



ISTITUTO D'ISTRUZIONE SUPERIORE "A.M. MAFFUCCI" con sezioni associate
Liceo Scientifico Istituto Tecnico Commerciale Istituto Statale d'Arte
☎ 0827 38394 Presidenza 0827 38163 Fax 0827 318856
Cod Fiscale 82000690642 Cod. Scuola AVIS008001
E.mail: itc.calitri@tin.it www.scuolecalitri.it
Via Circumvallazione - 83045 CALITRI (Avellino)



Concorso: "Scienze nelle scuole"
I.I.S. "A.M. MAFFUCCI" CALITRI (AV)
Via Circumvallazione
0827/38163

LA MOLLA "Super Slinky"
Ovvero
Le proprietà elementari delle onde

Siamo quattro giovani alunni e, incitati e coadiuvati dal professore Pietro Cerreta, abbiamo deciso di partecipare a questo concorso per una nostra passione per la fisica nata sin dall'inizio delle scuole superiori.

Il nostro gruppo è composto da ragazzi frequentanti Scuole diverse, ma appartenenti all'unico Istituto d'Istruzione Superiore «A.M. Maffucci»:

- **Cialeo Giuseppe frequentante il Liceo Scientifico L. Da Vinci**
- **Fiordellisi Michele frequentante l' I.S.A. S. Scoca**
- **Iannella Fabrizio frequentante l'I.T.C. A. M. Maffucci**
- **Scoca Vincenzo frequentante l'I.T.C. A. M. Maffucci**

Abbiamo analizzato il fenomeno delle onde, argomento di attualità dati gli ultimi avvenimenti catastrofici accaduti in Asia, a causa dello tsunami. Lo Tsunami, infatti, ha fatto nel mare propagare un'energia liberata da un terremoto a migliaia di chilometri di distanza.

Il breve filmato che vi proponiamo - da noi stessi realizzato - tratta delle onde e di quelle create con una molla elicoidale «Super Slinky» messa a disposizione dall'Associazione ScienzaViva di Calitri. Questa molla è molto simile a quelle che si vendono nei negozi di giocattoli e che rimbalzano sui gradini di una scala.

Consideriamo, per esempio, quello che accade quando lasciamo cadere un ciottolo in una fontana. Una perturbazione circolare si propaga partendo dal punto in cui è avvenuto l'urto. Tale perturbazione si chiama onda. Se osserviamo l'acqua da vicino, mentre un'onda del genere si propaga alla superficie, scopriamo che l'acqua non si sposta con l'onda che si propaga. Un'ulteriore dimostrazione è data dall'esempio delle barchette riportato nel filmato. Agitando l'acqua nel pirex, creiamo delle onde che fanno oscillare le barchette solo su e giù, proprio perché l'acqua non si sposta nella direzione in cui viaggiamo le onde.

Un'onda, infatti, è uno spostamento di energia senza spostamento della massa. Questo per noi è apparso un fatto sorprendente perché il nostro senso comune ci dice che per spostare l'energia c'è bisogno di spostare la massa. Infatti, come troviamo nel filmato, per far cadere il birillo è necessario colpirlo con la palla, che spostandosi trasporta sia massa che energia. Possiamo, però, colpire il birillo anche solo con la molla, o meglio con la perturbazione che attraversa la molla. Anche questo troviamo nel filmato: notiamo che l'onda creata trasporta l'energia necessaria a far cadere il birillo ma non c'è uno spostamento di massa. Se si applica un nastro su un'elica della molla notiamo che il nastro si sposta trasversalmente e non longitudinalmente al passaggio dell'onda.

Da questo concetto possiamo spiegare perché la molla collegata ad un punto fisso si riflette e torna capovolta: se, per esempio, diamo alla molla un impulso verso destra, quando questa arriverà a toccare la

mano dell'amico che la regge, essa torna indietro con un impulso verso sinistra. Ciò accade perché la mano, essendo un punto fermo, risponderà con una forza uguale e contraria. Dunque la molla ritornerà indietro, ma capovolta. Poiché la mano non è completamente rigida, essa assorbe un po' di energia e l'impulso risultante è meno ampio di quello che vi è arrivato: questo tipo di riflessione si dice anelastico ma è quasi elastico perché la riduzione è molto piccola.

Molto più complesso è ciò che accade quando si hanno due molle (una pesante ed una leggera) collegate. In questo caso l'onda in parte si riflette elasticamente e in parte si trasmette perché la molla a cui viene trasmesso l'impulso assorbe parte dell'energia, perciò quando l'impulso viene riflesso, l'intensità dell'onda è di gran lunga minore.

Esaminiamo i casi con maggiore attenzione:

1. Facciamo partire l'onda dalla molla leggera (a destra). Quando l'impulso arriverà alla giunzione delle due molle, si sdoppierà in due parti, una trasmessa alla seconda molla, quella pesante (a sinistra), e una riflessa. L'impulso riflesso è capovolto.
2. Facciamo partire l'onda dalla molla pesante (a sinistra). Quando l'impulso arriverà alla giunzione, si sdoppierà. Una parte verrà trasmessa alla molla leggera, l'altra parte si rifletterà. L'impulso riflesso è dritto.

Se, infine, proviamo a sostituire la molla pesante con uno spago, l'impulso riflesso ha quasi le stesse dimensioni dell'impulso originario.

Ci sono due tipi di moti ondulatori:

- **trasversale**, quello più frequente in natura (vedi le onde del mare, luminose, termiche ecc...);
- **longitudinale**, meno visibile e meno conosciuto, dove si nota una lieve compressione con successiva rarefazione della molla (vedi le onde sonore).

Per capire meglio il concetto, osserviamo il filmato.

Passiamo ora ad esaminare le caratteristiche delle onde.

L'onda viaggia, perciò ha una sua velocità v (vu). Per calcolarla dobbiamo conoscere:

- λ (Lambda, la lunghezza d'onda);
- T (Ti , periodo).
- ν (Nu , la frequenza) $= 1/T$

Come vediamo dal filmato, se la mano del nostro amico produce un'onda e questa si sposta di una lunghezza d'onda essa impiega un intervallo di tempo T . Poiché la velocità è lo spazio percorso diviso il tempo impiegato abbiamo:

$$v = \lambda / T$$

ovvero

$$v = \lambda \cdot 1/T$$

dato $1/\tau = \nu$ (la frequenza)

scriviamo

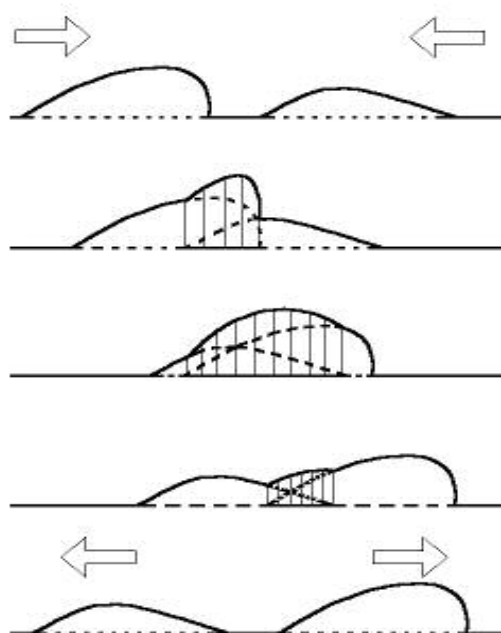
$$v = \lambda \cdot \nu$$

quindi la velocità è direttamente proporzionale alla lunghezza d'onda e alla frequenza, mentre la lunghezza d'onda è inversamente proporzionale alla frequenza: a movimenti della mano del nostro amico più lenti - cioè a movimenti «poco frequenti» - corrispondono lunghezze d'onda «più lunghe»:

$$\lambda = v / \nu$$

Ma che cosa accade quando, nella stessa molla, un impulso si muove da destra a sinistra contemporaneamente ad un altro che si muove in verso opposto? In particolare, che cosa accade quando i due impulsi si incontrano? Si attraversano o si urtano? Come mostrano le immagini del filmato i due impulsi

si avvicinano l'uno all'altro come se la molla fosse tutta a disposizione di ciascuno di essi. Al loro incrociarsi i due impulsi si combinano per dar luogo a forme complicate. Dopo essersi incrociati gli impulsi assumono di nuovo le loro forme iniziali e si muovono lungo la molla come se nulla fosse accaduto. Per capire meglio il concetto, osserviamo attentamente il disegno sotto riportato:



Spesso la forma dell'impulso risultante è del tutto diversa dalla forma delle due originali. E' possibile tuttavia vedere che relazione esiste tra essi, se immaginiamo ciascuno degli impulsi originali nella posizione che occuperebbe se fosse solo, e sommiamo quindi gli spostamenti dei tratti della molla che corrispondono agli impulsi originali per ottenere il nuovo impulso. Troviamo così che lo spostamento totale di ciascun punto nella molla è, in ogni istante, uguale alla somma degli spostamenti prodotti, indipendentemente, dai due impulsi. Il metodo è valido per ogni coppia di impulsi ed è valido anche per un numero di impulsi maggiori di due; gli spostamenti dovuti a qualsiasi numero di impulsi possono essere sommati. Un tale modo di comportarsi degli impulsi costituisce il principio di sovrapposizione. Il fatto che due impulsi si attraversino senza modificarsi costituisce una proprietà fondamentale delle onde.

Se la frequenza dei due impulsi è uguale si ottiene un'onda particolare che non cambia forma: essa si chiama onda stazionaria.

Bene, crediamo che questo sia tutto per quanto riguarda le proprietà elementari delle onde. Speriamo di essere stati precisi ed esaurienti. Abbiamo dovuto concentrare il nostro lavoro in pochi giorni perché abbiamo avuto circa un mese di neve e non abbiamo potuto incontrarci come avremmo sperato.

Cialeo Giuseppe
 Fiordellisi Michele
 Iannella Fabrizio
 Scoca Vincenzo
 Cerreta Pietro

Con la collaborazione straordinaria del Prof.