

# *Állóhullámok kötélen*

Mérést végezte: Somogyfoki Réka

Mérőpár: Proics Zsófia

Mérés időpontja: 2016.10.28.

Jegyzőkönyv leadásának időpontja:

## Mérés célja

Állandó feszítő súly mellett a frekvencia változtatásával a kialakult állóhullámokhoz tartozó diszkrét frekvencia-értékek megtalálása, valamint a

$$v = \lambda \cdot f$$

összefüggés alapján a terjedési sebesség ( $v$ ) meghatározása. ( $\lambda$  a hullámhossz,  $f$  a mért frekvencia)

A mérés második része a kötélt anyagi minőségétől való függés vizsgálata. A fonál egységnyi hosszának tömegét meghatározhatjuk a következő képlet segítségével:

$$v = \sqrt{F/\mu}$$

( $F$  a fonalat feszítő erő,  $\mu$  pedig a fonál lineáris sűrűsége)

## Mérőeszközök

- Csiga
- Rögzített vibrátor, hozzá kapcsolódó szinuszhullám-generátorral
- Rugalmas fonalak
- Húzó súlyok súlytartóval

## Mérés rövid leírása

A vastagabbik fonalat rögzítettük a mechanikus vibrátorhoz, majd különböző frekvenciákon vizsgáltuk a megjelenő állóhullámokat, adott, 90 g feszítő súly esetén. Megkerestük  $n=1$ -től  $n=6$ -ig a módusokhoz tartozó diszkrét frekvencia értékeket a szinuszhullám-generátoron lévő finomállító gombok segítségével.

A mérés második részéhez a vékonyabb fonalat használtuk, és különböző feszítő súlyok esetén vizsgáltuk az  $n=3$  módushoz tartozó frekvencia értékeket. 3 párhuzamos mérést végeztünk.

## Mért adatok

### 1. rész: terjedési sebesség meghatározása

n	f [Hz]	$\Delta f$ [Hz]
2	12,8	0,2
3	18,9	0,3
4	25,0	0,3
5	31,5	0,5
6	38,0	0,5

L [cm]
153,6

Ahol  $n$  a módusok száma,  $f$  a frekvencia,  $L$  pedig kifeszített fonál hossza a vibrátor és csiga közt.

## 2. rész: a terjedési sebesség anyagi minőségtől való függése

m [g]	f [Hz]		
	1.	2.	3.
50	74,8	75,0	74,9
70	90,8	88,7	89,4
90	100,1	100,3	100,2
110	111,1	110,8	111,5
130	121,2	120,4	121,1
150	130,2	130,5	130,3
170	138,3	138,0	138,6

Ahol  $m$  a húzó súlyok tömege,  $f$  pedig a mért frekvenciák értéke.

### Hibaforrások

- rosszul megfigyelt amplitúdó-maximum
- a generátor vagy a vibrátor szisztematikus hibája
- húzó súlyok kilengése
- nem megfelelően kifeszített fonál
- fonál hosszának hibás mérése

### Kiértékelés

Az egyes frekvenciák arányának várt és mért értékei az első mérés esetén:

n	várt ( $n+1/n$ )	mért ( $f_{n+1}/f_n$ )
2	1,50	1,48
3	1,33	1,32
4	1,25	1,26
5	1,20	1,21

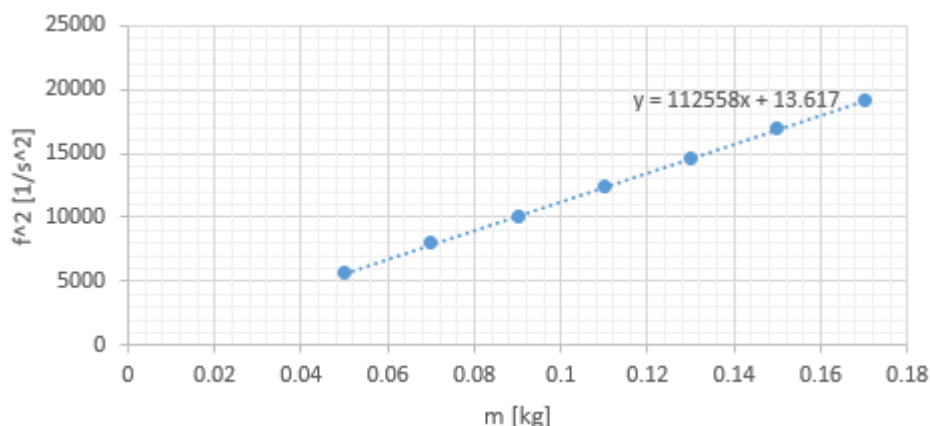
A terjedési sebesség értéke az egyes esetekben:

n	$\lambda$ [m]	f [1/s]	v [m/s]
2	1,536	12,8	19,66
3	1,024	18,9	19,35
4	0,768	25,0	19,20
5	0,614	31,5	19,35
6	0,512	38,0	19,46

A méréseinkkel jól láthatóan bebizonyítottuk tehát, hogy a hullámok terjedési sebessége közel azonos az egyes eltérő frekvencia és hullámhossz értékektől függetlenül.

A második mérés eredményeiből számított értékek:

$m_{\text{húzó súly}} [\text{kg}]$	$f_{\text{átl}} [1/\text{s}]$	$f_{\text{átl}}^2 [1/\text{s}^2]$
0,05	74,90	5610.01
0,07	89,63	8034.13
0,09	100,20	10040.04
0,11	111,13	12350.62
0,13	120,90	14616.81
0,15	130,33	16986.78
0,17	138,30	19126.89



Az illesztett egyenes meredekségét ( $a = 112558 \text{ 1/kg s}^2$ ) a következő képletbe helyettesítve:

$$\mu = \frac{n^2 \cdot g}{4 \cdot L^2 \cdot a}$$

$$\mu_{\text{mért}} = 8,31 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}$$

(Ahol  $g$  nehézségi gyorsulás értéke  $9,81 \text{ m/s}^2$ ,  $n=3$  a módusok száma,  $L = 1,536 \text{ m}$  pedig a kifeszített fonál hossza a vibrátortól a csigáig.)

A referencia kötél adataival ( $L = 4,163 \text{ m}$ ;  $m = 0,00035 \text{ kg}$ ) számolt érték:

$$\mu_{\text{szám}} = 8,41 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}$$

Tehát  $1 \text{ m}$  fonál tömege a mérésünk alapján  $0,083 \text{ g}$ , míg a referencia szerint  $0,084 \text{ g}$ . Az eltérés valószínűleg a mérésünk pontatlanságából adódik, de a két érték közel azonos.

## Diszkusszió

A mérésünk sikeres volt, hiszen mind a várt és mért frekvencia-értékek, mind a terjedési sebességek értékei az egyes esetekben közel azonosak. A fonalak mért és számolt lineáris sűrűségeire is hibán belül azonos értékeket kaptunk.