Határozzuk meg a kialakuló állóhullám négy legalacsonyabb lehetséges frekvenciáját (alaphang és első három harmonikus) az alábbi esetekben:

(a) Egy két végén rögzített 0,8 m hosszú gitárhúr, melyben a hangsebesség 1200 m/s.
(b) Egy a közepén rögzített 0,8 m hosszú rugalmas pálca, melyben a hangsebesség 1200 m/s.
HF5 { (c) Egy mindkét végén nyitott 0,8 m hosszú cső (hangsebesség levegőben: 340 m/s)
(d) Egyik végén zárt, másikon nyitott, 0,8 m hosszú cső (hangsebesség: 340 m/s)

Amikor állóhullám alakul ki, akkor a hely és időfüggés szétcsatolódik. Minden pont azonos fázisban rezeg, viszont az amplitúdó függni fog a helytől: $A(x)$

Ahol $A(x) = 0$, ott csomópont lesz.

Ahol $A(x)$ maximális, ott duzzadóhely lesz.

Két csomópont vagy két duzzadóhely közti legkisebb távolság a hullámhosz ($\lambda$) fele lesz. A legnagyobb lehetséges hullámhosszú rezgés az alaphang ($n=1$). Mivel $f = \frac{v}{\lambda}$, ahol $v$ a hullám fázissebessége (terjedési sebesség), így az alaphangnak van a legkisebb frekvenciája, ez a legmélyebb hang (mechanikai/hang hullamoknál)

Ha a rezgő közeg vége zárt, vagy valamely közbülső pontja le van rögzítve, akkor nem tud rezegni → csomópont van.

A rezgő közeg nyitott végénél pedig duzzadóhely van.

Ezek szerint a közeg (itt egy húr vagy csőbeli levegő) geometriája meghatározza a lehetséges állóhullánok hullámhosszát (harmonikusok) [$n = 1, 2, \dots$, stb.]

A frekvencia viszont már a terjedési sebességtől is függ, ami pedig függ például a húr mechanikai feszültségétől.

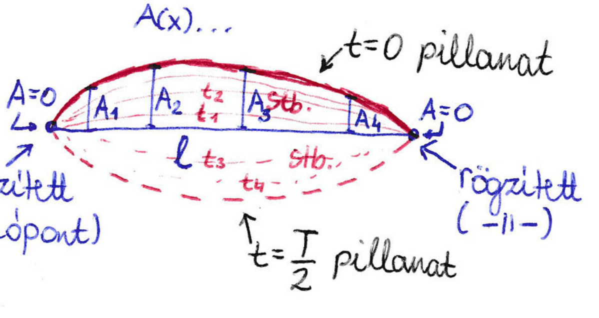
a.) végeken rögzített

$\ell = 0{,}8\,m$

$v = 1200\,\frac{m}{s}$

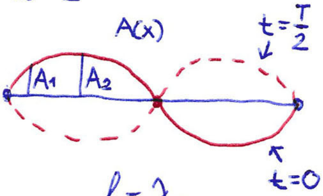
alaphang:


$\ell$ ennyi van csak } $\ell = \frac{\lambda_1}{2}$



Tehát az alaphang hullámhossza: $\lambda_1 = 2l$ $(n=1)$

$n=2$




$l = \lambda_2$

$\lambda_2 = 0{,}8m$

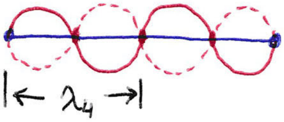
$n=3$


$l = \frac{3}{2}\lambda_3$

$\lambda_3 = \frac{2}{3}l = 0{,}533m$

$f_3 = \frac{v}{\lambda_3}$

$n=4$




$l = 2\lambda_4$

$\lambda_4 = \frac{l}{2} = 0{,}4m$

$f_4 = \frac{v}{\lambda_4}$

Tehát:

$n=1$

$\lambda_1 = 2l = \underline{\underline{1{,}6m}}$

$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{1200\frac{m}{s}}{1{,}6m} = \underline{\underline{750Hz}}$

$n=2$

$\lambda_2 = l = \underline{\underline{0{,}8m}}$

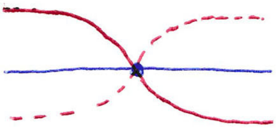
$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{1200\frac{m}{s}}{0{,}8m} = \underline{\underline{1500Hz}}$

STB.
$n=3$
és
$n=4$

$\lambda_n$-re kaphatjuk: $\frac{2l}{1}, \frac{2l}{2}, \frac{2l}{3}, \frac{2l}{4}, \ldots \frac{2l}{n} = \lambda_n$ ☺

b.) $l = 0{,}8m$
$v = 1200\frac{m}{s}$ középen rögzített

$n=1$

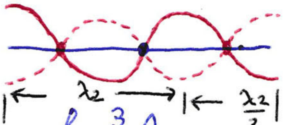


$l = \frac{\lambda_1}{2}$

$\lambda_1 = 2l = 0{,}8m \cdot 2 = \underline{\underline{1{,}6m}}$

$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{1200\frac{m}{s}}{1{,}6m} = \underline{\underline{750Hz}}$

$n=2$

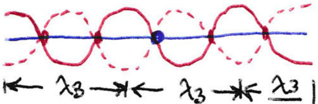



$l = \frac{3}{2}\lambda_2$

$\lambda_2 = \frac{2}{3}l = \underline{\underline{0{,}533m}}$

$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{1200\frac{m}{s}}{0{,}533m} = \underline{\underline{2251Hz}}$

$n=3$




$l = 2{,}5\lambda_3 = \frac{5}{2}\lambda_3$

$\lambda_3 = \frac{2}{5}l = \underline{\underline{0{,}32m}}$

$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{1200\frac{m}{s}}{0{,}32m}$

$f_3 = \underline{\underline{3750Hz}}$

STB...
$n=4$

Itt a középen lévő rögzítés miatt mindkét oldalon meg kell jelenni egy új csomópontnak, ahogy növeljük az n-et, mert a hullámhossz nem lehet más a két oldalon!

$\lambda_n$-re kaphatjuk: $\frac{2l}{1}, \frac{2l}{3}, \frac{2l}{5}, \frac{2l}{7}, \ldots, \frac{2l}{2n-1} = \lambda_n$ ☺