

Percorso didattico sulle onde in una quarta liceo scientifico

Silvia Pirollo
Liceo Scientifico Gramsci
FIRENZE
CIDI di FIRENZE
14° SEMINARIO NAZIONALE
SUL CURRICOLO VERTICALE
5 maggio 2019

Dalle indicazioni nazionali:

- SECONDO BIENNIO:

Si inizierà lo studio dei fenomeni ondulatori con le onde meccaniche, introducendone le grandezze caratteristiche e la formalizzazione matematica; si esamineranno i fenomeni relativi alla loro propagazione con particolare attenzione alla sovrapposizione, interferenza e diffrazione. In questo contesto lo studente familiarizzerà con il suono (come esempio di onda meccanica particolarmente significativa) e completerà lo studio della luce con quei fenomeni che ne evidenziano la natura ondulatoria.

UN PERCORSO SULLE ONDE

2 mesi di lezione: gennaio - marzo

25 ore, di cui:

8 ore in laboratorio $\left\{ \begin{array}{ll} 3 \text{ ore} & MOLLE \\ 1 \text{ ora} & DIAPASON, molle \\ 3 \text{ ore} & ONDOSCOPIO \\ 1 \text{ ora} & LASER \end{array} \right.$

15 ore in classe

2 verifiche

UN PERCORSO SULLE ONDE

Guida all'insegnamento della fisica, A.B. Arons:

«Una delle trattazioni migliori dal punto di vista pedagogico e fondata su basi più sicure è ancora quella della «Fisica del PSSC» nella sua sesta edizione.

.....

Se combinate con dimostrazioni, esperimenti con l'ondoscopio e filmati che mostrino riflessione, rifrazione e interferenza di onde sulla superficie di un liquido... risultano estremamente efficaci nel generare la comprensione del comportamento ondulatorio». ...

E' importante « un'esperienza diretta in laboratorio con corde, molle, ondoscopi».

UN PERCORSO SULLE ONDE



Cosa c'entra con le onde?

In un'onda cosa si propaga?

LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY



Un'onda: qualcosa
che si propaga.
Cosa?

Pongo l'attenzione su un
determinato punto della
molla.

Sta fermo o si muove?

Come si muove?

La molla si sposta?

La distinzione tra velocità delle particelle e velocità di propagazione.

Arons:

.. «nel caso delle onde trasversali.... molti studenti ammettono che le velocità sono mutuamente perpendicolari, ma non riescono a capire che i loro moduli sono del tutto diversi tra di loro» .

Attacchiamo un pezzo di scotch in un punto della molla e ne osserviamo il movimento

LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY

Osserviamo che:

- ◆ La velocità dell'onda è costante, mentre quella del singolo pezzo varia (può essere positiva, negativa o uguale a 0).
- ◆ L'onda si muove lungo la direzione della molla e trasla; la particella si muove perpendicolarmente al moto dell'onda, ha quindi direzione trasversale.



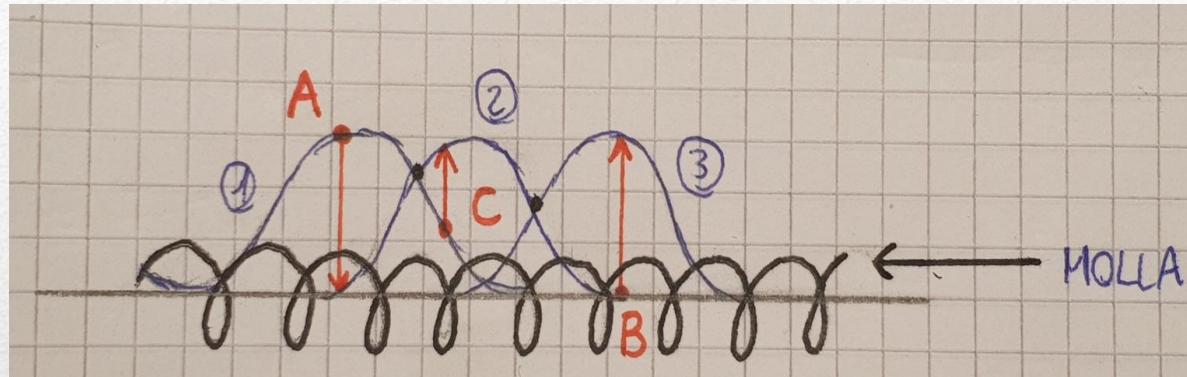
La distinzione tra velocità delle particelle e velocità di propagazione.

Si cerca di evidenziare che la velocità delle particelle non è costante e di lavorare molto con i grafici.

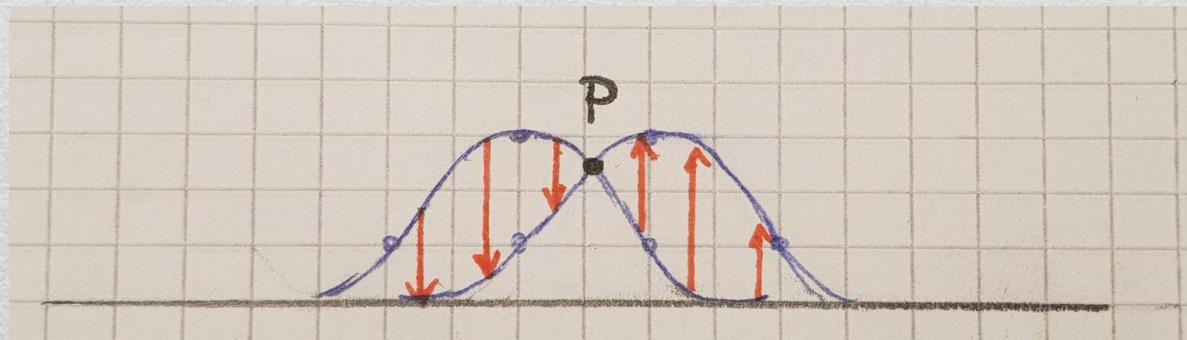
Si utilizzano disegni con impulsi non sinusoidali e asimmetrici

DISTINZIONE TRA V PARTICELLE E V DI PROPAGAZIONE

Disegnare direzione e verso relativi alle velocità di alcuni punti (A, B, C) all'istante t_1 (grafico A) . Le onde 2 e 3 si riferiscono a due istanti successivi

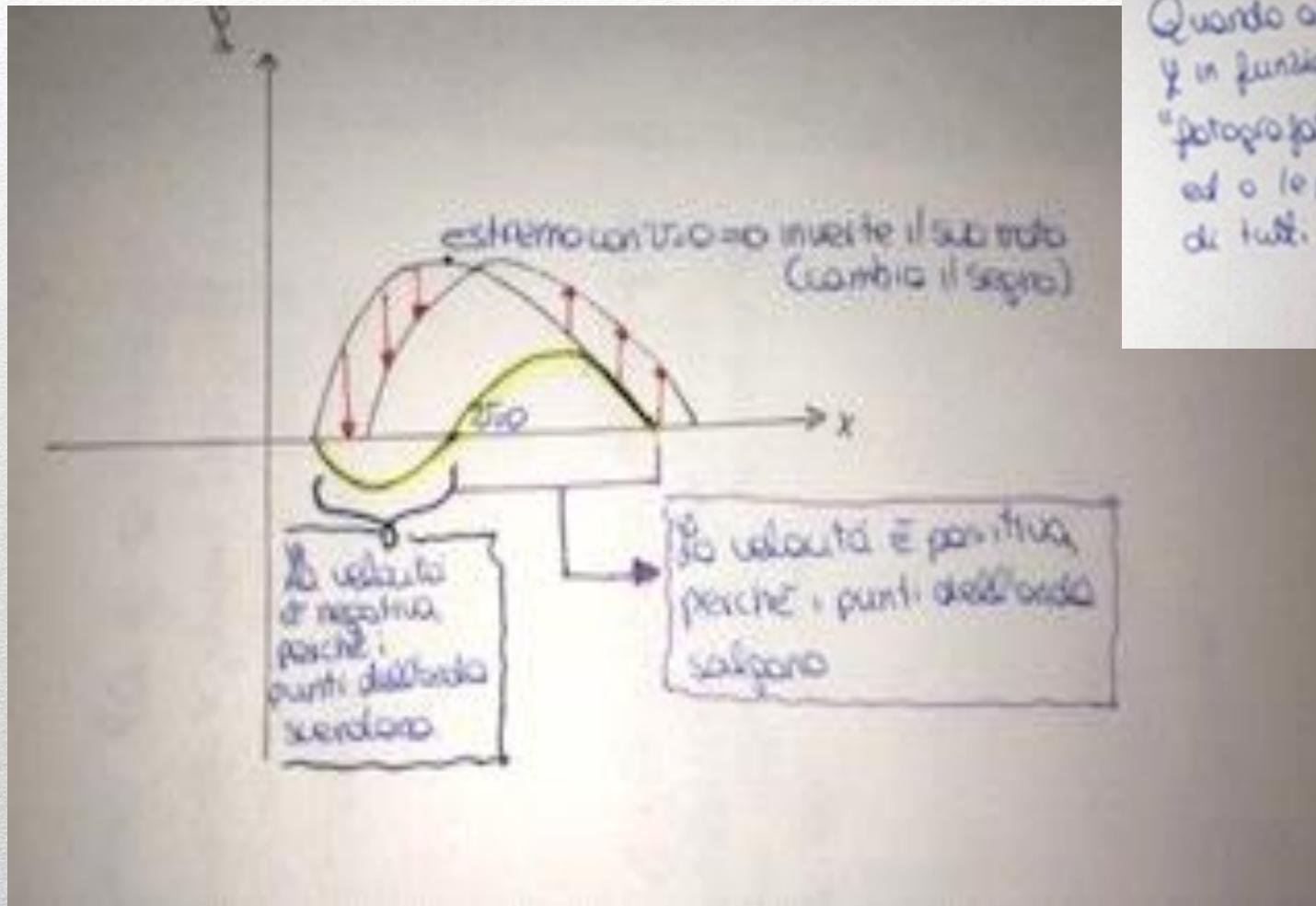


Il punto A ha il verso della velocità rivolto verso il basso poiché è già stato attraversata dall'onda quindi “scende” , mentre sia B che C “salgono” poiché non sono state ancora attraversate.



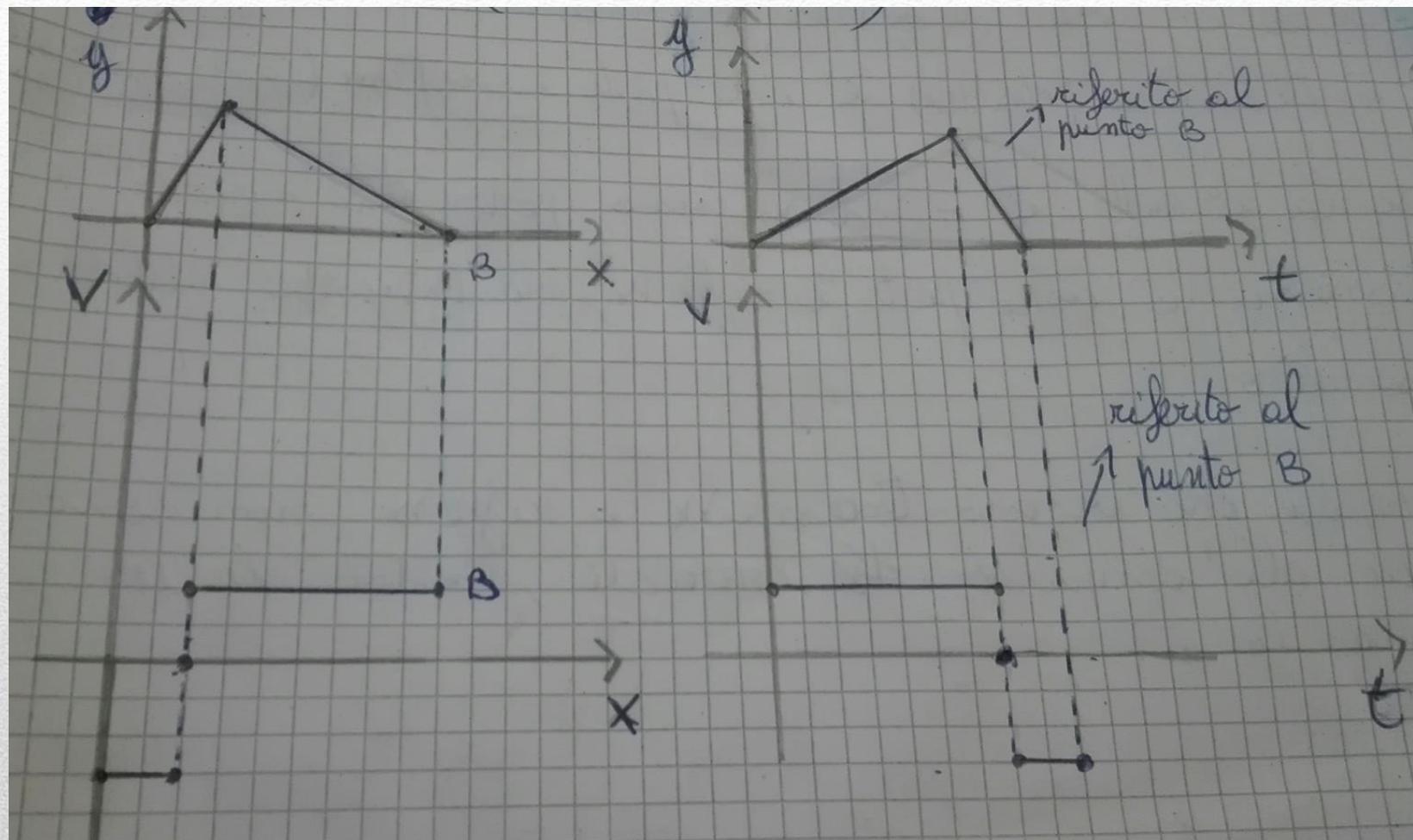
DISTINZIONE TRA V PARTICELLE E V DI PROPAGAZIONE

Grafico di y in funzione di x (posizione)



Quando abbiamo il grafico y in funzione di x , viene "fotografato" un esatto istante ed a le posizioni le velocità di tutti i punti:

DISTINZIONE TRA V PARTICELLE E V DI PROPAGAZIONE



ANALIZZIAMO LA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELL'ONDA:

Facciamo alcune misure di velocità di propagazione della molla:

- a) La velocità dipende dall'ampiezza dell'impulso?**
 - b) Come varia la velocità con la tensione della molla?**
 - c) Confrontiamo la velocità di propagazione dell'onda su due molle diverse**
-

LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY

Dall'analisi delle misure di velocità dell'onda, concludiamo che

- a) La v non dipende dall'ampiezza

→Non dipende dalla sorgente

- b) La v diminuisce se aumenta la tensione

→Dipende dal mezzo

Qualcuno si ricorda della RIFRAZIONE della luce, studiata al biennio

- c) La v dipende dalla molla



LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY

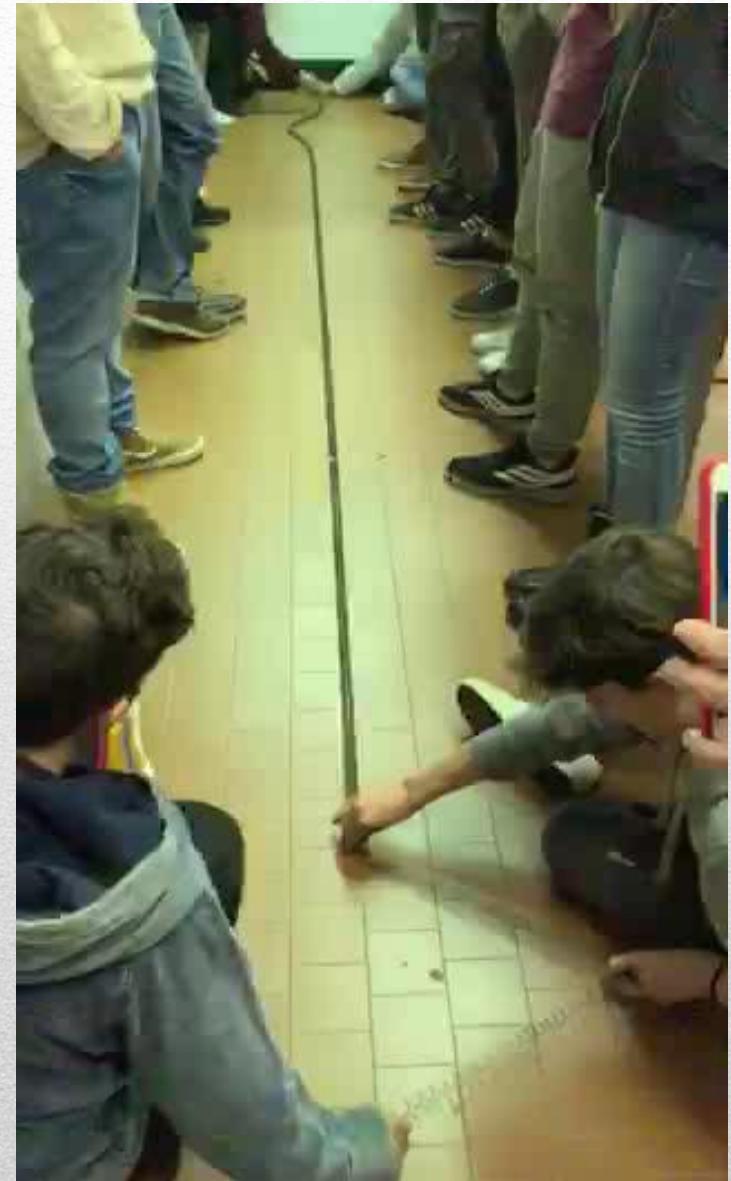
SOVRAPPOSIZIONE

**Che succede se si scontrano
due palline?**

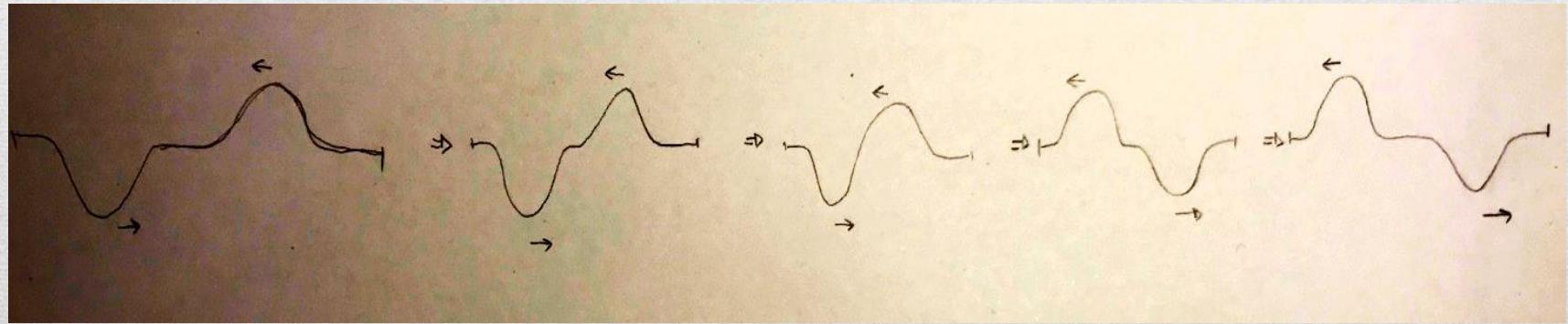
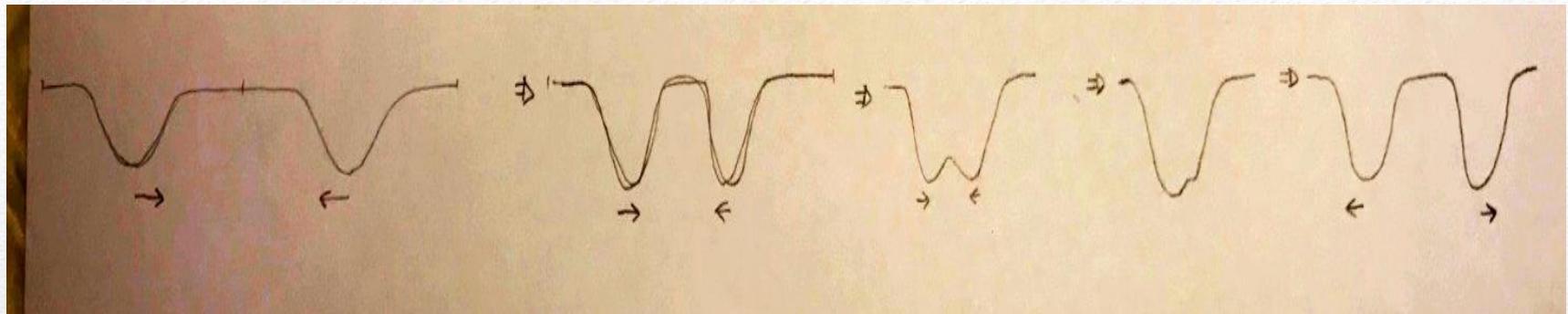
L'urto influenza il moto delle palline.

**Se arrivano due onde
contemporaneamente cosa
succede?**

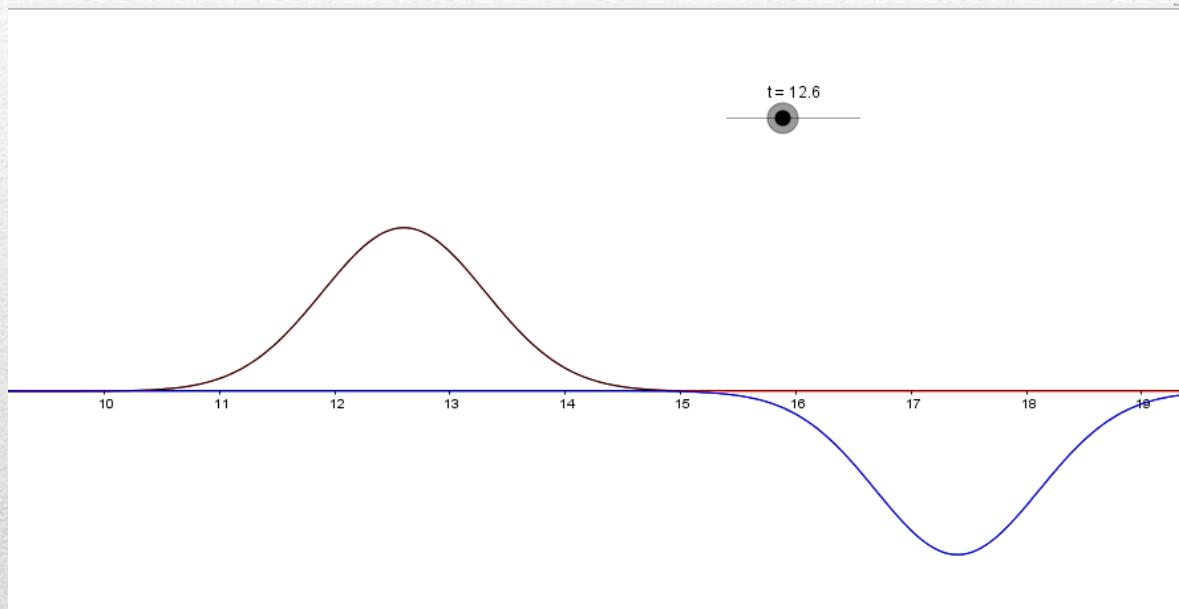
Conclusione: lo scontro tra due onde non è un urto perché, una volta avvenuto l'incontro, le onde si scambiano e continuano il loro moto indisturbate.



PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE



Visualizzazione del principio di sovrapposizione
anche con geogebra:



LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY

Attacchiamo insieme due molle diverse: **che succede all'onda?**

L'impulso si divide in due parti:

Una parte si riflette capovolta
Una parte prosegue nella seconda molla



LAVORIAMO CON UNA MOLLA SLINKY

Invertiamo la posizione delle due molle.

Anche questa volta l'impulso di divide in due parti, ma l'impulso riflesso non si capovolge



2 MOLLE DIVERSE: IMPULSO RIFLESSO E TRASMESSO

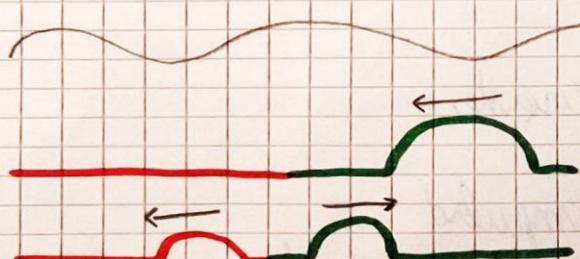
in rosso la molla con raggio più grande ma con massa e densità minori



in verde la molla con raggio minore ma con massa e densità più elevate



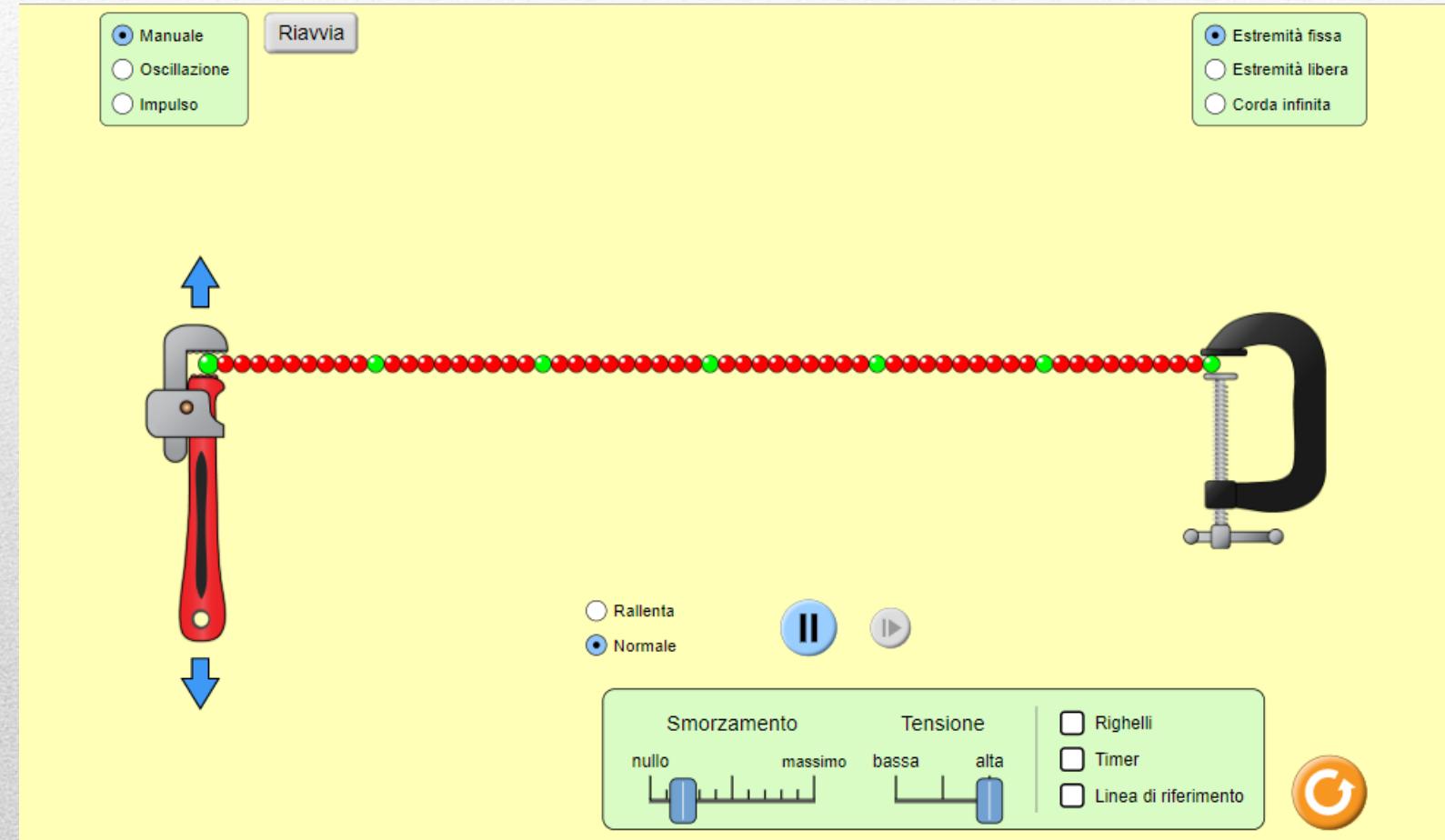
primo caso:
l'impulso parte dalla
molla leggera



secondo caso:
l'impulso parte dalla
molla pesante

IMPULSO RIFLESSO

Si analizza la differenza nell'impulso riflesso nel caso di estremità fissa e libera anche utilizzando la simulazione di phet.colorado.edu



LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

COMINCIAMO A LAVORARE CON IMPULSI
PERIODICI



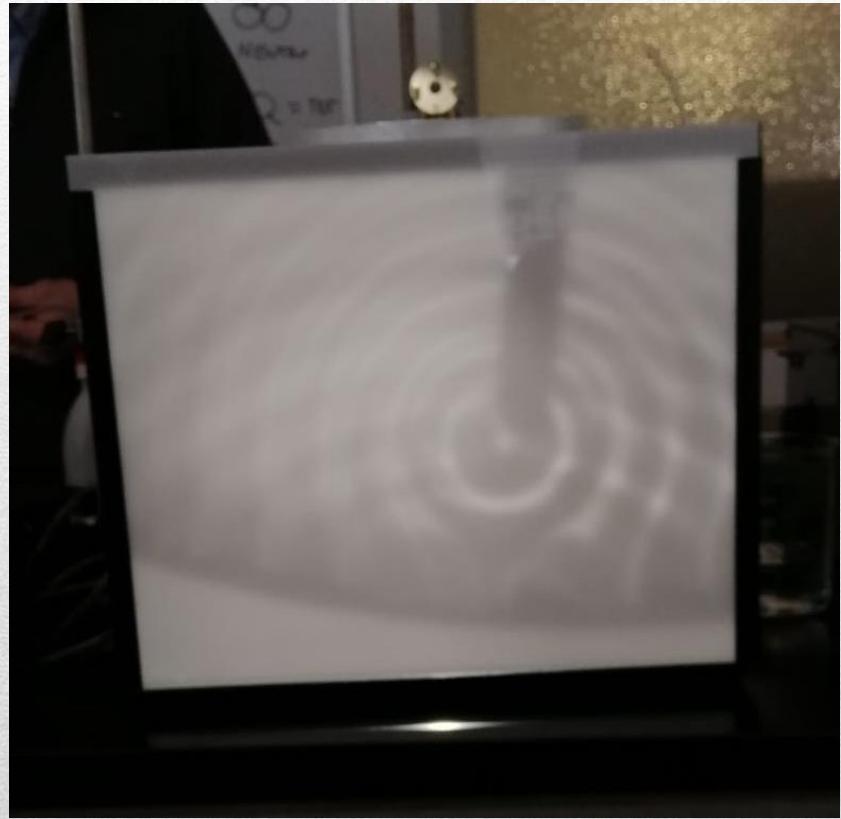
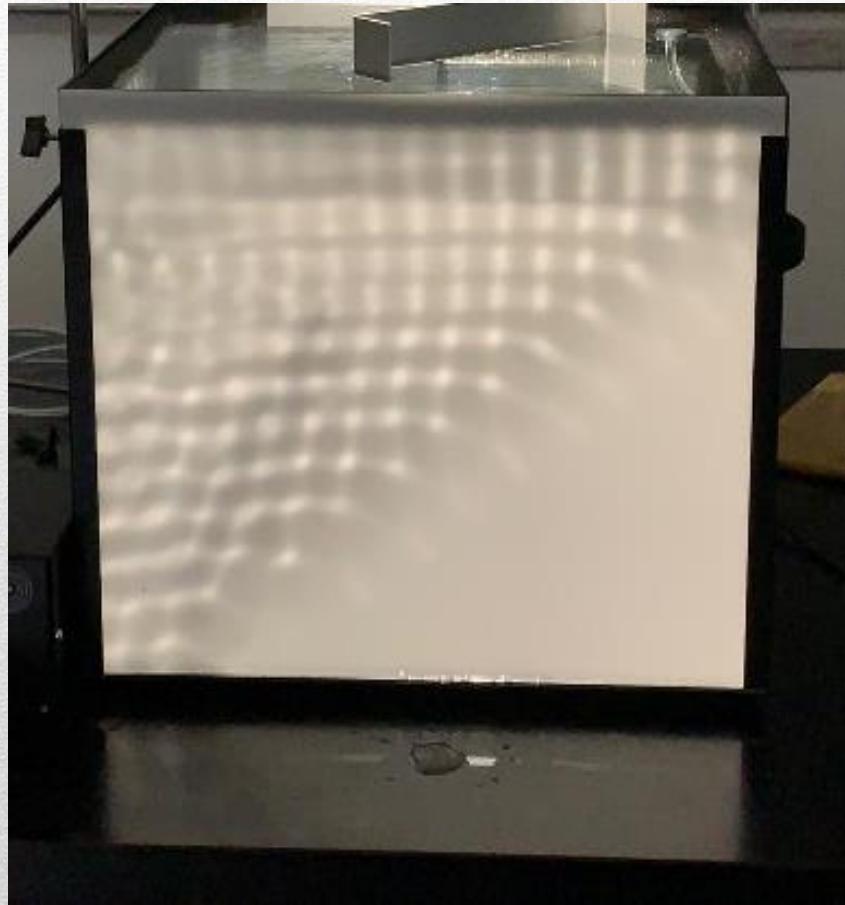
LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

“Se variamo la frequenza cosa succede alla lunghezza d’onda? Aumenta, diminuisce o rimane la stessa?”



LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

RIFLESSIONE di un'onda piana su una superficie piana e di un'onda sferica su superficie curva



LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

Cosa succede alla lunghezza d'onda se inserisco un ostacolo per diminuire la profondità dell'acqua?
E la direzione di propagazione dell'onda?

RIFRAZIONE



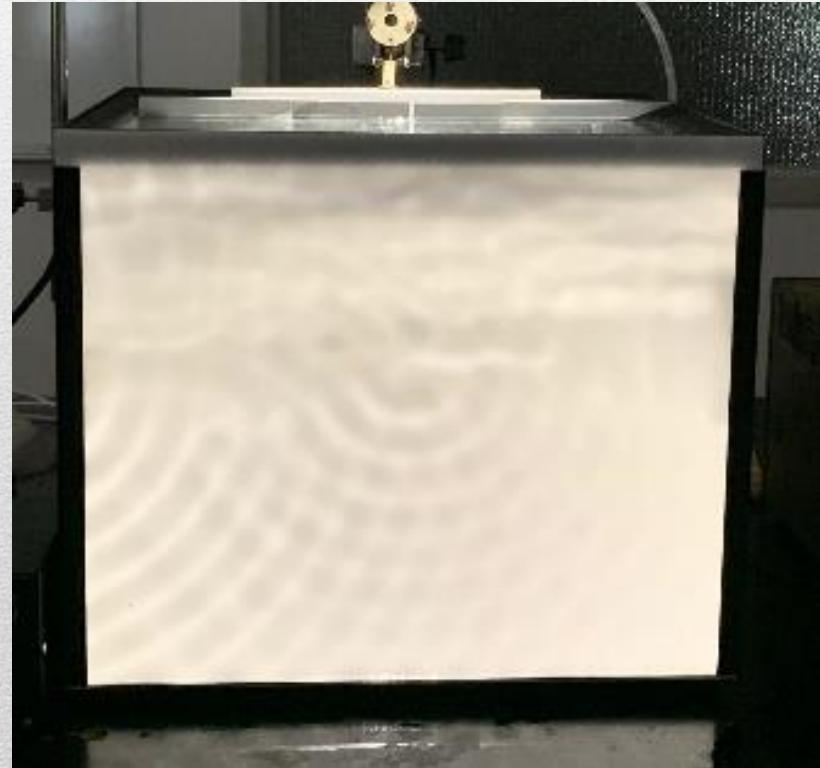
LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

Onda piana con una fenditura

Diminuiamo la larghezza della fenditura.

L'onda si incurva maggiormente

Conclusioni: più la fessura è stretta e più l'onda sembra superare l'ostacolo.

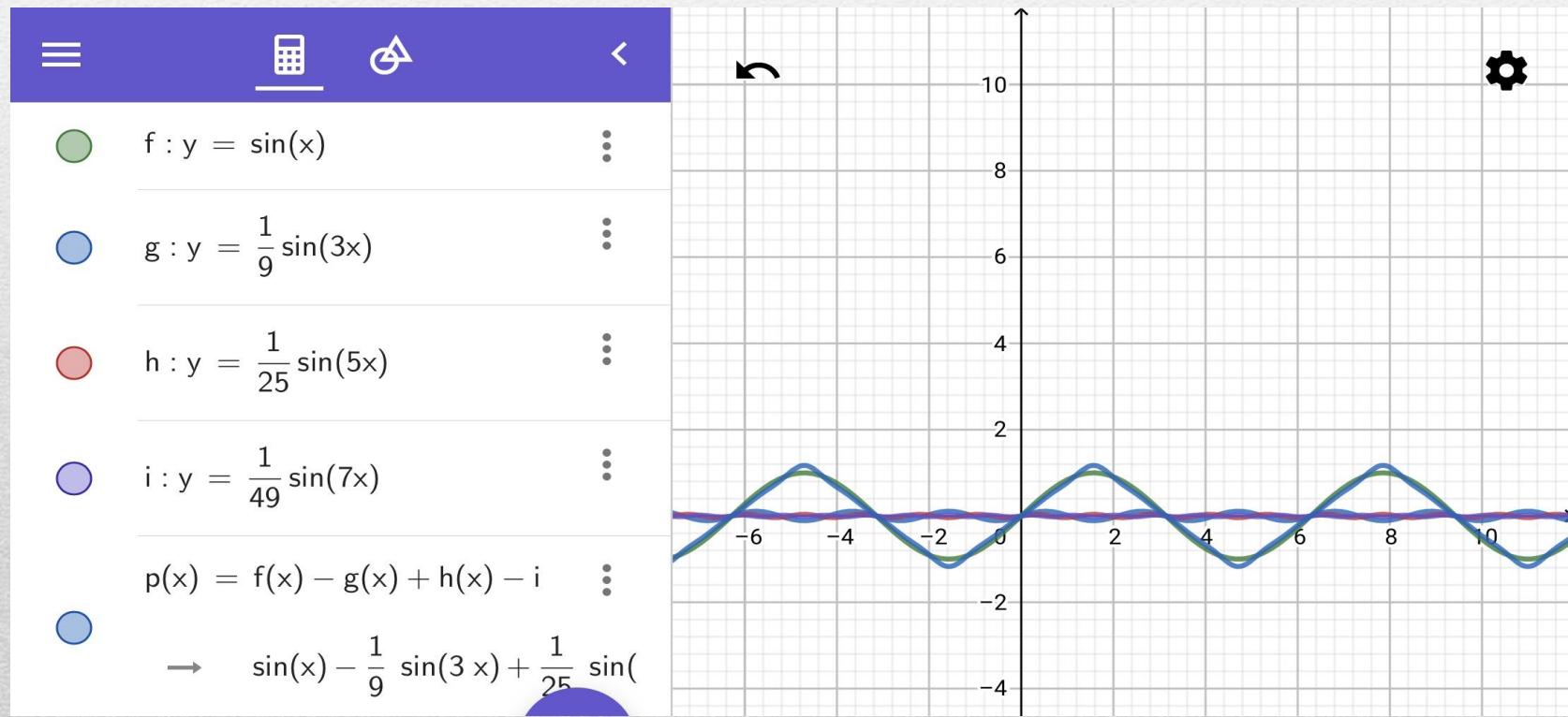


GEOGEBRA

Dopo aver ricavato la funzione d'onda, utilizziamo geogebra per visualizzare che è possibile ottenere segnali periodici di forme diverse come somma di onde armoniche

ONDA TRIANGOLARE

$$y = \frac{1}{m^2} \sin(mx)$$



ONDA A DENTE DI SEGA

$$y = \frac{1}{n} \operatorname{sem}(nx)$$

$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$



ONDA RETTANGOLARE

$$y = \frac{1}{n} \operatorname{sem}(nx)$$

n dispari; n= 1,3,5, 7



LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

EFFETTO DOPPLER: sorgente in movimento,
si modifica la lunghezza d'onda



LAVORIAMO CON L'ONDOSCOPIO

INTERFERENZA di due sorgenti puntiformi:
Sovrapposizione di due onde periodiche con formazione
di NODI.

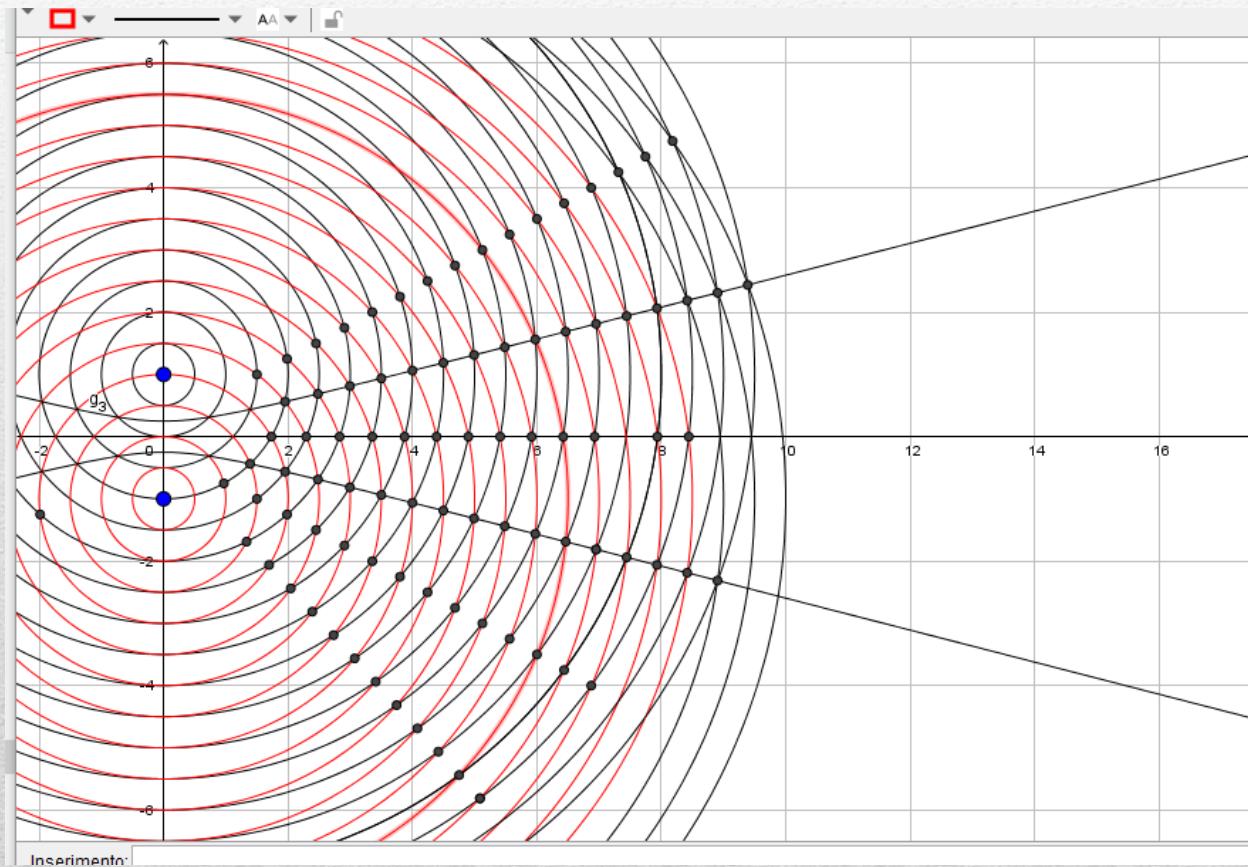


GEOGEBRA

INTERFERENZA di due sorgenti puntiformi:

Con geogebra si costruiscono le linee antinodali:

I cerchi rappresentano le creste, i punti sono le intersezioni tra due creste, le linee che uniscono le creste sono delle iperboli con i fuochi nelle sorgenti.



LABORATORIO: IL SUONO

Esperimenti con i diapason:

Analizziamo il suono con il computer, facciamo un po' di prove.

- Variando l'intensità del suono, diminuisce l'ampiezza del grafico.
- Osserviamo anche con l'analizzatore di frequenza: 440 Hz
- Aggiungiamo un pesetto ad uno dei rebbi : la frequenza varia: 430Hz, 423Hz etc
- Poniamo i due diapason con le casse aperte rivolte una verso l'altra e ne suoniamo soltanto uno. Il diapason suonato causa la vibrazione di quello a "rioso".
- Con il pesetto su uno dei due diapason, il secondo diapason non risponde. Per osservare meglio, utilizziamo una pallina legata ad un filo.

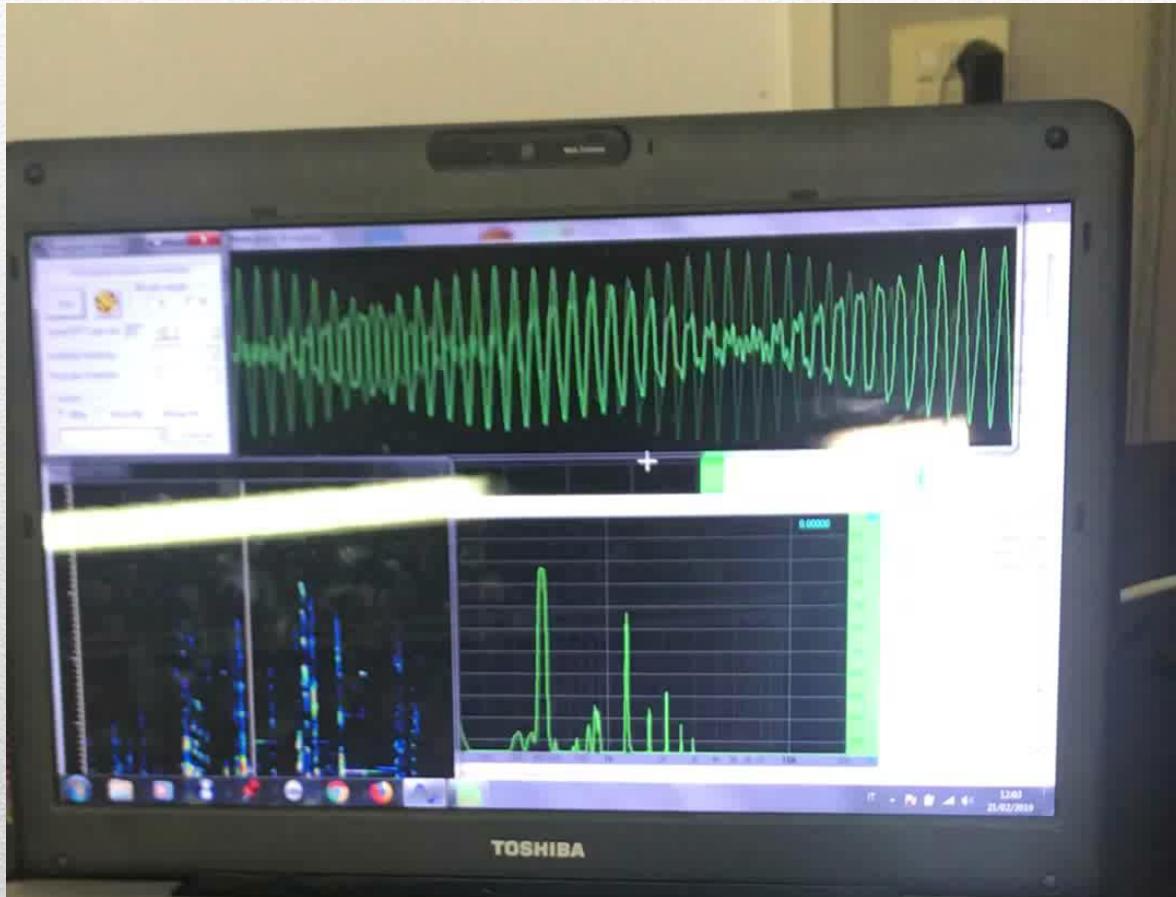
LABORATORIO: IL SUONO



LABORATORIO: IL SUONO

I BATTIMENTI

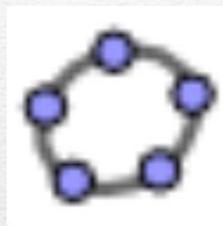
Domanda: Se due onde hanno frequenza leggermente diversa,
cosa sentiamo? **Sentiamo due suoni con altezza diversa?**



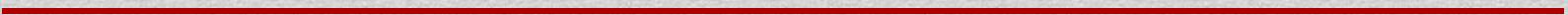
ONDA STAZIONARIA



ONDA STAZIONARIA: GEOGEBRA



onda stazionaria.ggb

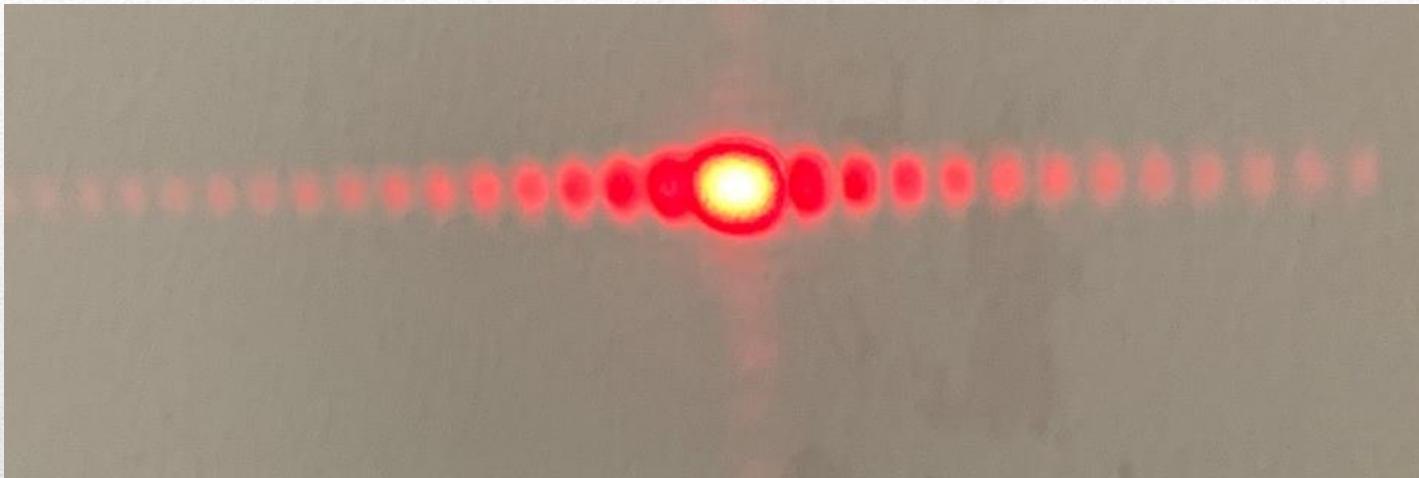


LABORATORIO: IL LASER



LABORATORIO: IL LASER

Diffrazione: fenditure lineari di dimensioni diverse:
0,25 mm; 0,5 mm; 0,8 mm



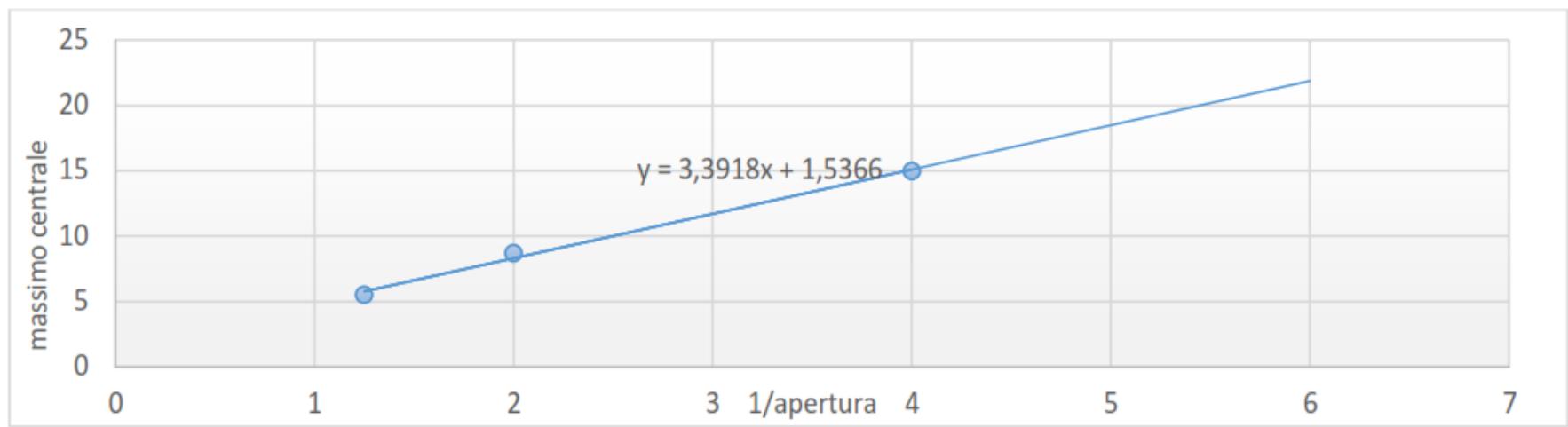
Apertura della fenditura[mm]	Larghezza del massimo centrale[mm]
0,8	5,5
0,25	15
0,5	8,7

Osservazione:

Al diminuire della larghezza della fenditura, aumenta l'ampiezza del massimo centrale

Diffrazione da fenditura lineare

Analisi dei dati: dalla misura della dimensione della figura di diffrazione, si ottiene una stima dell'ordine di grandezza di λ , in accordo con il valore fornito.



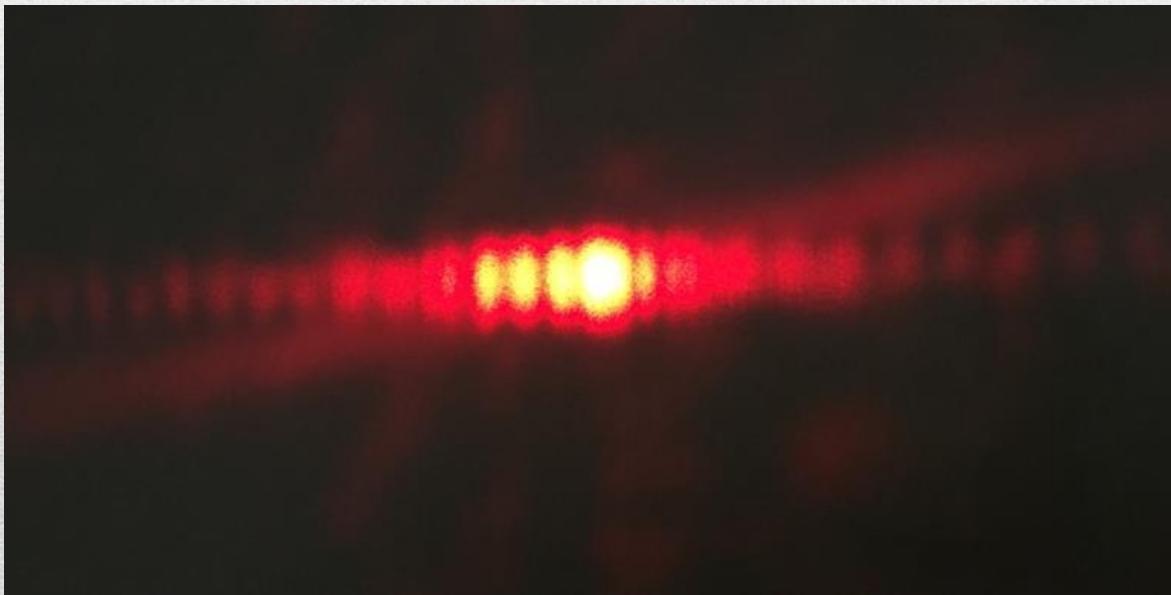
$$y = 2L\lambda \frac{1}{W}$$

dove L è la distanza tra la fenditura e lo schermo, W la dimensione della fenditura.

Diffrazione da filo

Diffrazione prodotta da fili di dimensioni:
0,25 mm; 0,5 mm; 0,8 mm

Teoricamente al diminuire dello spessore, la larghezza del massimo centrale dovrebbe aumentare, anche se nell'esperimento non risulta evidente.

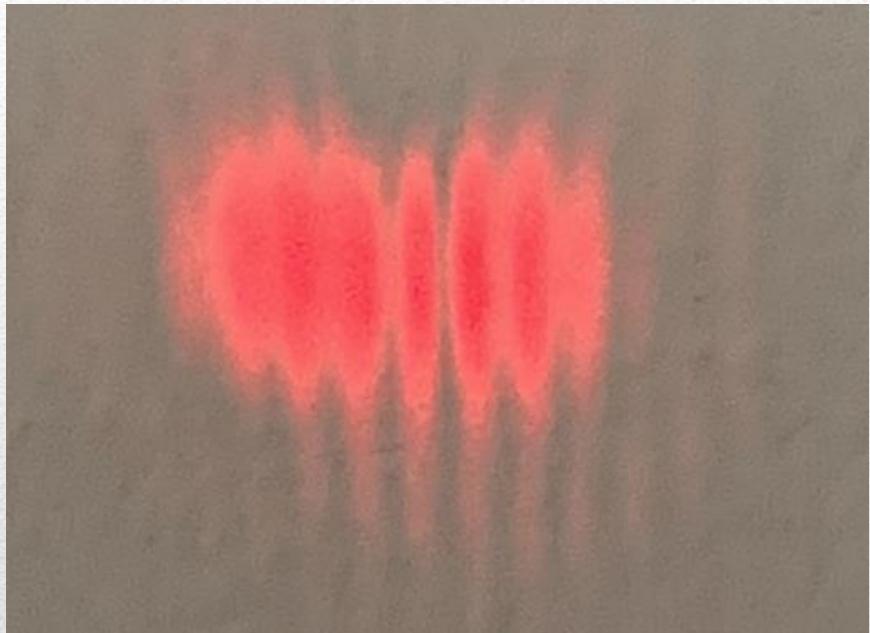


LABORATORIO: IL LASER

Diffrazione: fenditura circolare



Interferenza: esperimento di Young



2 fenditure circolari di diametro 0,4 mm e distanza di 1,2mm.
Abbiamo tappato un foro e otteniamo la figura di diffrazione da singolo foro.
