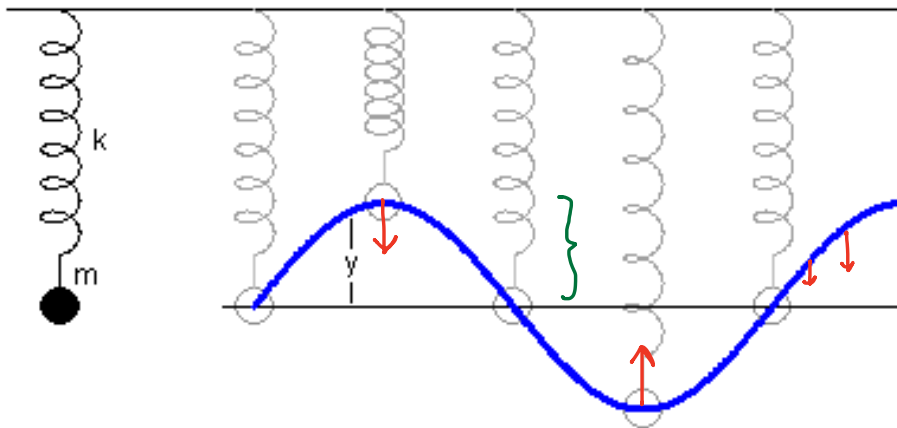


## 2.1 Värähdysliike ja harmoninen voima



Amplitudi      Jaksonaika / taajuus      Voima

Määritetään jousivakio  $k$ :

punnuksen massa  $m$  (g)

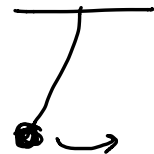
venymä  $x$  (cm)

$m$	$x$
-----	-----

Punnukseen vaikuttaa *harmoninen voima*. Sen suunta on aina kohti tasapainoasemaa ja sen suuruus on verrannollinen punnuksen etäisyyteen tasapainoasemasta.

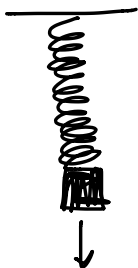
$$F = -kx$$

(x ja F vastakkaissuuntaisia)

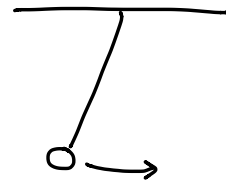


Heilurissa on myös (lähes) harmoninen voima.  
(2.2 Harmoninen värähdysliike)

Mistä jousen/heilurin jaksonaika T riippuu?



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

## 2.3 Värähtely synnyttää aallon

(kuva)

Mekaanisen aallon synnyttää AINA värähtelijä.

Heilurin aaltoliikkeessa värähtelee punnus

Veteen synnyttää aallon esim. vesipisara/tuuli

Ääni/puhe syntyy, kun äänihuulet värähtelee.

Jousen värähtelyn jaksonaika  $T$   
riippuu jousivakiosta  $k$   
ja punnuksen massasta  $m$ .

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

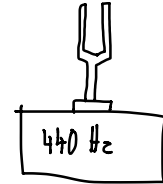
Mikäli  $m$  ja  $k$  ovat vakiot, on myös  $T$  vakio.

Tällöin myös taajuus  $f = 1/T$  on vakio.

Sanotaan että  $f$  on *ominaistaajuus*.

## Ominaistaajuus

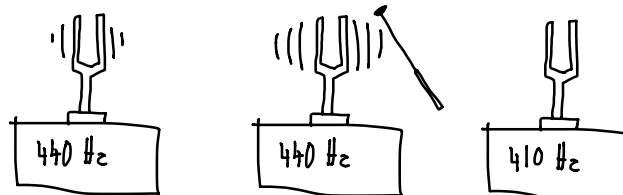
- riippuu värähtelijästä
- voi olla useita ominaistaajuuksia (soittimet)
- esim. äänirauta
- lisätty punnus muuttaa om.taajuutta



Ulkoisen voiman vaikuttaessa kappaleeseen sen ominaistaajuudella, voimistuu tämän kappaleen värähtelyn amplitudi (voimakkuus).

Tätä ilmiötä kutsutaan *resonanssiksi*.

Esim. Saman ominaistaajuuden ääniraudat alkavat (ääniaaltojen välityksellä) resonoimaan toisiaan.



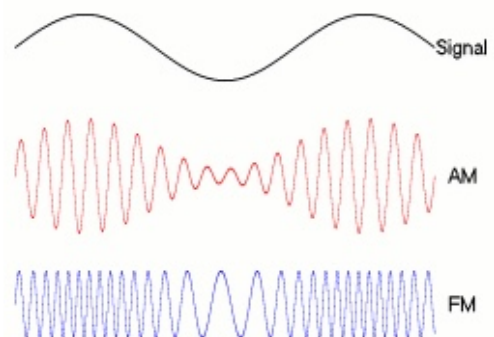
Keinun voimakkuus (amplitudi) lisääntyy, kun aina samalla kohtaa tönäistään lisää vauhtia.

Tacoma Narrowsin silta 1940 (video) romahti, kun tuuli aiheutti siltaan resonanssin, joka voimistuessaan tarpeeksi romautti sen

Viinilasi soi (ja jopa rikkoutuu) kun sen reunaa hivellään (syötetään energiaa) tai jos oopperalaulaja laulaa sopivalla korkeudella tarpeeksi kauan.

Bussin seinät värähtelevät aina tietyssä moottorin kierrosnopeudessa, mikä vastaa seinien ominaistaajuutta.

Resonanssiin on siis syytä varautua varotoimenpitein sekä rakentamisessa että käytössä, mutta sitä myös hyödynnetään sähkömagneettisessa viestinnässä (vastaanottimen ominaistaajuus viritetään kantoaallon taajuuteen, eli valitaan kanava joka resonoi oikeaan signaaliin)



kotiin s.47-> tehtävät 14, 16, 19, 29 ja 30