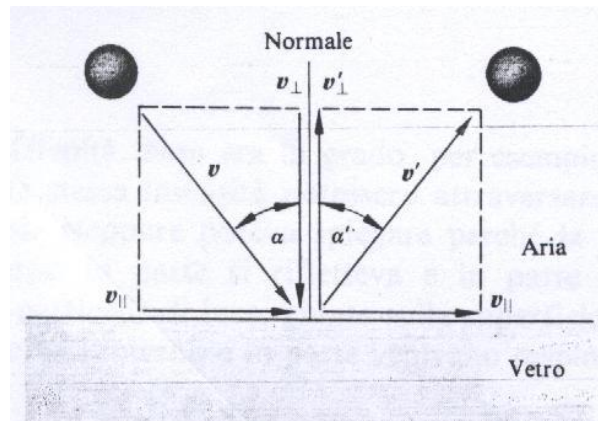


TEORIA CORPUSCOLARE DELLA LUCE DI NEWTON

- Interpretazione della riflessione

Secondo Newton ogni sorgente di luce emana un gran numero di piccolissime particelle che, propagandosi in linea retta con velocità costante attraverso lo spazio, giungono a colpire la retina producendo la sensazione di luminosità.

Supponiamo che un raggio formato da queste particelle di luce cada sulla superficie liscia di un corpo trasparente. Queste particelle vengono riflesse proprio perché subiscono un urto elastico.

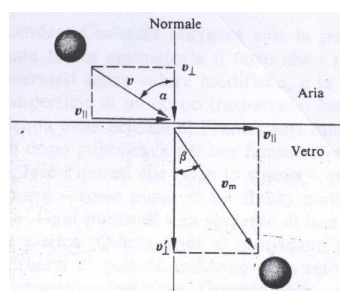


Scomponiamo il vettore velocità v della particella incidente in due componenti, una parallela $v_{||}$ e una perpendicolare v_{\perp} alla superficie. Poiché la massa della particella di luce è molto più piccola della massa degli atomi, la componente v_{\perp} della velocità si inverte mentre $v_{||}$ non subisce alterazioni durante l'urto elastico. Sommiamo nuovamente le due componenti dopo l'urto per ottenere la velocità riflessa v_r della particella: da ciò si capisce come l'angolo di incidenza α_i sia esattamente uguale all'angolo di riflessione α_r .

- Interpretazione della rifrazione

Immaginiamo che un raggio formato da particelle di luce incida sulla superficie di un corpo trasparente: parte di esse vengono riflesse (secondo le leggi che abbiamo esposto precedentemente) e parte penetrano nel secondo mezzo dove continuano a propagarsi. Newton era convinto che le particelle che penetrano nei corpi subiscano un'attrazione che proviene dai singoli atomi del corpo e agisce solo a breve distanza. Non appena una particella di luce entra nel secondo mezzo subisce l'attrazione di questa forza e viene attirata verso l'interno; ciò significa che la componente verticale della velocità cresce mentre la componente parallela rimane invariata.

Quando la particella di luce si trova nel secondo mezzo, le forze attrattive agiscono da tutte le parti e si equilibrano reciprocamente; perciò nel secondo mezzo la particella si muove senza accelerare ma con velocità maggiore rispetto a quella nel primo.



Indichiamo con v la velocità dei corpuscoli di luce nel primo mezzo e con v_m quella nel secondo mentre v_{\parallel} rappresenta la componente della velocità parallela alla superficie.

L'indice di rifrazione nel passaggio dal primo al secondo mezzo è dato dal rapporto

$$\sin\alpha/\sin\beta$$

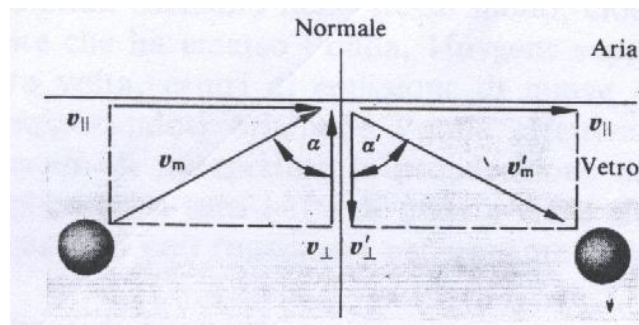
$$\text{con } \sin\alpha=v_{\parallel}/v \text{ e } \sin\beta=v_{\parallel}/v_m.$$

Quindi

$$n=(v_{\parallel}/v)/(v_{\parallel}/v_m) = v_m/v$$

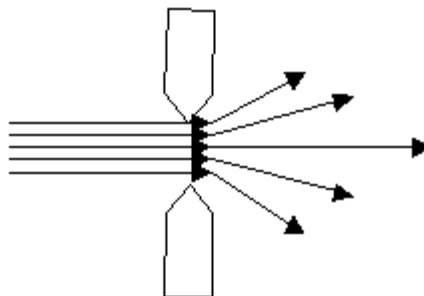
Da ciò si deduce che **l'indice di rifrazione è indipendente dall'angolo di incidenza** ed esprime il rapporto tra velocità dei corpuscoli di luce nel secondo mezzo e quella più piccola del primo mezzo.

- **Interpretazione della riflessione totale**



Se però una particella di luce si muove in un mezzo lungo una direzione molto inclinata rispetto alla superficie (cioè l'angolo di incidenza α è molto grande) la sua componente perpendicolare alla superficie è molto piccola. Newton supponeva che in questo caso le particelle di luce non raggiungessero la necessarie "velocità di fuga" per passare nel secondo mezzo e che venissero quindi nuovamente riportate all'interno del corpo dalle forze attrattive seguendo le leggi della riflessione (fenomeno della **riflessione totale**).

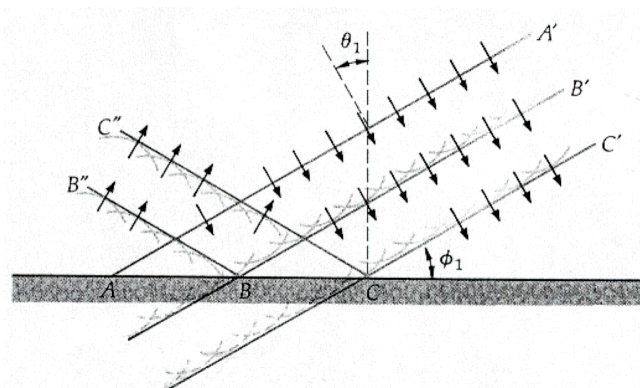
- **Interpretazione della diffrazione**



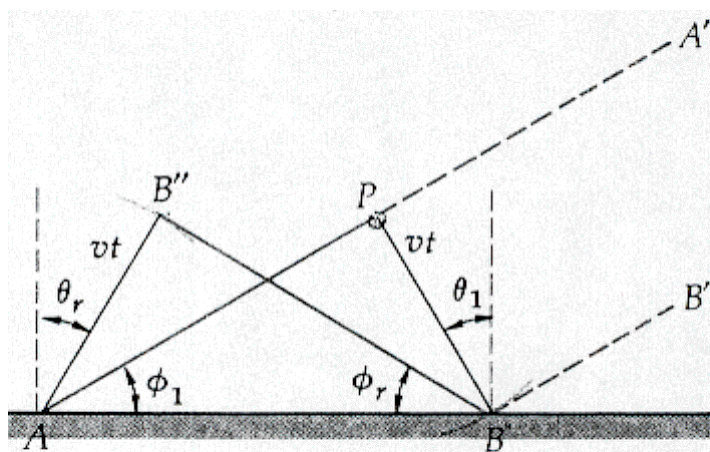
I corpuscoli luminosi nell'attraversare una fenditura sono deviati variamente per effetto della interazione gravitazionale con i bordi della fenditura.

TEORIA ONDULATORIA DI HUYGENS

- Interpretazione della riflessione



Immaginiamo di generare un fronte d'onda piano che incide su una superficie nel punto di incidenza A: esso forma un angolo Φ_1 con la superficie, che è uguale all'angolo di incidenza θ_1 generato tra la perpendicolare alla superficie del punto di incidenza e i raggi d'onda, che sono perpendicolari ai fronti d'onda piani. Secondo il principio di Huygens ogni punto del fronte d'onda AA' può essere considerato una sorgente puntiforme di onde secondarie; le posizioni successive del fronte d'onda dopo un intervallo di tempo Δt si ottengono costruendo onde elementari di raggio $r=v\Delta t$ con il centro sul fronte d'onda. Una parte di queste onde non colpisce la superficie e forma la posizione successiva BB' del fronte d'onda, ma una parte di esse incide sulla superficie e viene riflessa formando la posizione BB'' del nuovo fronte d'onda. Proviamo a spiegare cosa accade:

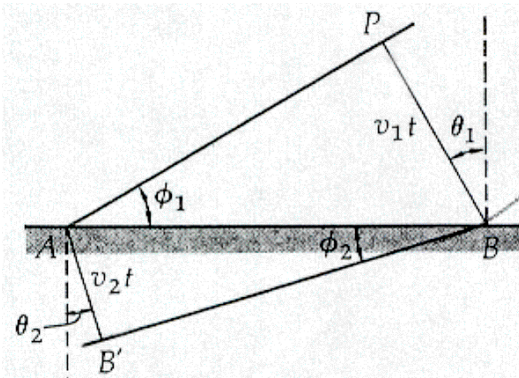


Abbiamo ingrandito la porzione di fronte d'onda AA' e BB'. AP è una parte del fronte d'onda AA' che nell'istante di tempo t incide la superficie nel punto A. Dopo un intervallo di tempo Δt il fronte d'onda f_1 è avanzato di un tratto $PB=v\Delta t$ (PB è il raggio d'onda), creando così un'onda riflessa BB''. Tracciamo il raggio dell'onda riflessa B''A: l'onda riflessa BB'' forma un angolo Φ_r con la superficie uguale all'angolo di riflessione θ_r tra il raggio riflesso e la normale alla superficie.

Consideriamo i triangoli ABP e BAB'': essi sono entrambi rettangoli (il raggio d'onda è sempre perpendicolare al fronte d'onda), AB'' è uguale a BP in quanto entrambi raggi d'onda di lunghezza $r=v\Delta t$ e hanno il lato AB in comune. Possiamo quindi concludere che questi triangoli sono congruenti e che gli angoli Φ_r e Φ_i sono uguali. Ciò implica che **l'angolo di riflessione θ_r è uguale all'angolo di incidenza θ_i** : entrambi hanno ampiezza pari a $90^\circ - (B''AB=B''BA)$.

Interpretazione della rifrazione

1. Legge di Snell-Descartes: $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$
2. $n_1 = c/v_1$ e $n_2 = c/v_2$



Immaginiamo di avere un'onda piana che incide su una superficie di separazione tra aria e vetro con un angolo di incidenza θ_i , formando con essa un angolo Φ_1 . In un intervallo di tempo Δt il punto P dell'onda percorre nell'aria la porzione di raggio d'onda $r_1 = v_1 \Delta t$, raggiungendo il punto B sulla superficie di separazione. Nello stesso intervallo di tempo Δt anche il punto A, inizialmente sulla superficie di separazione, percorre una porzione di raggio d'onda nel vetro $r_2 = v_2 \Delta t$, con r_1 diverso da r_2 , poiché le velocità v_1 e v_2 sono diverse, propagandosi l'onda in due mezzi differenti (aria e vetro): da ciò si deduce che il nuovo fronte d'onda BB' non è parallelo al fronte d'onda d'iniziale PA .

- Consideriamo il triangolo APB:

$$\sin \Phi_1 = r_1 / AB = v_1 \Delta t \quad \text{quindi} \quad AB = v_1 \Delta t / \sin \Phi_1$$

Ma poiché Φ_1 è uguale a θ_i , allora $AB = v_1 \Delta t / \sin \theta_i$

- Analogamente, consideriamo il triangolo ABB' :

$$\sin \Phi_2 = r_2 / AB = v_2 \Delta t \quad \text{quindi} \quad AB = v_2 \Delta t / \sin \Phi_2$$

Ma poiché Φ_2 è uguale a θ_r , allora $AB = v_2 \Delta t / \sin \theta_r$ con $\Phi_2 = \theta_r =$ angolo di rifrazione.

Essendo quindi $AB = v_1 \Delta t / \sin \theta_i = v_2 \Delta t / \sin \theta_r$, possiamo affermare che $\sin \theta_i / v_1 = \sin \theta_r / v_2$.

Sostituendo ai valori $v_1 = c/n_1$ e $v_2 = c/n_2$, e moltiplicando poi per c , otteniamo l'equazione **$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$** , nota come **LEGGE DI SNELL-DESCARTES** o **LEGGE DELLA RIFRAZIONE**.

Immaginiamo di porre nel vetro una sorgente puntiforme che irradia luce in tutte le direzioni; i raggi emessi colpiscono la superficie di separazione tra il vetro e l'aria con angoli di incidenza θ_i diversi, e nel rifrangersi escono dal vetro allontanandosi dalla normale. Man mano che l'angolo di incidenza θ_i aumenta, di conseguenza diventa sempre più grande anche l'angolo rifratto θ_r , fino a che esso presenta ampiezza massima uguale a 90° . L'angolo di incidenza che genera un angolo di rifrazione pari a 90° si chiama **ANGOLO LIMITE** (θ_{limite}). Per angoli di incidenza maggiori di quello limite, il raggio rifratto non esiste e il raggio incidente viene completamente riflesso (**RIFLESSIONE TOTALE**).

Dalle formule che prima abbiamo ottenuto, possiamo trovare l'angolo di incidenza limite in funzione degli indici di rifrazione assoluti: basta porre nell'equazione $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ θ_r uguale a 90° . Si ottiene che **$\sin \theta_i = \sin \theta_{\text{limite}} = n_2 / n_1$** .

Da ciò si deduce che il fenomeno della riflessione totale avviene solo se la luce passa da un mezzo con indice di rifrazione assoluto n_1 maggiore (mezzo otticamente più denso) a uno con indice di rifrazione assoluto n_2 minore (mezzo otticamente meno denso).