La relación matemática entre la frecuencia angular ω y la constante elástica del resorte k es

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Se puede demostrar por el siguiente camino:
Se obtiene la ecuación de la velocidad derivando la ecuación de movimiento con respecto al tiempo

$$v=\frac{\mathrm{d}\,x}{\mathrm{d}\,t}=\frac{\mathrm{d}\{A\cdot\mathrm{sen}(\omega\cdot t+\varphi_0)\}}{\mathrm{d}\,t}=A\cdot\omega\cdot\cos(\omega\cdot t+\varphi_0)$$

Volviendo a derivar se obtiene la ecuación de la aceleración:

$$a=\frac{\mathrm{d}\,v}{\mathrm{d}\,t}=\frac{\mathrm{d}\{A\cdot\omega\cdot\cos(\omega\cdot t+\varphi_0)\}}{\mathrm{d}\,t}=-A\cdot\omega^2\cdot\mathrm{sen}(\omega\cdot t+\varphi_0)$$

Si se sustituye $A\cdot\mathrm{sen}(\omega\cdot t+\varphi_0)$ por x queda

$$a = -\,\omega^2\cdot x$$

La aceleración es proporcional y de sentido contrario a la elongación.
La fuerza resultante puede escribirse, por la 2ª ley de Newton,

$$F = m\cdot a = m\,(-\omega^2\cdot x)$$

En el movimiento vertical, la fuerza resultante entre la fuerza elástica y el peso es una fuerza recuperadora que se rige por la expresión:

$$F = -k\cdot x$$

Igualando las dos expresiones queda

$$-k\cdot x = m\,(-\omega^2\cdot x)$$

$$k = m\cdot\omega^2$$

Despejando ω

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$