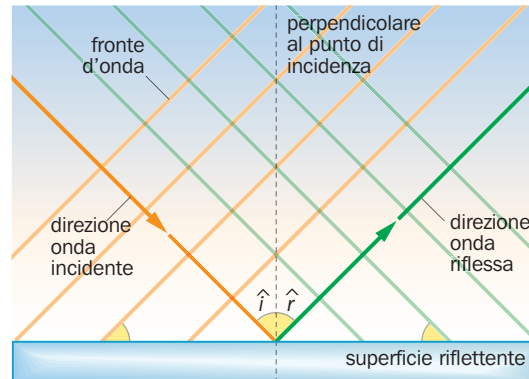


2. Fenomeni caratteristici delle onde

La riflessione

Quando un'onda incontra un ostacolo che ne impedisce la propagazione, essa viene riflessa, proprio come accade a una palla da biliardo quando urta contro una sponda.

► **Figura 8** Rappresentazione schematica della riflessione di onde piane.



Nella figura 8 sono rappresentati fronti rettilinei di onde periodiche (colore arancione) che investono una superficie riflettente e le stesse onde riflesse (colore verde). Nella figura vengono anche evidenziate le due direzioni dei fronti d'onda, rispettivamente in rosso e in verde. Si osserva che la direzione di propagazione dell'onda forma un angolo con la perpendicolare alla superficie riflettente nel punto di incidenza che è uguale a quello che il fronte d'onda forma con la superficie riflettente.

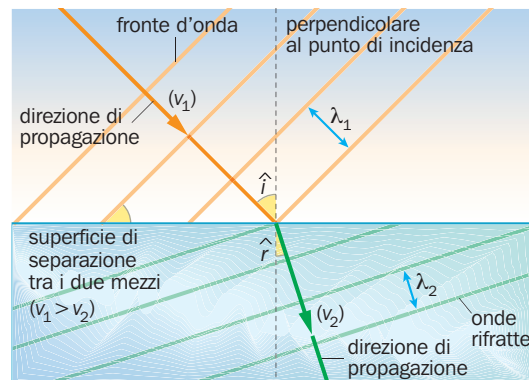
Questo angolo si chiama *angolo di incidenza* (\hat{i}) se si riferisce all'onda incidente e *angolo di riflessione* (\hat{r}) se si riferisce all'onda riflessa.

Si può verificare sperimentalmente la validità di una legge fondamentale della riflessione: *gli angoli di incidenza e di riflessione sono uguali e giacciono sullo stesso piano in cui giace la retta perpendicolare alla superficie nel punto di incidenza.*

La rifrazione

Il fenomeno della *rifrazione* si verifica quando l'onda attraversa la superficie che separa mezzi materiali diversi e consiste in un cambiamento della direzione di propagazione.

► **Figura 9** Rappresentazione schematica della rifrazione di onde piane.



Ciò è dovuto al fatto che quando cambia il mezzo, cambia la velocità di propagazione dell'onda ma la frequenza rimane la stessa. Poiché lunghezza d'onda e frequenza sono legate dalla relazione $\lambda \cdot f = v$, cambiando la velocità deve cambiare anche la lunghezza d'onda.

Nella figura 9 è schematizzato il fenomeno della rifrazione di onde piane con fronte rettilineo.

Si osserva in questa situazione che l'*angolo di incidenza* (\hat{i}) è diverso dall'*angolo di riflessione* (\hat{r}). Inoltre, per valori piccoli di \hat{i} , si trova sperimentalmente che il rapporto tra i due angoli è costante ed è uguale al rapporto tra le velocità dell'onda nei due mezzi.

La diffusione

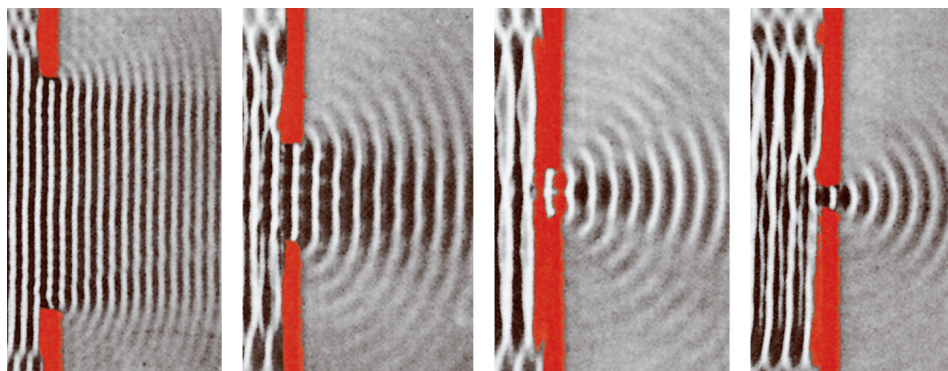
Quando l'onda incontra ostacoli con superfici irregolari, essa viene riflessa o rifratta un po' in tutte le direzioni; questo fatto, nel caso di un'onda tridimensionale, determina il fenomeno della *diffusione* tutto lo spazio a disposizione. È il caso per esempio del suono emesso da uno strumento, suono che incontrando ostacoli si diffonde in ambienti anche molto spaziosi come un teatro o una discoteca e che può essere perce-

pito in ogni loro punto. In relazione alle onde, diciamo che una superficie è irregolare quando le dimensioni delle irregolarità sono assai più grandi rispetto alla lunghezza d'onda.

La diffrazione

La *diffrazione* è un fenomeno tipico delle onde e consiste nel fatto che il loro modo di propagarsi dipende dalle dimensioni dell'ostacolo che incontrano mentre si propagano in un mezzo. Quando le dimensioni dell'ostacolo sono piccole rispetto alla lunghezza d'onda si ha una deflessione delle linee di propagazione tale da consentire all'onda di aggirare l'ostacolo. Quando invece le dimensioni dell'ostacolo sono grandi la deflessione del fronte d'onda non è apprezzabile. Le onde del mare, per esempio, sono bloccate da una barriera di scogli ma sono in grado di aggirare un ostacolo di dimensioni inferiori, come un palo piantato nell'acqua.

Il fenomeno della diffrazione si può osservare anche quando l'onda incontra un ostacolo in cui è presente un varco, cioè una *fenditura*: se la fenditura è grande (sempre in relazione alla lunghezza d'onda) l'onda prosegue nella propria direzione, se invece la fenditura è piccola, si osserva che i fronti d'onda si incurvano e producono un allargamento del fronte (figura 10).



◀ **Figura 10** Diffrazione di onde piane attraverso una fenditura: le onde proseguono in linea retta se la larghezza della fenditura è grande rispetto alla lunghezza d'onda, mentre se la fenditura è stretta si generano onde circolari.

Sovrapposizione e interferenza

Un'altra proprietà delle onde consiste nel fatto che quando due o più onde si incontrano in una regione dello spazio si ha la loro *sovrapposizione*. Per esempio, quando ascoltiamo un concerto, i suoni provenienti dai vari strumenti raggiungono simultaneamente i nostri timpani. In questa situazione si verifica che l'effetto determinato dalla sovrapposizione delle onde è dato dalla somma degli effetti che le singole onde avrebbero prodotto in quel punto.

Nel caso di onde elastiche, l'ampiezza della perturbazione in ogni punto del mezzo è il risultato della sovrapposizione delle ampiezze delle onde che convergono in quel punto. Se la sollecitazione avviene nello stesso verso (*in fase*), l'ampiezza aumenta, se avviene nel verso opposto (*opposizione di fase*), l'ampiezza diminuisce e può anche annullarsi.

Se abbiamo due sorgenti che producono onde di uguale ampiezza e frequenza che possono sovrapporsi, si osserva un fenomeno chiamato *interferenza*: i punti del mezzo in cui le onde sono in fase o in opposizione di fase rimangono sempre gli stessi e, di conseguenza, nel mezzo si osserverà l'alternarsi di zone in cui l'onda ha un'ampiezza molto grande con altre in cui lo è molto meno e con altre ancora in cui l'ampiezza dell'onda è addirittura nulla (figura 11).



◀ **Figura 11** Le due punte che toccano periodicamente la superficie dell'acqua costituiscono due sorgenti di uguale frequenza: le onde generate danno luogo a un fenomeno di *interferenza*. Si osservano infatti zone scure, dette linee nodali, dove le onde giungono in opposizione di fase e l'ampiezza risultante è nulla.