Fisica - Laboratorio

1. Relazione sull'Ondoscopio

Materiale utilizzato: ondoscopio, formato da: un generatore di onde piane e due per quelle puntiformi (i secondi due sono attivati insieme) una vasca piena d'acqua come mezzo per la propagazione delle onde, una sorgente luminosa, cioè un proiettore avvitato ad un disco comprendente una parte trasparente destinata al passaggio della luce e una oscura per permettere a chi osserva di avere uno snapshot dell'onda sul tavolino dove si proietta la luce.

Lo snapshot è dato dalla luce, proiettata in flash e non continua che attraversa l'acqua (mezzo in cui si propagano le onde) e proietta sul piano in cui è appoggiato l'ondoscopio (chiamato schermo fotografico o, semplicemente, schermo) zone chiare e zone scure, le prime sono le proiezioni delle creste delle onde e le altre sono le proiezioni dei ventri.

Perché nelle proiezioni sullo schermo la parte luminosa corrisponde ad una cresta e quella scura ad un ventre?

Scopriamo che nello schermo le proiezioni luminose sono le creste dell'onda perché nelle creste i raggi luminosi convergono in un punto dal momento che la luce, attraversando il mezzo di propagazione delle onde (l'acqua), secondo la legge della rifrazione ($nH_2O = 1.33$), si avvicina alla normale mentre, attraversando i ventri la luce si allontana dalla normale dunque i raggi non convengono in un punto, questo, sullo schermo si manifesta con una zona luminosa nel caso in cui i raggi convergano in un punto e in una zona buia nel caso contrario.

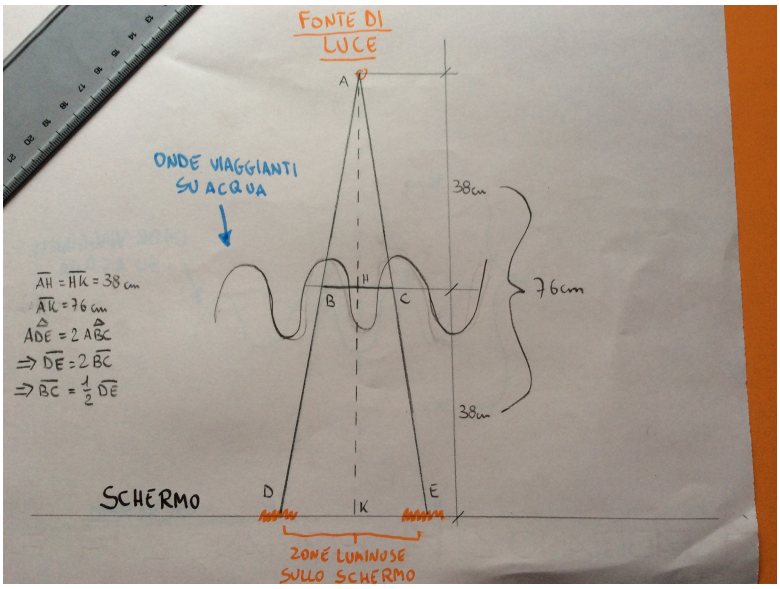
Obiettivo dell'esperienza 1: Misure!

Il primo obiettivo che ci poniamo è quello di definire tutte le misure che potremo ricavare riguardo le onde che andremo a creare (N.B. Per questo obiettivo è stato usato il generatore di onde piane, quindi le misure che andremo ad esplicitare sono misure riguardanti onde piane).

Per trovare le misure che vogliamo dobbiamo partire da una considerazione: gli snapshot sullo schermo si creeranno solo se la frequenza dei flash della luce è uguale alla frequenza delle onde. Il perché di ciò risiede in una semplice constatazione fisica, ovvero: il disco dovrà percorrere la stessa distanza dell'onda in un intervallo di tempo definito (1 s) per potersi sincronizzare ed effettuare il passaggio di luce. Con questa considerazione basterà lasciare funzionare il disco dell'ondoscopio con la frequenza in ordine crescente di intensità e osservare quando si avranno chiari snapshot sullo schermo, a quel punto, leggeremo la frequenza del macchinario in quell'istante di tempo e avremo la frequenza delle onde. Nel nostro caso la frequenza si è rivelata essere di: 9.5 Hz.

Adesso passiamo a calcolare la lunghezza d'onda (lambda). Anche in questo caso avremmo bisogno di alcune premesse, ovvero che la distanza tra la sorgente di luce e l'acqua è di 38 cm e che la distanza tra l'acqua e lo schermo è di 38 cm. In questo modo si vengono a creare due triangoli simili con altezze una il doppio dell'altra e base pari alla lunghezze d'onda, una dell'onda reale e una della proiezione dell'onda stessa. Consideriamo le proprietà dei triangoli simili e affermiamo che: la lunghezza d'onda dell'onda reale è la metà di quella proiettata sullo schermo.

Prima di andare a calcolarci lambda con la considerazione detta sopra soffermiamoci a spiegare meglio cosa abbiamo fatto per giungere a questa considerazione.



La figura mostra in modo approssimativo come si giunge alla conclusione indicata prima (la lunghezza d'onda dell'onda reale è la metà di quella proiettata sullo schermo). Con queste considerazioni possiamo affermare che per calcolare lambda reale basterà misurare la distanza tra due zone luminose sullo schermo e dividerle per due.

Misurando otteniamo:

DE = 4.5 cm quindi BC (lambda) = 2.25 cm

Adesso che abbiamo ottenuto la misura della frequenza (9.5 Hz) e quella della lunghezza d'onda (2.25 cm) possiamo andare a calcolarci l'ultima misura che vogliamo trovare ovvero la velocità.

Richiamiamo alla memoria la formula per calcolare la velocità di un'onda.

V = lambda * frequenza

Quindi: V = 2.25 cm * 9.5 Hz = 21.38 cm/s

Ricapitolando:
- Frequenza = 9.5 Hz
- Lambda = 2.25 cm
- Velocità = 21.38 cm/s

2. Interferenza e diffrazione

Iniziamo subito con il chiarire che non c'è alcuna differenza fisica tra interferenza e diffrazione, infatti la prima è una sovrapposizione di poche onde mentre la seconda è la sovrapposizione di molte onde.

Obbiettivo dell'esperienza 2 : Cosa succede quando si scontrano due onde?

Quando due onde si scontrano ne uscirà un'onda che sarà la risultante della sovrapposizione (somma) delle onde che si sono scontrate. Iniziamo, dunque, ad esaminare i tre casi limite.

1. Un ventre e una cresta si scontrano in un mezzo di propagazione orizzontale come l'acqua. Per comprendere cosa accadrà facciamo un semplice esempio numerico, ma prima una premessa: in un'onda la cresta è l'opposto del ventre rispetto al piano (mezzo) di propagazione senza interferenze. Assegnamo alla cresta il valore di +1 e al ventre il valore di -1. Come detto prima sommiamo queste onde: +1 + (-1) = 0. Allora: quando un ventre e una cresta si scontrano ne risulterà il piano senza onde.
2. Una cresta e un'altra cresta si scontrano con le stesse caratteristiche di scontro citate prima. Procediamo con il nostro esempio numerico: +1 + (+1) = +2. Allora: quando due creste si scontrano ne risulterà un'onda alla quale si assegna un valore numerico doppio di quello di partenza per cui un'onda di doppia intensità verso l'alto (perché formata da due creste).
3. Un ventre si scontra con un altro ventre con le stesse caratteristiche di scontro citate prima. Procediamo con il nostro esempio numerico: -1 + (-1) = -2. Allora: quando due ventri si

scontrano ne risulterà un'onda alla quale si assegna un valore numerico doppio di quello di partenza per cui un'onda di doppia intensità verso il basso (perché formata da due ventri).

Presi in esame questi tre casi limite possiamo emanare una legge per classificare i vari tipi di scontri, che da ora chiameremo interferenze (o diffrazioni in caso di molte onde) in vigore del fatto che ogni sovrapposizione (o scontro) di onde è una interferenza, come affermato in precedenza.

Si dice interferenza (o diffrazione in caso di molte onde) distruttiva quando l'onda che risulta dallo scontro è di intensità minore alle intensità delle onde che si sono scontrate mentre si dice interferenza (o diffrazione in caso di molte onde) costruttiva quando l'onda che risolta dallo scontro è di intensità maggiore alle intensità delle onde che si sono scontrate.

Grazie a questa legge possiamo dire che lo scontro 1 è distruttivo mentre lo scontro 2 e 3 sono costruttivi, anche se in sensi opposti.

Andiamo ora ad applicare queste considerazioni a situazioni reali

Con l'ondoscopio possiamo fare in modo di creare interferenze (o diffrazioni) tra le onde e lo andiamo a fare dapprima ponendo alcune barriere circolari o di altra forma per far sbattere le onde su tali barriere e mandarle indietro per scontrarsi con quelle che arrivano al fine di familiarizzare con gli scontri tra le onde. A questo punto passiamo ad un esperimento in particolare.

Obbiettivo dell'esperienza 3 : Eseguire l'esperimento con barriera ed un foro e trarvi le conclusioni.

Per svolgere di questo esperimento utilizzeremo delle barrette che porremmo sull'acqua, in questo modo avremo da una parte (prima delle barrette) interferenze create dallo scontro delle onde riflesse con quelle di normale corso e dall'altra (dopo le barrette) acqua senza onde. Adesso creiamo un foro tra queste barrette di apertura crescente. Quando il foro arriverà ad una misura di 2.25 cm (lambda) le onde inizieranno a passare dall'altra parte sotto forma di onde circolari (propaganti per tutte le direzioni dalla parte dopo le barrette) le quali si notano essere le risultanti di tutte le onde che si trovano dietro le barrette e aventi la stessa frequenza delle onde che si trovano dietro le barrette. Questa particolare osservazione ci spinge a considerare tutte le conclusioni prima fatte sulle interferenze (o diffrazioni) in un quadro unitario.

Per prima cosa dobbiamo considerare il fondamento primario delle interferenze (o diffrazioni), per il quale ogni scontro tra onde crea una nuova onda e in secondo luogo dobbiamo considerare l'osservazione appena fatta ed esaminarla. Tutte le onde prima della barretta, grazie allo spazio di lambda si sono sommate con una interferenza e hanno dato luce a nuove onde circolari. Con tutto questo possiamo finalmente enunciare un principio, la conclusione finale dei nostri studi, ovvero il principio di Huygens-Fresnel:

Ogni punto di un'onda si può considerare come una sorgente secondaria di onde circolari in fase (con la stessa frequenza) con la primaria (l'onda), di ampiezza e area proporzionale all'onda primaria. La perturbazione (onda) prodotta in un punto dello spazio si può sempre ottenere come somma di tutte le onde secondarie che raggiungono quel punto.

3. Principio di Huygens-Fresnel

Adesso andiamo ad analizzare questo principio.

Ogni punto di un'onda costituisce per se una sorgente di altre onde che avranno la stessa frequenza dell'onda da cui derivano mentre l'area e l'ampiezza saranno proporzionali ad essa. Ogni onda secondaria, derivata da una primaria, se ricongiunta, in un punto qualsiasi dello spazio, ad altre onde potrà dar vita all'onda primaria iniziale.

Nella concretezza del nostro esperimento vuol dire che le interferenze createsi prima della barretta hanno dato luogo a onde circolari che si sono esplicitate dopo la barretta. Rimane una ultima cosa da chiarire, perché le onde sono potute passare solo quando l'apertura ha raggiunto lambda (2.25 cm)?

Chi era Huygens? E chi era Fresnel?

Cristiaan Huygens (L'Aia, 1629 - 1695) è stato un matematico, astronomo e fisico olandese, uno dei protagonisti della rivoluzione scientifica. Augustin-Jean Fresnel (Broglie, 1788 - Ville d'Avray, 1827) è stato un fisico francese che eseguì importanti studi in campo della fisica ottica. Il primo ideò il principio e il secondo lo migliorò dopo che Huygens era morto.

Troviamo la risposta a questa domanda nel principio di Huygens-Fresnel quando dice *...onde circolari in fase con la primaria...* Questo vuol dire che la lunghezza d'onda (lambda) di un'onda è legata alla propria frequenza! In che modo?

La lunghezza d'onda e la frequenza di un onda hanno un rapporto di proporzionalità inversa, ovvero, al raddoppiare, triplicare, ecc. di una l'altra risulterà essere la metà, un terzo, ecc.

4. Risonanza e Battimenti

Adesso possiamo analizzare alcuni eventi con le onde sonore. Per creare onde sonore useremo un semplice diapason e dei gancetti, come si nota in figura.

Il diapason è un produttore di onde sonore, è composto da una parte in metallo vibrante per la produzione delle onde (che avviene sbattendo un martelletto su di essa) e una parte sottostante in legno alla quale vengono trasmessi i suoni per induzione chiamata cassa di risonanza. Alla parte metallica possono essere aggiunti gancetti per modificare il suono.

Esperimento con i diapason numero 1.

Poniamo i diapason uno di fronte all'altro,

entrambi senza gancetto e produciamo un suono, si nota che il suono si trasferisce da una cassa di risonanza all'altra che proseguirà il suono con la stessa frequenza anche fermando e rimuovendo la prima sorgente sonora. Questo accade perché i diapason sono entrati in risonanza.

Esperimento numero 2 con i diapason:

Si pongono i diapason ad angolo di ampiezza non superiore ai 180 gradi, su uno dei due di pone un gancetto ad altezza trascurabile. Si sbatte il martelletto sul diapason senza gancetto, le casse entrano in risonanza e si avverte un abbassamento del suono. Tale fenomeno è conosciuto con il nome di *Fenomeno dei Battimenti*.

Come possiamo spiegare l'accaduto? Probabilmente il gancetto ferma una parte del metallo del diapason abbassando l'intensità delle onde sonore prodotte, si lascia l'interpretazione a studi successivi.

Lorenzo Ranocchiari - 2Bs
Realizzata grazie alla collaborazione di:
Williams Tresor Nobout - 2Bs