Állóhullám kötélen

Mérést végezte: Görgei Csongor

Mérőtárs neve: Novák Emil

Mérés időpontja: 2019. 03. 01.

Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2019. 03. 08.

Mérés célja

Állóhullámok jellemzőinek mérése, a sebesség, frekvencia és hullámhossz kapcsolatának megállapítása, a rájuk vonatkozó törvények igazolása, a mérési bizonytalanság mérése. A hullám terjedési sebességének az anyagi minőségétől való függésének vizsgálata, kiszámítani a fonál egységnyi hosszának tömegét, számítás helyességének ellenőrzése referencia fonál segítségével.

Mérőeszközök

* Két különböző vastagságú fonál
* Súlyok
* Szinusz hullám generátor
* Rezgéskeltő

Mérés rövid leírása

Az első mérésnél a vastagabb fonál egyik végét a rezgéskeltőhöz erősítjük, a másikra 90g súlyt akasztunk és átvetjük egy csigán. Majd a hullám generátorral olyan frekvenciájú rezgésbe hozzuk a fonalat úgy, hogy a fonálon n darab (2-6) fél hullámhossz legyen (ez a kötélen látható csomópontok számánál egyel nagyobb) és az ezekhez tartozó frekvenciákat lejegyezzük, illetve megmérjük, hogy menyivel lehet ezektől a frekvenciáktól eltérni anélkül, hogy a csomópontok száma változna, ez a mérési bizonytalanság. A második mérésnél a vékonyabb fonál tulajdonságait mérjük, a fonál végéhez erősített súlyt 50g-170g között 20g-osával változtatjuk és lejegyezzük az adott súlynál a fonálon három fél hullámhossz létrehozó frekvenciát. A fonalak mindkét esetben 1,5m hosszúak a csiga és a rezgéskeltő között.

Mérési adatok

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. mérés | | |
| n | f [Hz] | Δf [Hz] |
| 2 | 10,1 | 0,4 |
| 3 | 15,8 | 0,1 |
| 4 | 20,7 | 0,6 |
| 5 | 25,6 | 0,9 |
| 6 | 31 | 0,8 |

Itt *n* a fonál hosszára „felférő” fél hullámhosszak száma, *f* pedig a hullám generátor által létrehozott frekvencia, *Δf* a mérési bizonytalanság.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 2. mérés | | | |
| m [kg] | f [Hz] | | |
| 1. | 2. | 3. |
| 0,05 | 49,5 | 49,5 | 49,6 |
| 0,07 | 58,8 | 58,7 | 58,9 |
| 0,09 | 66,9 | 67,0 | 66,8 |
| 0,11 | 74,0 | 73,9 | 74,0 |
| 0,13 | 83,7 | 84,1 | 84,5 |
| 0,15 | 88,2 | 90,7 | 90,1 |
| 0,17 | 92,4 | 92,6 | 92,4 |

Itt *m* a súly tömege, *f* pedig a hullám generátor által létrehozott frekvencia.

Hibaforrások

A rezgéskeltő nem rögzített ezért elcsúszhat, a fonál nincs tökéletesen rögzítve és a frekvenciamérés bizonytalan.

Kiértékelés

1. Mérés

A frekvenciák arányát kiszámoljuk és összevetjük a várt eredménnyel, ami megegyezik az adott frekvenciákhoz tartozó n számok arányával, ezután a kiszámoljuk a hullámhosszt és ennek segítségével a hullám terjedési sebességét, a hullám terjedési sebessége várhatóan állandó lesz a különböző frekvenciákon.

Ahol *λ* a hullámhossz, *L* a kötél hossza, *v* a terjedési sebesség, *n* a fél hullámhosszok száma *f* pedig a frekvencia.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | f [Hz] | Δf [Hz] |  |  | λ [m] | v [m/s] |
| 2 | 10,1 | 0,4 | - | - | 1,5 | 15,15 |
| 3 | 15,8 | 0,1 | 0,64 |  | 1 | 15,8 |
| 4 | 20,7 | 0,6 | 0,76 |  | 0,75 | 15,53 |
| 5 | 25,6 | 0,9 | 0,81 |  | 0,6 | 15,4 |
| 6 | 31,0 | 0,8 | 0,83 |  | 0,5 | 15,5 |

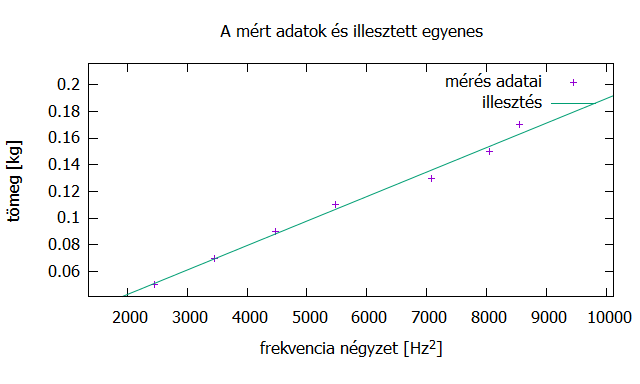
A sebességek átlaga a mérési bizonytalanság figyelembevételével:

A kapott értékek a hibaforrások figyelembevételével meglehetősen pontosak.

2. Mérés

Minden adott n számhoz (fél hullámhosszok száma) kiszámoljuk a hullám terjedési sebességét és a mért frekvenciák átlagát majd ábrázoljuk a frekvencia négyzetének és a fonálra akasztott súly tömegének összefüggését (*x=f2, y=m*) illetve egy *a\*x+b* egyenest illesztünk rá.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| m [kg] | [Hz] | [Hz] | [Hz] | [Hz] | v [m/s] | [Hz2] |
| 0,05 | 49,5 | 49,5 | 49,6 | 49,53 | 49,53 | 2453,22 |
| 0,07 | 58,8 | 58,7 | 58,9 | 58,8 | 58,8 | 3457,44 |
| 0,09 | 66,9 | 67,0 | 66,8 | 66,9 | 66,9 | 4475,61 |
| 0,11 | 74,0 | 73,9 | 74,0 | 73,97 | 73,97 | 5471,56 |
| 0,13 | 83,7 | 84,1 | 84,5 | 84,1 | 84,1 | 7072,81 |
| 0,15 | 88,2 | 90,7 | 90,1 | 89,67 | 89,67 | 8040,71 |
| 0,17 | 92,4 | 92,6 | 92,4 | 92,47 | 92,47 | 8550,70 |



Az illesztett egyenes adatai:

A fonal egységnyi hosszának a tömegét a következő képlet átalakításából kapott képlettel lehet megállapítani:

Amit átalakítva:

Ahol *a* az illesztett egyenes meredeksége avagy:

A fenti egyenletekben *m* a súly tömege, *n* a fél hullámhosszak száma, *F* a súly által kifejtett erő, *µ* a fonál egységnyi hosszának tömege, *g* a gravitációs gyorsulás és *L* a fonál hossza. A gravitációs gyorsulás értéke *g=9,81 m/s2.*

A számítások elvégzése után a következő eredményt kapjuk:

Ezt az értéket a referencia fonál előre megadott tulajdonságai alapján ellenőrizhetjük.

|  |  |
| --- | --- |
| L [m] | m [kg] |
| 4 | 0,0008 |

Ezen értékekből kiszámolva a *µ*-t:

A *µ*-re kapott két érték jó közelítéssel megegyezik főleg akkor ha a hibaforrásokat is figyelembe vesszük.

Diszkusszió

A kapott értékek hibahatáron belül vannak, a második mérésnél az illesztett egyenes jól illeszkedik az adatok által meghatározott pontokra. Sikerült meghatározni a hullám terjedési sebességét, igazolni, hogy a terjedési sebesség a frekvenciától független de függ a fonalat feszítő erőtől. Sikeresen meghatároztuk a fonál egységnyi hosszának tömegét.