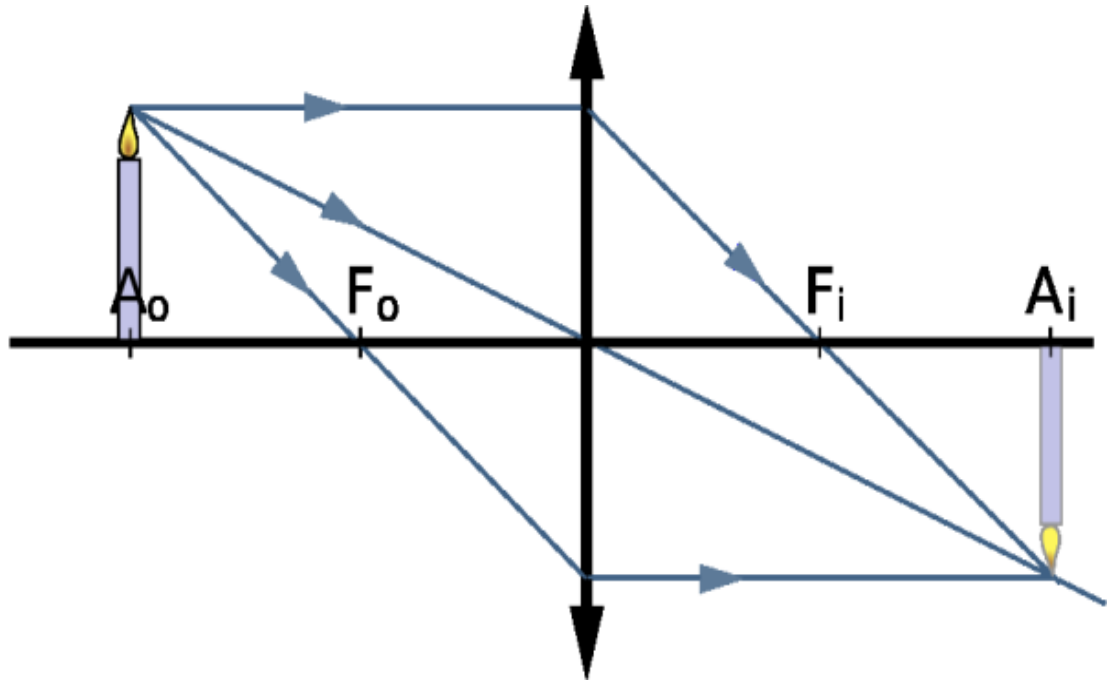
- Si determina tracciando le linee che attraversano una lente
- Le linee che arrivano parallele alla lente passano per il fuoco
- Le linee che passano per il fuoco escono parallele
- Le linee che passano per il centro della lente non vengono deviate
- L'immagine si forma dove tutte le linee convergono

# Equazione delle lenti sottili

- Collega la posizione di oggetto, fuoco e immagine.  $h_i/h_o$  è l'ingrandimento

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{d_i}{d_o}$$

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$



# Equazione dei costruttori di lenti

- Se voglio costruire una lente con una certa lunghezza focale, che curvatura devono avere le sue superfici?
- Che materiale devo usare?

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

- L'equazione vale anche per lenti concave, ma il segno del raggio va cambiato

# Problemi

- Riflessione, rifrazione e dispersione danno origine all'arcobaleno. Come?
- Come funziona un prisma? Perché ci dice qualcosa sulla velocità delle galassie?
- Spiegate com'è un bel panorama visto da un pesce
- Nelle macchine fotografiche ho dispersione? Se sì, come posso limitarla?
- Un binocolo è lungo 30 cm. Può avere una lunghezza focale maggiore?

# Esercizi

- Quanto deve essere alto, come minimo, uno specchio, perché una persona alta 1,80 m ci si possa specchiare interamente?
- La luce si propaga nel ghiaccio con velocità  $v=2.29 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Qual è l'indice di rifrazione del ghiaccio?
- Qual è l'angolo critico per l'interfaccia acqua-prexiglass? Gli indici di rifrazione sono rispettivamente 1.33 e 1.51. Da quale parte deve incidere la luce per avere riflessione totale?

# Esercizi -2-

- L'immagine di un oggetto si forma 78.0 mm dietro una lente convergente di lunghezza focale 65.0 mm. Trovare la posizione dell'oggetto
- Qual è la potenza di una lente di lunghezza focale 20.5 cm?
- Una lente biconvessa ha entrambi i raggi di curvatura di 31.0 cm. La lunghezza focale è 28.9 cm. Qual è l'indice di rifrazione?