

6 Harmoninen voima

6 Harmoninen voima

Mittaus: venymä x ja voima F .

- Jousessa vaikuttava voima on $\bar{F}$ ja sen kaava on

$$\bar{F} = k\bar{x}$$

, jossa k on jousen **jousivakio** ja $\bar{x}$ on jousen poikkeama tasapainoasemasta.

- Jousivakio k kuvaa jousen jäykkyyttä. Jousivakion yksikkö on

$$[k] = \frac{[F]}{[x]} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad \text{tai} \quad \frac{\text{N}}{\text{m}} = \frac{\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}}{\text{m}} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$$

- harmoniseksi voimaksi** kutsutaan voimaa, jonka suunta on aina kohti tasapainoasemaa ja jonka suuruus on suoraan verrannollinen etäisyyteen tasapainoasemasta.
- Harmonisen voiman potentiaalienergia on

$$\circ \quad E = \frac{1}{2} kx^2$$

- Jousivoima on harmoninen voima.
 - Poikkeama voi olla joko positiivista (jousta venytetään) tai negatiivista (jousta puristetaan kasaan).
 - Jousivoima ja poikkeama ovat aina vastakkaisuuntaisia.

$$\blacksquare \quad F = -kx$$

ESIM1

Jousi venyi 13 cm, kun siihen ripustettiin juomatölkki, jonka massa oli 340 grammaa. Kun jouseen ripustettiin mato-ongella saatu ahven, jousi venyi 7,0 cm.

a) Kuinka suuri oli jousen jousivakio?

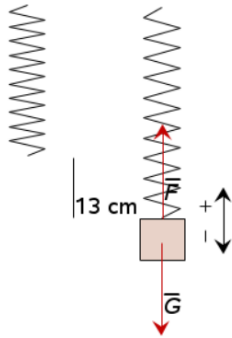
b) Kuinka suuri oli ahvenen massa?

a)

$$x_j = 13 \text{ cm} = 0,13 \text{ m}$$

$$m_j = 340 \text{ g} = 0,340 \text{ kg}$$

$$k = ?$$



Newtonin toisen lain mukaan $\Sigma F = 0$

$$F - G = 0 \quad \parallel \quad F = kx \quad , \quad G = mg$$

$$kx - mg = 0$$

$$k = \frac{mg}{x} = \frac{0,340 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,13 \text{ m}} = 25,6569... \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$k \approx 26 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

b)

$$x_a = 0,070 \text{ m}$$

$$m_a = ?$$

Newtonin toisen lain mukaan $\Sigma F = 0$

$$F - G = 0 \quad \parallel \quad F = kx \quad , \quad G = mg$$

$$kx - mg = 0$$

$$m = \frac{kx}{g} = \frac{25,6569... \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot 0,070 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,18307... \text{ kg}$$

$$m = 0,183 \text{ kg} = 183 \text{ g}$$

$$k = m \cdot g / x$$

$$= 25,65692307692307692308$$

$$x = 0,070$$

$$= 0,07$$

$$m_a = k \cdot x / g$$

$$= 0,18307692307692307692$$

ESIM1 (aineisto-6-esim2)

Määritä mittausten avulla jousen A jousivakio.

Jousen harmoninen voima

$$F = kx$$

(jousivakio saadaan (x, F)-kuvaajan kulmakertoimesta)

(voimakuvio)

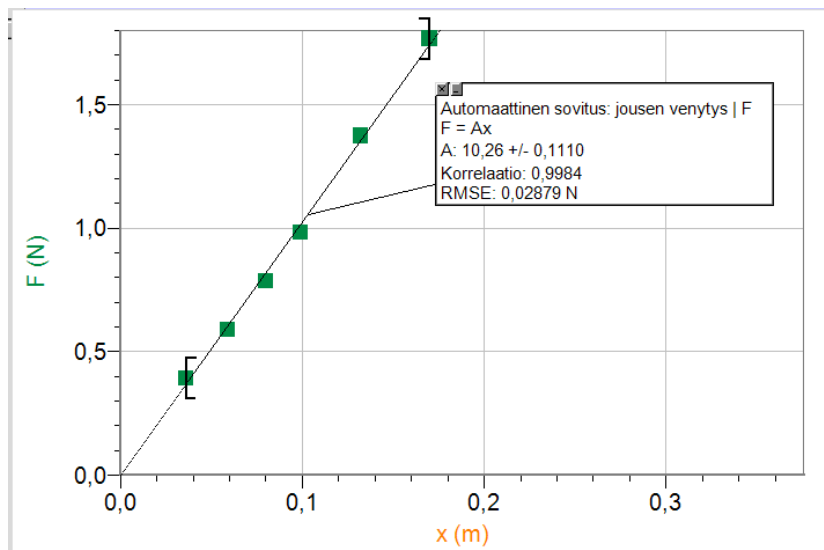
Kappale on paikallaan, joten Newtonin toisen lain mukaan $\Sigma F = 0$:

$$F - G = 0$$

$$F = G = mg$$

Lasketaan massojen m avulla voimat $F = mg$ ja piirretään (x, F)-kuvaaja.

	jousen venytys				
	m (g)	x(A) (cm)	x(B) (cm)	F (N)	x (m)
1	40	3,6	2,8	0,392	0,036
2	60	5,9	3,9	0,589	0,059
3	80	8	5,8	0,785	0,080
4	100	9,9	7,4	0,981	0,099
5	140	13,2	9,8	1,373	0,132
6	180	17	12,7	1,766	0,170



Jousivakio saadaan kuvaajan fysikaalisesta kulmakertoimesta

$$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = 10,26 \frac{\text{N}}{\text{m}} \approx 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$