

TÍTOL: Quan el mòbil calla: el so com a sistema d'alarma en situacions d'emergència

Centre: IES Massamagrell

Curs i Cicle: 4t ESO

Tutora: Eva Pérez Sánchez

Categoria de concurs: FÍSICA

Alumnat: Daniela Cabrera Carrasco, Miriam Lliso Hernández, Héctor Ferrer Pérez, Asier Gómez Edo

1. Resum breu del projecte i objectius

En aquest projecte estudiem la propagació del so i mesurem experimentalment la seua velocitat en l'aire mitjançant un tub amb un extrem obert i un èmbol mòbil, que permet formar ones estacionàries. A partir d'aquest experiment, analitzem per què el so continua sent un sistema d'alarma eficaç en situacions on fallen les comunicacions digitals, com ara catàstrofes naturals, apagades elèctriques o emergències civils. Actualment, moltes alertes arriben a través del telèfon mòbil, però aquests sistemes depenen de xarxes elèctriques, antenes i internet. En canvi, les alarmes sonores no necessiten dispositius personals ni connexió digital i poden avisar simultàniament a molta població. L'objectiu del projecte és comprendre, des d'un punt de vista físic, com es propaga el so, quina velocitat té, quines freqüències s'escolten millor i per què les sirenes continuen sent indispensables en situacions d'emergència. A més a més estudiarem la propagació del so en atmosferes diferents (diòxid de carboni), i en absència d'atmosfera (condicions més paregudes a les d'altres planetes o satèl·lits del nostre sistema solar, on la humanitat vol tenir presència en un futur no molt llunyà).

Material i muntatge

El muntatge experimental per determinar la velocitat del son consta de:

- Un tub cilíndric obert per un extrem, amb un èmbol mòbil que permet variar la longitud del tub
- Diapasos (de 440 Hz i de 1000 Hz)
- Regle o cinta mètrica
- Per produir CO₂, necessitem: àcid, bicarbonat de sodi, un matràs Erlenmeyer amb un tap foradat i un tub de goma

En fer vibrar el diapasó sobre l'extrem obert del tub, es produeixen ones estacionàries a determinades longituds del tub. Ajustant la posició de l'èmbol, es poden identificar les resonàncies (perquè se sent el so més intens) i mesurar la longitud d'ona del so, la qual cosa permet calcular la seua velocitat en l'aire. Ho repetirem omplint el tub de CO₂

- Per a les demostracions que ens ajuden a explicar millor els conceptes utilitzarem: campana de buit, termòmetre, gots de plàstic, fils, molls grans per explicar les ones estacionàries, suros etc

En una campana de buit, fem sonar un mòbil i vegem com en absència d'aire (i si el posem damunt de suro, per amortir les vibracions que es transmeten, per la base de la campana) el so no es propaga.

Farem estudis qualitius per a veure que els sons greus superen millor els obstacles i arriben més lluny (escoltant a través de parets, forats, aire lliure etc, dos sons de freqüències molt diferents)



3. Fonamentació: Principis físics involucrats i la seua relació amb aplicacions tecnològiques

El so és una ona mecànica longitudinal que necessita un medi material per propagar-se. En aquest projecte, treballarem els conceptes fonamentals següents:

Amplitud (A)

L'amplitud és el desplaçament màxim de les partícules del medi respecte a la posició d'equilibri. Està relacionada amb la intensitat del so: a major amplitud, més fort percebem el so.

Longitud d'ona (λ)

La longitud d'ona és la distància entre dos punts consecutius que vibren en la mateixa fase (per exemple, dues crestes). En el nostre experiment es pot calcular a partir de les posicions de resonància del tub.

Freqüència (f) i període (T)

La freqüència és el nombre d'oscil·lacions per segon i es mesura en hertz (Hz). El període és el temps que tarda a produir-se una oscil·lació completa i es relaciona amb la freqüència mitjançant:

$$T = 1 / f$$

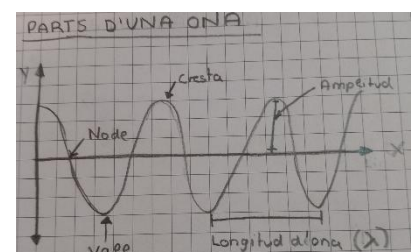
Els sons greus tenen freqüència baixa i els sons aguts, freqüència alta.

Velocitat del so

La velocitat del so depèn del medi. En el cas dels gasos depèn, de la massa molar del gas i del seu índex adiabàtic, γ , i de la temperatura, segons:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

A més, la velocitat del so es relaciona amb la freqüència i la longitud d'ona mitjançant l'expressió fonamental: $v = f \cdot \lambda$



Difracció i absorció

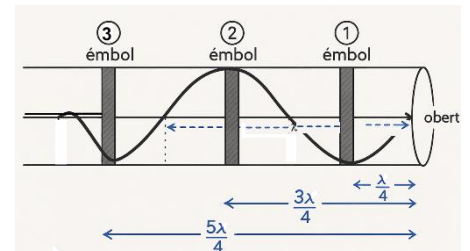
La difracció és el fenomen pel qual una ona pot rodejar obstacles o travessar obertures sense deixar de propagar-se. Aquest efecte és més notable quan la longitud d'ona és comparable a la mida de l'obstacle o de l'obertura. Per això, els sons greus, que tenen una longitud d'ona més gran, es difracten millor que els sons aguts i poden arribar a zones on no hi ha una línia recta directa entre la font i l'oient.

L'absorció és el procés pel qual l'energia del so es va perdent a mesura que l'ona es propaga, a causa de la interacció amb l'aire i amb els materials que travessa. En general, l'absorció augmenta amb la freqüència, de manera que els sons aguts perden energia més ràpidament que els sons greus. Això fa que els sons greus siguin audibles a major distància. Per tal de comparar correctament l'absorció de sons greus i aguts, és necessari assegurar que tots dos tenen la mateixa intensitat inicial.

Aquestes propietats expliquen per què les sirenes d'emergència utilitzen sons greus: arriben més lluny i superen millor obstacles.

Ones estacionàries:

Es formen quan una ona es reflecteix i interfereix amb ella mateixa, creant nodes i ventres, fet que permet mesurar longituds d'ona de manera experimental. Com es veu al dibuix, en el nostre cas, a partir de les posicions de ressonància del tub, que corresponen a diferents harmònics i es perceben com un augment del so, podem calcular la longitud d'ona i, com coneixem la freqüència del nostre diapasó, calculem la velocitat del so.



4. Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

Durant l'experiment, es mesuren les longituds del tub per a les quals es produeix ressonància (augmenta el so) amb un diapasó de freqüència coneguda. Repetim cada mesura 5 vegades i traguem la mitjana. A partir d'aquestes dades es calcula la longitud d'ona i la velocitat del so en l'aire, obtenint un valor proper al teòric (uns 340 m/s a temperatura ambient). Resultats provisionals (volem fer més mesures):

		f= 440 Hz			f = 1000 Hz		
	Harmònic	Longitud (mitjana)	Longitud d'ona	Velocitat	Longitud (mitjana)	Longitud d'ona	Velocitat
AIRE	1	0,186 m	0.742 m	326 m/s	--		
	2	0,565 m	0.753 m	331 m/s	0,244 m	0.325 m	325 m/s
CO ₂	1	0.17 m	0.68 m	299 m/s			
	2	0,512 m	0,683 m	300 m/s			

Amb aquestes velocitats (i les teòriques), podem fer estimacions del temps que tarda una alarma sonora a arribar a diferents distàncies (per exemple, en recórrer 1 km tardaria 2.9 s).

També esperem demostrar qualitativament, que les freqüències baixes són més audibles i eficients en espais oberts, fet que justifica el disseny de les sirenes d'emergència.

En la campana de buit, el so no es propaga (si aïllem suficientment la font sonora de la base de la campana)

5. Conclusions

Els nostres resultats $v_{\text{aire}} = (330 \pm 10) \text{ m/s}$ i $v_{\text{CO}_2} = (300 \pm 40) \text{ m/s}$ tenen un marge d'error acceptable. El en cas del CO₂, obtenim un valor major del teòric ($\approx 260 \text{ m/s}$), ja que al tub no tindrem únicament CO₂, sinó una barreja d'aire i CO₂

El projecte demostra que el so és un sistema de transmissió d'informació ràpid, fiable i independent de les xarxes digitals. Encara que els mòbils són molt útils en el dia a dia, en situacions d'emergència poden fallar, mentre que les alarmes sonores continuen funcionant. Els sistemes d'alarma sonors s'han de basar en sons greus (baixes freqüències), ja que es difracten millor i són menys absorbides pels obstacles i per l'aire. Això explica, per exemple, que quan ens allunyem prou d'un concert deixem de percebre la majoria d'instruments aguts, però encara sentim clarament els sons més greus de la bateria o del baix.

No obstant això, els sistemes d'alarma sonors, no serien vàlids en possibles assentaments a la Lluna, on l'absència d'atmosfera, fa impossible la transmissió del so. En aquest cas, si fallaren les comunicacions digitals, proposem un sistema d'alarma que es transmeta per la superfície de la Lluna, per exemple podria ser una vibració mecànica que es transmet pel sòl i que els habitatges detecten amb sensors o noten com una vibració. En una atmosfera rica en CO₂ (com Mart): el so es propaga més lentament que en l'aire, fet que afectaria directament l'eficàcia de les alarmes. Una alarma sonora en Mart seria d'abast és molt reduït. i poc fiable ja el so mor ràpidament en una atmosfera tan prima. Com a solució proposem balises de llum intermitent o comunicacions per radio.

6. Bibliografia

- Veient el so de Pablo López Carbonell, Borja Yerpès López i Cristina Zhang Li.
- Dossier de física i química 4t ESO (Departament de física i química IES Massamagrell)
- <https://drive.google.com/file/d/1kg30g6PpOdfhmjwNHDhsbnll4-CS-0H/view?pli=1>
- Chat GPT