

FICHA DE PROYECTO 2015

TÍTOL : EL TUB DE QUINCKE – MESURA DE LA VELOCITAT DEL SO (FB06, MENCIÓ 1 FISICA BATX)	
Centre: IES Número 1 de Xàbia	Curs y Cicle (ESO/BAT/CFGM): 1º BAT
Categoria de concurs: FÍSICA (demos. i experiments)	
Nom del professor/a tutor/a: Francisco Savall Alemany – María José Cortina Selva	
Nom i cognoms dels participants (4 màxim), que participaran en la fira si el projecte és admès. Han de coincidir amb els registrats on-line. NO ES PODRAN MODIFICAR UNA VEGADA REALITZADA LA INSCRIPCIÓ.	
1. Cristofer Calzada Reales	3. Arthur Willy Knegtel
2. Hector Cruaños Andrés	4. Andrea Romere Santamaría

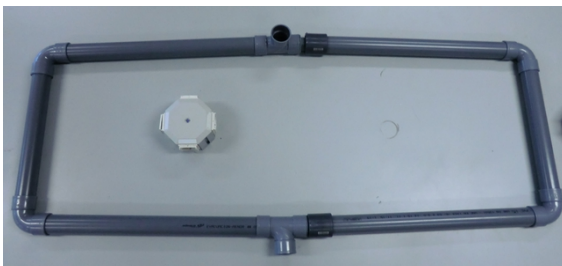
Cada projecte admès comptarà amb: **una taula gran, endolls i un panel expositor**. També existeix la possibilitat d'arreglar aigua. **Qualsevol altre tipus de material addicional necessari per al funcionament del treball presentat haurà de ser aportat pels participants.**

Resum breu del projecte i objectius

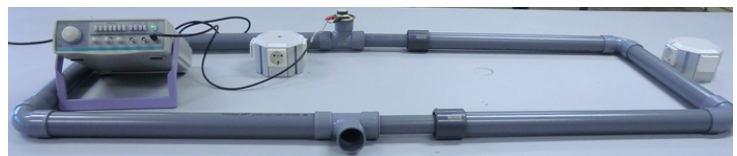
L'objectiu de la nostra investigació és mesurar la velocitat del so. Per fer-ho, hem construït un dispositiu que condueix una ona sonora dos sentits perpendiculars per sumar-los posteriorment produint una interferència. El dispositiu rep el nom de tub de Quincke i permet mesurar la longitud d'ona del so que travessa el tub. Si coneixem també la freqüència del so emprat podem calcular la velocitat del so a partir del producte $\lambda \cdot \nu$.

Material i muntatge

Hem muntat el tub de Quincke amb tubs de PVC. Primer hem construït dos tubs en U, amb tubs de 5 cm de diàmetre i amb una longitud de 60 cm per als costats paral·lels i 40 cm per al costat perpendicular. Posteriorment hem connectat dos tubs de 4 cm de diàmetre i 50 cm de longitud a una de les U, a la qual queden fixats. La segona U de PVC es connecta als tubs de 4 cm de diàmetre però no es fixa, de manera que es pot moure augmentant i reduint la longitud de tota la conducció. Aquesta estructura disposa de dos forats oposats entre si. En un dels forats es posa un altaveu connectat a una font de corrent altern amb selecció de freqüències. En l'altre forat es posa un receptor de so, que pot ser un micròfon, un segon altaveu o l'oïda. El muntatge queda com es mostra en la figura inferior.



Tub de Quincke amb els braços plegats.



Tub lleugerament desplegat amb font sonora (altaveu)

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

Amb el selector de freqüència de la font de corrent altern fixem una freqüència per al so que entra en el tub. L'ona generada per l'altaveu, quan arriba a la primera bifurcació, es divideix en dues ones que segueixen camins oposats. Ambdues ones recorren cadascun dels braços del tub de Quincke i interfereixen al seu interior. La interferència es produeix en tot el tub, però per facilitar l'explicació analitzarem què ocorre en el receptor de so quan arriba l'ona que recorre el braç dret i la que recorre el braç esquerre.

- Si els dos braços tenen la mateixa longitud les dues ones arribaran en fase ja que hauran completat el mateix nombre de cicles en travessar cada braç. Es produeix una interferència constructiva i es detecta un màxim d'intensitat.
- Quan es mou un dels costats s'allarga un dels braços. Així, l'ona que recorre cada braç no completa el mateix nombre de cicles. Quan la diferència de longituds requereix que l'ona faça mig cicle més en un braç que en l'altre les ones arriben en oposició de fase. Llavors es produeix una interferència destructiva i no se sent el so.
- A mesura que s'allarga un dels braços van succeint-se interferències constructives i destructives. Mesurant la distància que cal allargar el tub per aconseguir dues configuracions d'interferència destructiva consecutives obtenim el valor de la longitud d'ona.

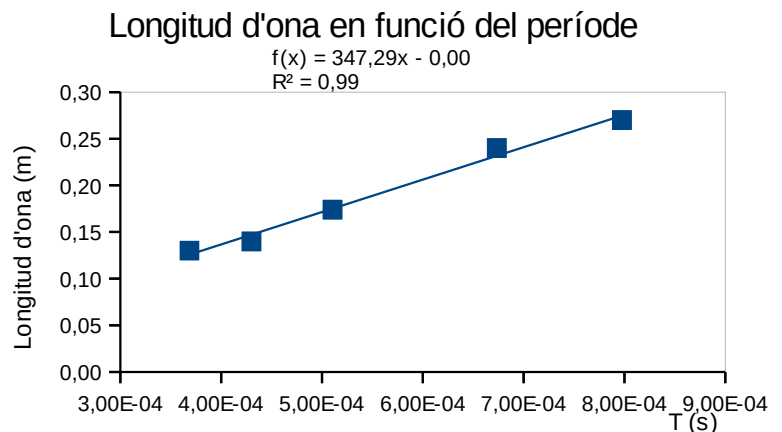
Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

El primer que observem en començar a usar el tub de Quincke és que no som capaços de detectar interferències per a freqüències baixes. Pensem que eixes freqüències poden tindre una longitud d'ona massa elevada i que no es pot mesurar amb un dispositiu d'aquestes dimensions. Decidim, per tant, seleccionar una freqüència d'aproximadament 2000 Hz. Comprovem amb l'oïda, quan el tub està completament plegat, que se sent un so fins i tot més intens que el procedent de l'altaveu quan no està connectat al tub, i això perquè el tub guia les ones sonores, no deixa que s'obriga el front d'ones i la intensitat es manté constant a mesura que avança pels braços del tub. A mesura que allarguem un dels braços del tub percebem com el so redueix la intensitat fins fer-se pràcticament inaudible i posteriorment torna a augmentar la intensitat fins fer-se tan sonor com quan el tub estava completament plegat. A mesura que allarguem el braç del tub es perceben diversos cicles d'augment i disminució d'intensitat.

Per fer mesures connectem un micròfon a un oscil·loscopi i el posem en el forat en què estava situada l'oïda. Amb aquest canvi podem detectar amb major precisió el moment en què es produeix una interferència constructiva o una interferència destructiva i això ens permet fer mesures més acurades de la longitud d'ona. Per determinar la longitud d'ona decidim allargar el tub fins que percebem un mínim d'intensitat. Anotem la distància relativa d'un tub respecte a l'altre. A continuació seguim allargant el tub fins que detectem un altre mínim d'intensitat, una nova configuració d'interferència destructiva. Anotem de nou la distància relativa entre els dos tubs. Com es tracta de dues configuracions d'interferència destructiva consecutives, l'ona que recorre el braç llarg del tub haurà completat un cicle més en la segona que en la primera.

La primera de les longituds mesurades ha estat de 5,0 cm i la segona de 13,7 cm. Per tant, cada extrem de la U s'ha allargat 8,7 cm i, en total en total el braç s'ha allargat 17,4 cm. Aquesta és la longitud d'ona del so. Si calculem la velocitat del so obtenim $V = \lambda \cdot \nu = 0,174 \cdot 2000 = 344 \text{ m/s}$. Repetint per a altres freqüències (i mesurant-les amb l'oscil·loscopi per tindre una major exactitud) s'obtenen els resultats de la taula. Amb ells fem una representació de la longitud d'ona front al període de l'ona, de manera que el pendent de la recta que obtenim ens proporciona la velocitat del so ($V = \lambda \cdot \nu \rightarrow \lambda = \frac{V}{\nu} \rightarrow \lambda = V \cdot T$).

ν (Hz)	T (s)	λ (m)
1254	$7,97 \cdot 10^{-4}$	0,27
1485	$6,73 \cdot 10^{-4}$	0,24
1959	$5,10 \cdot 10^{-4}$	0,174
2325	$4,30 \cdot 10^{-4}$	0,14
2713	$3,69 \cdot 10^{-4}$	0,13



Conclusions

Les primeres proves fetes amb l'oïda permeten constatar que quan es canvia la diferència de camins es produeixen interferències perfectament perceptibles. Hem de dir que les interferències no es perceben quan es parla a través del tub perquè la veu està formada per la superposició d'ones de moltes longituds d'ona, la majoria de les quals no interfereixen constructivament ni destructivament alhora.

Quan representem gràficament la longitud d'ona en funció del període obtenim un valor de la velocitat del so de 347 m/s, molt pròxim al valor tabulat de 340 m/s. A més, obtenim un coeficient de correlació de 0,99 que confirma la dependència lineal de la longitud d'ona amb el període i un valor de 0 per a l'ordenada en l'origen, com calia esperar.

Hem comprovat també que l'experiència funciona correctament per al rang de 1000 a 2000 Hz. Per sota tenim moltes dificultats per detectar les interferències destructives. En canvi, per sobre, l'oscil·loscopi enregistra canvis en la freqüència que hem atribuït al generador de corrent. Tot i això, caldria investigar amb altres instruments i amb tubs de diverses dimensions i materials per esbrinar què ocorre fora del rang 1000-2000 Hz.

Bibliografia

Paul G. Hewitt. **Física conceptual** – Novena edició. Pearson – Addison Wesley.
Curso de física de Àngel Franco. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>