

LENTS ACÚSTIQUES.

Fonament:

De la mateixa manera que hi han lents òptiques es poden fer lents acústiques. La més senzilla és un globus plé de diòxid de carboni, de butà o d'un freó. Aquesta lent serà convergent si el medi és aire mentre que un globus plé d'hidrogen és una lent divergent. La raó és la següent: la velocitat de propagació del so en un gas ve donada aproximadament per $V = (\gamma \cdot R \cdot T / M)^{1/2}$; on γ és el coeficient adiabàtic del gas ($\gamma = C_p / C_v$), R la constant dels gasos perfectes, T la temperatura absoluta i M la massa molecular del gas.

De manera anàloga a la llum, si volem que una lent biconvexa com és un globus, sigui convergent la velocitat de propagació del so en el seu interior haurà de ser més petita que en el medi, en aquest cas l'aire. La variable més fàcil d'utilitzar és la massa molecular del gas: aire 28,96; CO_2 44; butà 58; diclorodifluorometà (un freó) 121.

Identificació del freó utilitzat:

L'efecte més fort és produït pel "freó". El freó que utilitzo és "Jelt Cm S 7" (qualsevol altre aniria bé) es pot trobar en tendes d'electrònica amb la denominació de "gas sec" o amb la denominació completament incorrecta d' "aire comprimit". A l'envàs no hi posa que sigui un freó ni de quin es tracta. Primer vaig determinar la massa molecular de la següent manera: es pesa una bossa de polietilè que porta un tros de tub de goma i una pinça de Hoffman. S'ompla de freó de manera que quedi a la pressió baromètrica (primer s'ompla fins que quedi tensada i després es deixa sortir gas fins que surti sense força); es torna a pesar i després es buida dins d'una proveta plena d'aigua de cap per avall. Tenint en compte la pressió de vapor de l'aigua, la equació de Clapeyron i l'empenta d'Arquímedes, es pot calcular la massa molecular. Amb una llista dels freons més utilitzats i tenint en compte la seva pressió de vapor a temperatura ambient vaig deduir que era el diclorodifluorometà CCl_2F_2 (suposant que no es tractava d'una barreja).

Mesura de l'índex de refracció acústic relatiu respecte a l'aire:

Per puguer comprobar si les lents acústiques es comporten de la manera prevista per la teoria necessitem mesurar l'índex de refracció (acústic) relatiu del freó o del gas que s'utilitzi, això es pot fer utilitzant el tub de Kundt que vaig descriure en un altre protocol. El valor obtingut va ser 2,3 pel freó i 1,3 pel butà. Aquest valor pot variar d'un dia a l'altre degut a canvis en la humitat de l'aire (la temperatura en principi afecta a l'aire i al freó de la mateixa manera i la pressió no té cap efecte).

Construcció d'una lent acústica:

Un globus no va massa bé perquè és petit comparat amb la longitud d'ona i els focus queden massa a prop de la superfície (inclús a l'interior

del globus) i ademés és una lent gruixuda de manera que es compliquen els càlculs. El primer inconvenient es podria eliminar utilitzant ultrasons pero a la pràctica són absorbits. Una solució millor és la següent:

Es fan dues peces buidant un cercle de 36 cm de diàmetre d'un quadrat de 50 X 50 cm d'aglomerat d' 1 cm de gruix utilitzant una serra de marqueteria. es fan 16 forats de 3,2 mm (foradant les dues peces alhora) per puguer-hi posar cargols M3 d'uns 30 mm de llarg. Se subjecten les dues peces amb uns quants cargols i es fa un forat entre les dues amb una broca de 6 o 7 mm que es per on es farà passar un tub de plàstic flexible transparent de 6 mm de diàmetre extern i uns 20 cm de llarg que servirà per omplir la lent de gas una vegada estigui acabada. Convé posar un reforç encolant un tròs d'aglomerat o fusta per fora de cada peça damunt on s'ha fet el forat pel tub. Es posa una peça horitzontal i al damunt s'exten sense tensar un tròs de bossa de polietilè que sigui prou gran, damunt de la bossa es posa un cordó prim de plastilina seguint tota la circumferència, el tub de plàstic, una mica més de plastilina damunt del tub, un altre tròs de bossa, es posa l'altra peça, es passen els cargols (amb una arandel·la per cada costat), i s'apreten bé. Es conecta un tròs de tub de goma al tub de plàstic i es posa una pinça de Hoffman, la lent ja està acabada. Es pot comprovar que tanca bé inflant-la amb una manxa o un compressor fins un gruix d'uns 15 cm i deixant-la tot un dia. Cal tenir en compte que si bé la lent pot estar inflada d'aire durant setmanes sense que el perdi quan s'ompla d'un gas diferent de l'aire aquest s'escapa pels porus en menys d'una hora.

Utilització de la lent:

S'infla la lent fins un gruix de 15 cm o una mica més, així la distancia focal serà de l'ordre de 10 cm i donarà imatges petites. En un suport es posa un altaveu de 10 cm de diàmetre (4 polsades) accionat per un amplificador i un generador de funcions o de baixa freqüència. En un altre suport es posa un micròfon de cristall conectat a l'oscil·loscopi (no fa falta amplificador). Tant el micròfon com l'altaveu han d'estar a una altura igual al centre de la lent (25 cm). La lent es posa enmig i ben centrada lateralment. La distancia entre altaveu i micròfon convé que sigui d'uns 120 cm. Utilitzant freqüències entre 4000 Hz (la lent ha de ser gran en comparació a la longitud d'ona d'ona utilitzada) i 8000 Hz (les freqüències més altes són absorbitas) i desplaçant la lent cap al micròfon o cap a l'altaveu es trovaran dos punts on l'amplitud és màxima: corresponen a la formació de la imatge de l'altaveu just en el micròfon o sigui quan s'enfoca l'altaveu en el micròfon. Aixó permet comprovar la equació per les lents primes, (de fet aquesta lent ja no és prima):

$1/o + 1/i = 1/f$ on "o" és la distancia de l'objecte (l'altaveu) al centre de la lent, "i" la distancia de la imatge (el micròfon) al centre de la lent, "f" la distancia focal de la lent. és interessant comparar la distancia focal experimental amb la teòrica:

Càlcul de la distancia focal teòrica:

Signi "D" el diàmetre de la lent, "G" el seu gruix, suposant que les dues cares de la lent tenen la mateixa corbatura (això normalment no és cert) es trova per consideracions geomètriques que el radi de corbatura és:

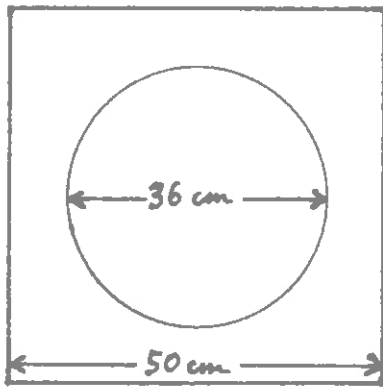
$$R = (D^2 + G^2)/4G$$

i la distancia focal serà: $f = R/2(n-1)$ on "n" és l'índex de refracció acústic relatiu (aproximadament 2,3 pel freó). El percentage d'error pot ser del 15% però no és sorprenent donat que s'han fet moltes simplificacions.

Un avantatge de les lents acústiques es que per variar la distancia focal només les cal inflar més o menys i així es pot veure l'efecte del radi de corbatura.

Si quan es té l'altaveu "enfocat", s'aparta el micrófon i en el seu lloc es posa l'oida demanat a una altra persona que aparti i torni a posar la lent, s'apreciarà la diferència d'intensitat.

Lluís Nadal Balandras.



Agromerat d'1 cm

