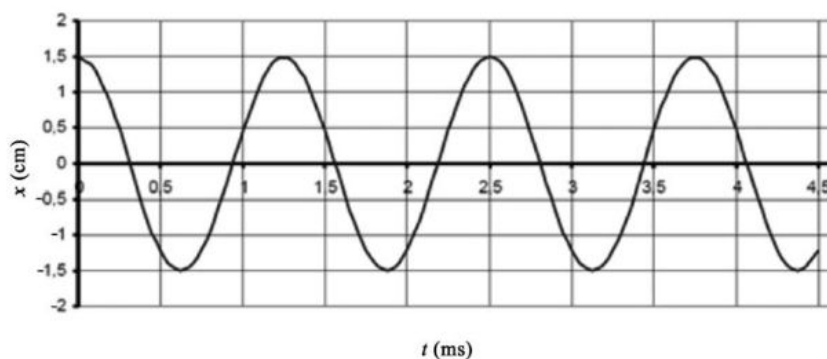


Ones. 3a part.

1.

Un sistema vibrador situat al punt $x=0$ oscilla tal com s'indica en aquest gràfic elongació-temps i transmet el moviment a una corda, de manera que es genera una ona transversal amb una longitud d'ona de 20,0 cm.



- Determineu el període, l'amplitud i la freqüència de la vibració i la velocitat de propagació de l'ona per la corda. Escriviu l'equació de l'ona plana (no oblideu indicar totes les unitats de les magnituds que hi apareixen).
- Demostreu, a partir de l'equació d'ona, que la velocitat màxima a la qual es mouen els punts de la corda en les seves oscil·lacions es pot calcular amb l'expressió $v_{\max} = A\omega$ (en què A és l'amplitud i ω és la pulsació).

2.

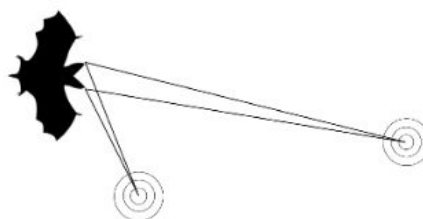
En un estadi el públic fa l'onada per celebrar la bona actuació de l'equip local. L'onada és tan gran que dos espectadors de la mateixa fila separats com a mínim per 50 m es mouen igual i ho fan cada 10 s.



- Si modelitzéssim aquesta onada a l'estadi com una ona, de quin tipus d'ona estariem parlant? Calculeu-ne la longitud d'ona i la pulsació (freqüència angular).
- Un espectador es mou 1,0 m verticalment quan s'aixeca i s'asseu per fer passar l'onada. Escriviu l'equació del moviment d'aquest espectador considerant que descriu un moviment harmònic simple i que en l'instant inicial es troba assegut, és a dir, en la seva posició mínima.

3.

Els ratpenats emeten uns xiscles en forma d'ultrasons i utilitzen els ecos d'aquests ultrasons per a orientar-se i per a detectar obstacles i preses. Una espècie de ratpenats emet ultrasons amb una freqüència de 83,0 kHz quan caça mosquits.



a) Calculeu la longitud d'ona i el període dels ultrasons emesos per aquests ratpenats.

Considereu un mosquit situat a 1,5000 m de l'orella dreta i a 1,5030 m de l'orella esquerra del ratpenat. Calculeu la diferència de fase en l'eco percebut per cada orella, provinent del mosquit.

b) Quan el mosquit està més a prop, el ratpenat també podria utilitzar la diferència

d'intensitats dels ecos. Calculeu el quocient d'intensitats sonores $\frac{I_{\text{dreta}}}{I_{\text{esquerra}}}$ quan el

mosquit està a 33 cm de l'orella dreta i a 34 cm de l'orella esquerra i expresseu en decibels la diferència de nivells d'intensitat sonora. Considereu que l'eco es propaga uniformement des del mosquit en totes les direccions de l'espai.

DADA: Velocitat dels ultrasons en l'aire = 340 m s^{-1} .

4.

Un remer assegut a la seva barca, de comportament estacionari respecte a l'aigua, observa que les crestes de les ones passen per la proa cada 4,00 s, que l'amplitud de les crestes és de 0,30 m i que la distància entre dues crestes és de 9,00 m.

a) Calculeu la velocitat de propagació de les ones. Determineu l'equació de l'ona suposant que la fase inicial és zero.

b) En un instant donat, calculeu la diferència de fase entre dos punts que disten 4,00 m l'un de l'altre.

5.

Un gos borda amb una potència de 2,00 mW.

a) Si aquest so es distribueix uniformement per l'espai, quin és el nivell d'intensitat sonora (en dB) a una distància de 5,00 m?

[1 punt]

b) Si en comptes d'un gos, fossin dos gossos bordant alhora, quin seria el nivell d'intensitat sonora?

[1 punt]

DADA: Intensitat del llindar d'audició (0 dB), $I_0 = 1,00 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

6.

El terme musical *soprano* es refereix a la veu més aguda, característica del sexe femení. El rang vocal típic d'aquesta veu és de més de dues octaves, del do_3 (261,7 Hz) al re_5 (1 174,7 Hz).

- a) Calculeu les longituds d'ona dels sons més greu i més agut que pot emetre una cantant *soprano*.
- b) En una actuació, un espectador situat a 10,0 m d'una *soprano* percep un nivell d'intensitat sonora de 80 dB. Calculeu la potència d'aquest so.

DADES: Intensitat del llindar d'audició (0 dB), $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$
Velocitat del so en l'aire = 340 m s^{-1}

7.

El timbre que sona en una escola a l'hora del pati perquè els alumnes tornin a classe és molt fort. Per tal de saber fins on el sentiran, en cas de no haver-hi edificis ni cap mena de pèrdua d'energia, mesurem amb el telèfon intel·ligent (*smartphone*) el nivell d'intensitat sonora a 7,0 m de distància del timbre i obtenim un valor de 50 dB. Calculeu:

- a) La intensitat del so en el lloc on fem la mesura.
- b) La potència del timbre. A partir de quina distància del timbre els alumnes deixaran de sentir el so?

DADA: Les persones no poden percebre els sons que tenen una intensitat inferior a $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$. Supposeu que el timbre és un emissor de so puntual que emet en totes les direccions.

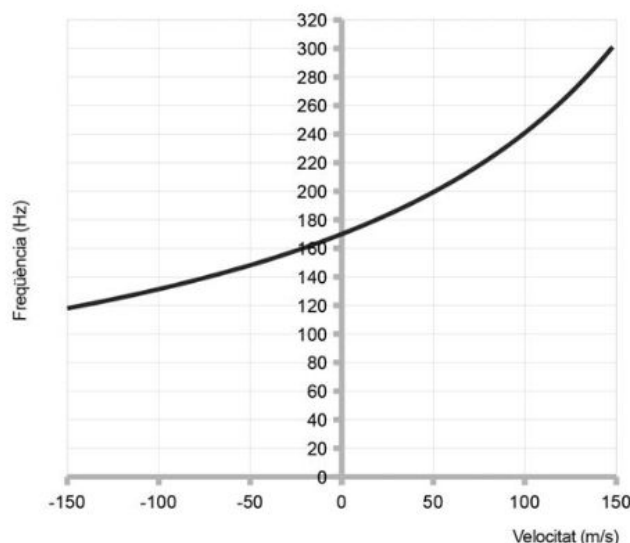
8.

En una cubeta d'ones generem ones de 20 Hz de freqüència i de 2 cm d'amplitud, de manera que tarden 5 s per a recórrer 10 m.

1. La velocitat màxima de vibració dels punts de la superfície de l'aigua és
 - a) 2 m/s
 - b) $0,8\pi \text{ m/s}$
 - c) 4 m/s
2. La diferència de fase entre dos punts sobre la superfície de l'aigua, situats en la mateixa direcció de propagació de l'ona i separats per una distància de 5 cm, en un instant determinat és
 - a) $\pi/2 \text{ rad}$
 - b) $\pi/4 \text{ rad}$
 - c) $\pi \text{ rad}$

9.

Hem construït aquesta gràfica a partir de dades de freqüència recollides quan una font de so es movia acostant-se a nosaltres (velocitats positives) o allunyant-se'n (velocitats negatives), a velocitats diferents.



- a) Com s'anomena el fenomen que hem estudiat en aquest experiment? La font de so s'acosta a nosaltres amb un moviment rectilini uniforme (MRU) a 100 m s^{-1} i ens sobrepassa. Quin canvi de freqüència (expressada en Hz) sentirem en el moment en què passi just pel nostre costat? La freqüència que sentirem augmentarà o disminuirà?
- b) La taula següent mostra com disminueix la intensitat sonora quan ens situem a diferents distàncies d'un emissor puntual de so.

Distància (m)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0
$I \text{ (mW m}^{-2}\text{)}$	0,080	0,020	0,0089	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016

Calculeu a quina distància, aproximadament, haurem d'estar perquè el nivell de sensació sonora sigui de 65 dB i calculeu la potència de la font sonora, suposant que emet igual en totes les direccions.

DADA: Intensitat del llinar d'audició (0 dB), $I_0 = 1,00 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

10.

La membrana d'un altaveu vibra amb una freqüència de 300 Hz i una amplitud de 1,00 mm i produeix un to pur. En les condicions de l'experiment, la velocitat del so és 340 m s^{-1} .

- a) Calculeu la longitud d'ona, la pulsació i el període del so produït.
- b) Indiqueu com seran, qualitativament, la freqüència i la longitud d'ona enregistrades per un observador en cada un dels casos següents, comparades (més gran / més petit / igual) amb la freqüència i la longitud d'ona originals:
- L'altaveu s'acosta ràpidament a l'observador.
 - El so arriba a l'observador després d'haver-se reflectit en una paret.

11.

Els grills perceben sons de freqüència d'entre 20 Hz i 100 kHz i els saltamartins perceben sons d'entre 15 Hz i 35 kHz de freqüència. Les balenes blanques emeten sons de 20 Hz. Si el so de la balena arriba a la superfície amb un angle de 60° respecte de la normal, calculeu:

- a) L'angle amb què sortirà el so de la balena a l'aire. Podran sentir aquest so els grills i els saltamartins que són arran de la costa? I dalt d'un penya-segat?
- b) La longitud d'ona, dins i fora de l'aigua, del so produït per la balena.

DADES: $v_{\text{so a l'aire}} = 340 \text{ m/s}$; $v_{\text{so a l'aigua}} = 1500 \text{ m/s}$.

12.

Un raig de llum de color groc de 580 nm es propaga per l'aire a una velocitat de $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ i incideix sobre un vidre que té un índex de refracció d'1,55 per a aquesta llum. Calculeu:

- a) La freqüència de la llum groga en l'aire i la seva velocitat de propagació en el vidre.
- b) La freqüència i la longitud d'ona de la llum groga en el vidre.

13.

La corda del violí, en produir la nota la_3 , vibra amb una freqüència de 440 Hz, i aquesta vibració es transmet a l'aire com una ona acústica de 5 mm d'amplitud.

- 1. L'ona acústica generada per la corda del violí és descrita per l'equació

a) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin\left(\frac{44\pi}{17}t - 880\pi x\right),$

b) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin\left(440t - \frac{440}{340}x\right),$

c) $y = 5 \cdot 10^{-3} \sin\left(880\pi t - \frac{44\pi}{17}x\right),$

en què la y representa el desplaçament en la posició x . L'amplitud, el desplaçament, y , i la distància, x , s'expressen en metres i el temps, t , en segons.

- 2. La distància mínima entre dos punts que estan en fase és de

a) 0,773 m.

b) 0,386 m.

c) 340 m.

DADES: La velocitat del so en l'aire és de 340 m/s.

