

IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

PARAGRAFO	CONTENUTO	DURATA (MINUTI)
1. I moti ondulatori	ANIMAZIONE Onde trasversali e longitudinali	1
5. L'interferenza	ESPERIMENTO VIRTUALE Interferenze Gioca, misura, esercitati	
	ANIMAZIONE Il principio di sovrapposizione	1,5
6. L'interferenza in un piano e nello spazio	IN LABORATORIO Interferenza nell'ondoscopio	2
MAPPA INTERATTIVA	20 TEST INTERATTIVI SU ZTE CON FEEDBACK «Hai sbagliato, perché...»	

VERSO IL CLIL

FORMULAE IN ENGLISH

AUDIO

Periodic waves	$f = \frac{1}{T}$	The frequency of a periodic wave f is the reciprocal of the period T of the wave.
	$v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$	The phase velocity of a wave is equal to the ratio of its wavelength λ to its period T , or the product of its frequency f and its wavelength λ .
Mathematical description of a wave	$y = A \sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$	The amplitude in the y direction of a wave moving in the x direction equals the maximum amplitude A multiplied by the sine of the difference of two products: the product of two pi, the frequency of the wave f and the time t ; and, the product of two pi, the distance in the x -direction and the reciprocal of the wavelength λ .
	$y = A \sin\left(2\pi ft + \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$	The amplitude of a wave moving in the x direction equals the maximum amplitude A multiplied by the sine of the sum of two products: the product of two pi, the frequency of the wave f and the time t ; and, the product of two pi, the distance in the x -direction and the reciprocal of the wavelength λ .

 QUESTIONS AND ANSWERS AUDIO

► What is an elastic wave?

An elastic wave is a mechanical disturbance of the particles in a solid, liquid, or gaseous medium. The medium must have elastic properties, such that a force proportional to the displacement acts on the particles to restore them to their equilibrium positions. When elastic waves propagate, the energy of elastic deformation is transferred without the bulk flow of the medium, this can be visualised by a paper boat bobbing up and down in a pond as a wave passes. Harmonic elastic waves, for which harmonic means the frequency of the wave is a ratio of the source frequency, are characterised by: an *amplitude*, the maximum displacement of the particles from their rest position; a *frequency*, the number of oscillatory cycles per second; and a *wavelength*, the spatial period of the wave. Some examples of elastic waves are: sound propagating through air; seismic waves in the Earth's crust; and ultrasound used in sonar for depth measurements.

► Can longitudinal and transverse waves propagate simultaneously in the same medium?

Longitudinal waves are elastic waves in which the particles of the medium are displaced back and forth parallel to the direction of motion of the wave, whereas in transverse waves the particles are displaced up and down, perpendicular to the wave direction. Longitudinal waves are often referred to as *compression* waves and transverse waves as *shear* waves according to the effect on the medium. Compression waves can propagate in solids, liquids and gases but shear waves can only travel through solids, because liquids and gases cannot support a "shear" force. An example of longitudinal and transverse waves propagating simultaneously in the same medium is the compression waves, called 'primary waves' (or p-waves) because they travel faster, and the shear waves, called 'secondary waves' (or s-waves), that travel within the Earth's crust as a result of an earthquake or seismic tremor.

PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

1 I MOTI ONDULATORI

4 La figura a destra mostra un semplice dispositivo costituito da una corda le cui estremità sono infilate nel fondo di due bicchieri di plastica o carta e annodate in modo da non sfilarsi. Mario emette dei suoni in un bicchiere, e il suo amico Luigi può udirli se accosta l'altro bicchiere al suo orecchio.



▶ L'onda che passa attraverso la corda è longitudinale o trasversale?

3 LE ONDE PERIODICHE

13 Un pescatore ha ancorato la sua barca e vede che le creste delle onde passano per la prua ogni 2,0 s. La distanza tra due creste è di 6,5 m.

▶ A che velocità viaggiano le onde? [3,3 m/s]

14 In un'escursione in montagna, indirizzi la tua voce verso una parete rocciosa verticale posta a 840 m di distanza. L'eco ti raggiunge dopo 4,90 s. La lunghezza d'onda del suono è di 800 mm. Calcola:

- ▶ la velocità del suono nell'aria;
- ▶ la frequenza dell'onda sonora;
- ▶ il periodo dell'onda sonora.

[343 m/s; 429 Hz; $2,3 \times 10^{-3}$ s]

4 LE ONDE ARMONICHE

29 Un punto di un'onda oscilla secondo l'equazione $y = (2,5 \text{ m}) \cos(\pi t)$.

- ▶ Calcola il periodo di oscillazione.
- ▶ Quanto vale la fase iniziale dell'onda?
- ▶ Che cosa indica il coefficiente 2,5 m?

[2 s; 0 rad]

30 Un'onda sull'acqua ha la forma di un'onda armonica di ampiezza 1,40 m. L'onda si propaga alla velocità di 1,88 m/s e presenta un periodo di 2,13 s. Considera la fase iniziale uguale a zero.

5 L'INTERFERENZA

41 Tre onde armoniche si sovrappongono e danno luogo alla perturbazione descritta dall'equazione $y = (2,0 \text{ m}) \cos t + (0,50 \text{ m}) \cos \pi t + (1,0 \text{ m}) \cos 2t$.

- ▶ Determina la frequenza e l'ampiezza delle onde armoniche componenti.
- ▶ Rappresenta in un grafico $y-t$ l'andamento dell'onda risultante per t da 0,0 a 8,0 s.

[0,16 Hz; 0,50 Hz; 0,32 Hz; 2,0 m; 0,50 m; 1,0 m]

15 Un diapason emette un suono di frequenza 546 Hz che si propaga con una lunghezza d'onda di 0,623 m. Un ragazzo ascolta il suono del diapason da una distanza di 35,8 m.

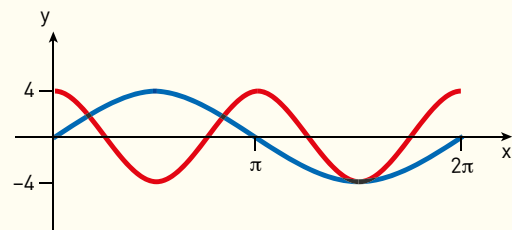
- ▶ Calcola il tempo necessario perché il suono sia percepito dal ragazzo.

[0,11 s]

- ▶ Calcola l'altezza dell'onda in un punto posto 40,0 cm a destra di una cresta dell'onda.
- ▶ A quale distanza x dall'origine del sistema di riferimento scelto la quota y dell'onda sarà per la prima volta nulla?
- ▶ Verifica i risultati ottenuti costruendo per punti il grafico $y-x$, dove y è la posizione verticale del punto rispetto alla quota di equilibrio e x indica la posizione lungo la corda.

[1,13 m; 1,00 m]

42 Nel disegno sono rappresentate due onde.



- ▶ Disegna l'onda che si ottiene dalla loro sovrapposizione.

6 L'INTERFERENZA IN UN PIANO E NELLO SPAZIO

50 **★★★** Due casse acustiche sono separate da una distanza di 2,10 m. Un ascoltatore è collocato davanti a una delle casse, con la testa alla stessa altezza della cassa e alla distanza di 2,80 m. Le due casse e l'ascoltatore sono ai vertici di un triangolo rettangolo. Per la velocità del suono

assumi il valore di 340 m/s.

- Trova la frequenza per la quale la differenza delle distanze dalle sorgenti è uguale a mezza lunghezza d'onda.

[243 Hz]

PROBLEMI GENERALI

8 **★★★** Nei film western, gli indiani d'America, per sentire l'arrivo di una mandria di bisonti, poggiano l'orecchio al suolo. L'intervallo di tempo che intercorre tra la percezione del segnale sonoro nel suolo e nell'aria è di circa 10 s. La velocità di propagazione del suono nel terreno è circa dieci volte maggiore che nell'aria (la velocità di propagazione del suono nell'aria è $v = 340$ m/s).

- Determina la distanza degli indiani dalla mandria di bisonti quando viene percepito il segnale sonoro al suolo.

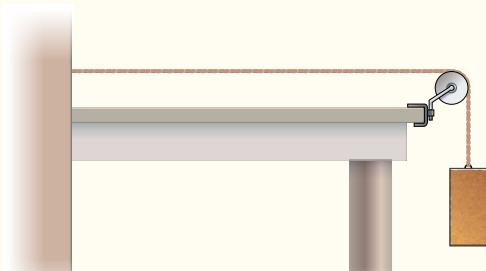
[$3,8 \times 10^3$ m]

9 **★★★** Un terremoto genera sia onde longitudinali, dette P , che onde trasversali dette S . Le onde P si propagano con una velocità più elevata rispetto alle onde S . Misuriamo l'intervallo di tempo che intercorre tra l'arrivo delle onde P e l'arrivo delle onde S presso una stazione sismica, prendendo in considerazione i valori massimi assunti da queste velocità e dunque trascurando le possibili variazioni dovute all'attraversamento di terreni non omogenei.

- Dalla conoscenza dei tempi di arrivo dei due tipi di onde e delle loro velocità, ricava l'espressione della distanza della stazione di rilevamento dall'epicentro del terremoto.

$$D = (t_S - t_P) \frac{v_S v_P}{v_P - v_S}$$

10 **★★★** Una corda omogenea è lunga 10 m, ha una massa pari a 400 g ed è tenuta in tensione da una massa di 1,5 kg come mostra la figura.



- Calcola la velocità con cui un impulso si propaga attraverso la corda.

[19 m/s]

11 **★★★** Fino ad alcuni anni fa si ascoltava musica utilizzando giradischi.

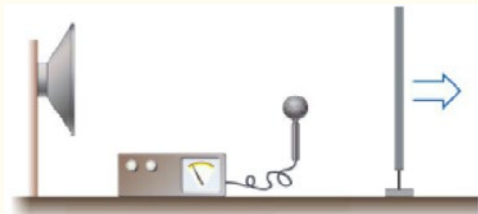
Un giradischi funziona così: il disco di vinile viene messo in rotazione sul piatto del giradischi e la riproduzione del suono avviene appoggiando sui solchi incisi sul disco una puntina di lettura. Il profilo irregolare del solco provoca la vibrazione della puntina; tale vibrazione genera deboli segnali elettrici grazie a opportuni dispositivi presenti nella testina che sorregge la punta. Un sistema di amplificazione trasferisce questi segnali agli altoparlanti montati nei diffusori.

Una puntina sta leggendo le incisioni in un solco di un disco di vinile che ruota sul giradischi con una frequenza di 33 giri/min a una distanza dal centro di rotazione pari a 10 cm. Considera le incisioni sul solco come onde con lunghezza d'onda di 1,5 mm.

- Calcola la frequenza del suono prodotta dal sistema puntina-testina.

[$2,3 \times 10^2$ Hz]

12 **★★★** Uno studente conduce un esperimento in cui delle onde sonore di frequenza costante, provenienti da una sorgente, sono riflesse da uno schermo piano, perpendicolare alla direzione di propagazione.



Lo schermo viene allontanato lentamente dal microfono osservando nel contempo le indicazioni di uno strumento che misura l'intensità del suono. Si nota l'esistenza di un massimo con lo schermo a 22,5 cm dal microfono; successivamente si osservano altri dieci massimi fino a che il riflettore si sposta a 36,5 cm dal microfono, dove c'è l'ultimo dei 10 massimi.

- Determina la lunghezza d'onda delle onde sonore usate nell'esperimento.

(Olimpiadi della fisica, gara di 2° livello, edizione 1997)

[2,8 cm]

TEST

- 4** Le condizioni di un'onda periodica vengono modificate in modo che la lunghezza d'onda e la frequenza raddoppino entrambe. Come varia la velocità dell'onda?
- A** Raddoppia.
B Quadruplica.
C Resta invariata.
D Si riduce alla metà.
- 5** La velocità di propagazione di un'onda armonica:
- A** è direttamente proporzionale alla lunghezza d'onda e al periodo.
B è direttamente proporzionale alla lunghezza d'onda e inversamente proporzionale al periodo.
C è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda e al periodo.
D è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda e direttamente proporzionale al periodo.
- 6** In un punto dello spazio in cui arrivano contemporaneamente due onde elastiche di piccola ampiezza, cosa accadrà in generale?
- A** L'oscillazione risultante sarà uguale alla somma delle oscillazioni prodotte dalle singole onde.
B L'oscillazione risultante sarà uguale alla differenza delle oscillazioni prodotte dalle singole onde.
C L'oscillazione risultante sarà uguale al prodotto delle oscillazioni prodotte dalle singole onde.
D L'oscillazione risultante sarà uguale alla più grande delle oscillazioni prodotte dalle singole onde.
- 7** Due onde in opposizione di fase con la stessa frequenza si propagano sulla stessa corda in versi opposti. Allora:
- A** danno interferenza distruttiva e si annullano a vicenda.
B danno interferenza distruttiva e si annullano a vicenda solo se le ampiezze sono uguali.
C danno interferenza distruttiva solo se le ampiezze sono uguali.
D danno interferenza distruttiva solo se le velocità sono uguali.
- 8** f è la frequenza di un'onda periodica e T il suo periodo. Allora vale la relazione:
- A** $f/T = 1$
B $T/f = 1$
C $fT = 1$
D $f + T = 1$
- 9** La fase iniziale di un'onda armonica su una corda:
- A** dipende dalla posizione verticale dell'onda all'istante $t = 0$ s.
B dipende dalla quota di equilibrio della corda.
C non può mai essere zero.
D dipende dall'ampiezza dell'onda.
- 10** A point mass is subjected to two simultaneous sinusoidal displacements in x-direction, $x_1(t) = A \sin \omega t$ and $x_2(t) = A \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$. Adding a third sinusoidal displacement $x_3(t) = B \sin (\omega t + \phi)$ brings the mass to a complete rest. The values of B and ϕ are:
- A** $\sqrt{2} A, \frac{3\pi}{4}$ **C** $\sqrt{3} A, \frac{5\pi}{6}$
B $A, \frac{4\pi}{3}$ **D** $A, \frac{\pi}{3}$
- Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2011*
- 11** Se muoviamo l'estremità di una molla
- A** avanti e indietro, nella molla si propagano onde trasversali.
B avanti e indietro, nella molla si propagano onde trasversali e onde longitudinali.
C in direzione perpendicolare alla molla, nella molla si propagano onde longitudinali.
D in direzione perpendicolare alla molla, nella molla si propagano onde trasversali.
- 12** Le onde si possono propagare:
- A** solo nei corpi solidi.
B in tutti i corpi materiali e anche nel vuoto.
C solo nei fluidi.
D solo nelle molle.
- 13** La lunghezza d'onda è la distanza:
- A** minima dopo la quale un'onda periodica torna a riprodursi identica a se stessa.
B massima dopo la quale un'onda periodica torna a riprodursi identica a se stessa.
C tra la prima e l'ultima cresta dell'onda.
D percorsa nell'unità di tempo.
- 14** Fotografiamo a intervalli di un periodo l'acqua in cui si propaga un'onda periodica. Allora possiamo affermare che:
- A** l'onda apparirà spostata a ogni fotografia.
B le fotografie saranno tutte uguali.

- C dove c'era una cresta apparirà una gola, e viceversa.
- D l'onda sarà visibile soltanto in alcune fotografie.

15 In un dato mezzo materiale la velocità delle onde periodiche risulta sempre la stessa. Facciamo variare il periodo della sorgente. Quali grandezze risultano influenzate? *(Più di una risposta è giusta)*

- A L'ampiezza.
- B La frequenza.
- C La lunghezza d'onda.
- D L'interferenza.