

## Вежба 5

# Брзина на звук низ воздух

### Вовед

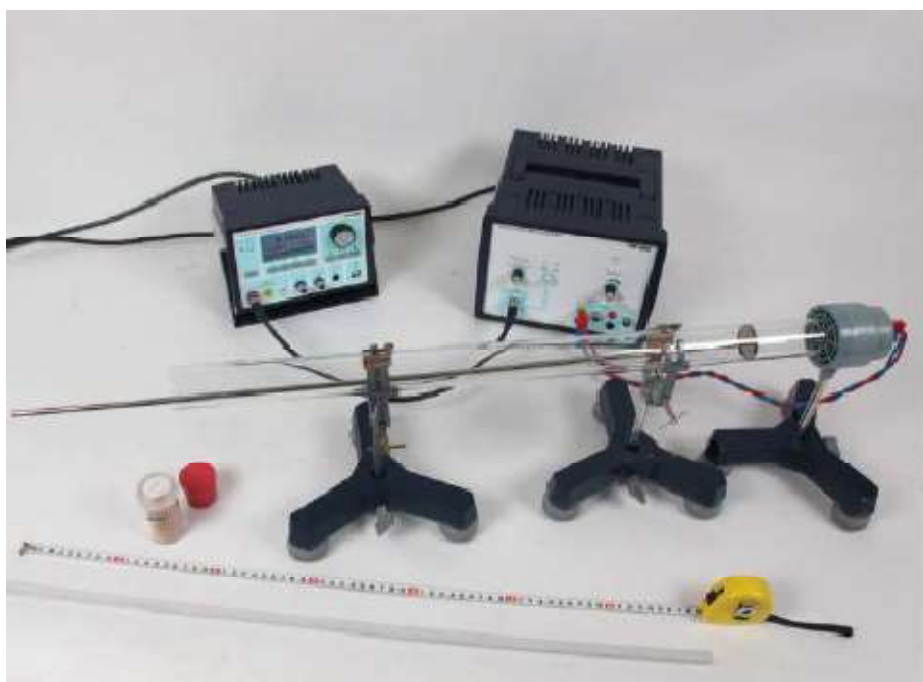
Дрвени струготини поставени во стаклена цевка ќе се придвижат при поминување на звучен бран. Во случај кога фреквенцијата на звукот ќе се совпадне со природната фреквенција на воздухот во цевката, ќе дојде до формирање на стоен бран. Дрвените струготини ќе се подредат формирајќи јазли и мевови. Преку должината на воздушниот столб и бројот на формирани фигури во цевката, може да се пресмета природната фреквенција.

### Задача

- определување на брзината на звукот низ воздух со помош на формирање стојни бранови во Кунтова цевка.

### Потребна апаратура и материјали

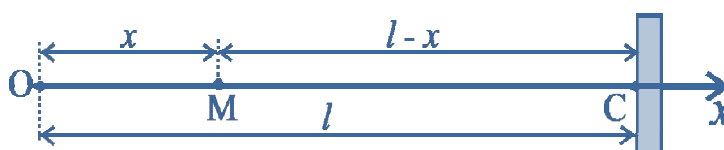
- Дигитален генератор на звук;
- Звучник;
- Стаклена цевка;
- Дрвени струготини;
- Лента за мерење должини.



## Теориски основи

Стојните бранови настануваат како последица на интерференција на два прогресивни кохерентни брана, кои се шират во спротивна насока. Такви бранови можат да се добијат на пример кога бранови од два звучни извори се движат еден кон друг и интерферираат во дадена точка од средината во просторот меѓу нив. Исто така стоен бран може да се добие при одбивање на прогресивен бран од вертикална препрека. Во таков случај упадниот и одбиениот бран имаат ист правец, но спротивни насоки и може да се суперпонираат.

Нека изворот на осцилации се наоѓа во точката О на растојание  $l$  од препреката. Бранот се шири од изворот кон препреката и потоа се одбива од неа во точката С менувајќи ја насоката на простирање. Ја разгледуваме суперпозицијата на упадниот и рефлектираниот бран во точката М.



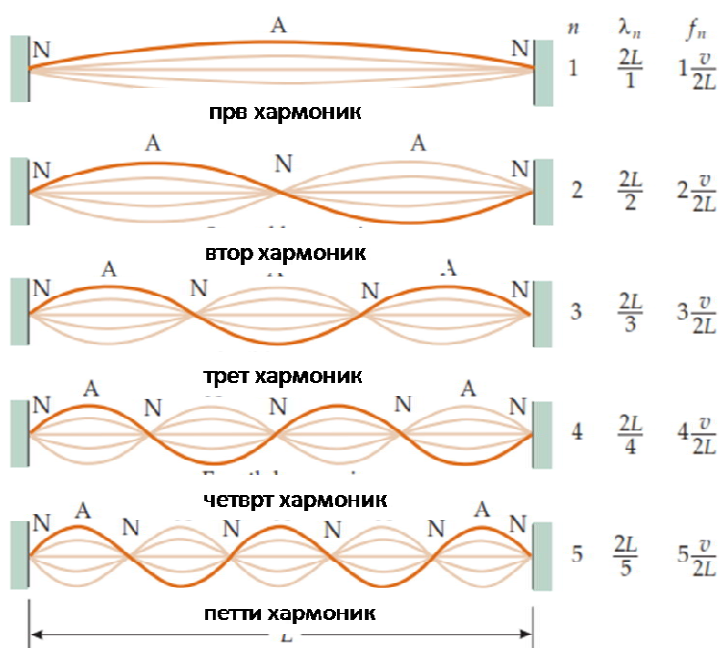
За резултантната елонгација на стојниот бран како функција од времето се добива изразот:

$$y = 2A_0 \sin k(l - x) \cos(\omega t - kl),$$

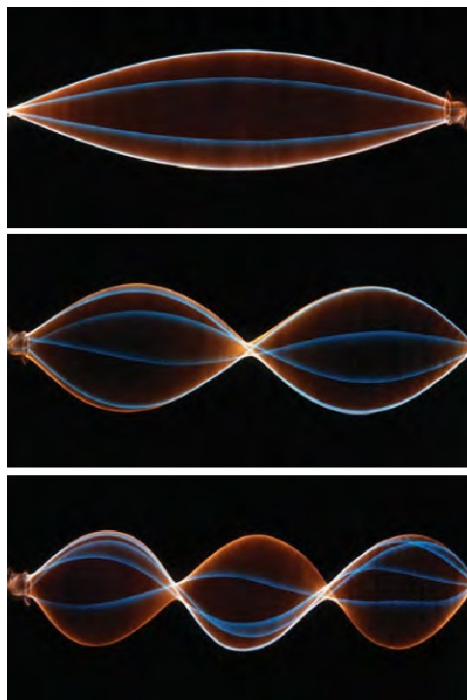
која што претставува **равенка на стоен бран**.

Равенката на стоен бран опишува специјален вид на просто хармониско движење, што значи дека секоја честица на материјалната средина врши прости хармониски осцилации со иста фреквенција  $\omega$  како упадниот и рефлектираниот бран.

При најмалата, тнр. основна фреквенција се оформува **основниот мод на вибрирање** или **прв хармоник**. При следната повисока фреквенција се создава **вториот хармоник** итн.



Брановата слика на точките од материјалната средина што се создава во различни временски моменти при суперпозиција на два брана што се шират во спротивни насоки е дадена на сликата. Кога двата брана се во фаза, секоја точка од материјалната средина е во максимален отклон од рамнотежната положба. Кога двата брана се поместени за  $\pi/4$ , така што тие имаат спротивни фази, секоја точка од материјалната средина минува низ рамнотежната положба. Во моментот  $t = T/2$  одделните брановисе повторно во фаза, при што создаваат бранова слика која е инверзна во однос на таа во  $t = 0$ . Значи, честиците на материјалната средина во стојниот бран, со текот на времето осцилираат меѓу екстремните положби.



Точките од стојниот бран каде амплитудата  $A = 0$  се викаат **јазли на стојниот бран (J)**.

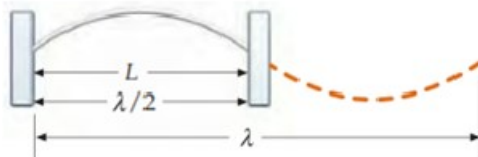
Положбите во кои честиците имаат максимален отклон од рамнотежната положба се викаат **мевови на стојниот бран (M)**.

Секогаш важи:

- Јазлите се наоѓаат на меѓусебно растојание од  $\frac{\lambda}{2}$
- Мевовите се наоѓаат на меѓусебно растојание од  $\frac{\lambda}{2}$
- Растојанието меѓу јазел и мев е  $\frac{\lambda}{4}$

Резонантните фреквенции се поврзани со должината на жицата, односно воздушниот столб во кој се формира стоен бран. Бидејќи формираните стојни бранови треба да содржат цел број на мевови (најмалиот број на мевови кој се добива при основен мод е еден), за должината на жицата добиваме дека важи условот:

$$L = n \frac{\lambda}{2}$$



Звучните бранови се најопшт пример на лонгитудинални бранови. Тие се шират низ која било материјална средина со брзина што зависи од својствата на средината.

Бидејќи звукот најчесто се простира во воздух неговата брзина се пресметува според релациите за брзина на лонгитудинални бранови.

При формирање на стоен бран со  $n$  мева во воздушен столб со должина  $L$ , со мерење на должината на воздушниот столб и основната фреквенција  $f$ , може да се пресмета брзината на звукот низ воздух со следната формула:

$$c = \lambda \cdot f = \frac{2L}{n} f$$

## Мерна постапка

Дрвените струготини се распоредуваат по должината на внатрешниот дел од цевката. Едниот крај од цевката се затвора, а на другиот крај се поставува звучникот. Дигиталниот генератор на звук се поставува со амплитуда од 3-5 V и се избира синусоиден бран.

За определување на хармониците, фреквенцијата на звукот од генераторот се менува почнувајќи од 0 Hz, па сè до 4000Hz, со чекор од 100 Hz.

Кога ќе почнат да се појавуваат првите фигури, фреквенцијата се зголемува со помал чекор од 10 Hz, сè дури струготините повеќе не се придвижуваат. Тоа е моментот кога генераторот произведува некој хармоник и во цевката е формиран стоен бран. Се запишува бројот на формирани фигури (мевови) и фреквенцијата. За истата должина на воздушниот столб се прават мерења со три различни вредности на фреквенцијата.