La ecuación de movimiento en un M.A.S. es

$$x = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

También

$$x = A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi'_0)$$

x es la elongación: separación de la posición de equilibrio. También es la posición del móvil en el sistema de referencia elegido.
A es la amplitud: elongación máxima.
ω es la pulsación o frecuencia angular: número de oscilaciones del móvil en 2 π segundos. Está relacionada con el período T y con la frecuencia f por las expresiones: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
t es el tiempo.
φ_0 es la fase inicial. Se emplea para determinar la posición inicial x_0. Tiene distinto valor con la función seno que con la función coseno: $\varphi_0 = \varphi'_0 + \pi / 2$

Para obtener la ecuación de movimiento hay que calcular los valores de A, ω y φ_0 a partir de los datos.

Cuando se estira el resorte y se suelta, el móvil oscila a ambos lados de la posición de equilibrio. El alargamiento inicial es el alargamiento máximo. Ese dato ya es la amplitud A.
Para calcular la frecuencia angular ω, en el caso de no tener ni el período T ni la frecuencia f, se emplea el valor de la constante elástica del resorte k.
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

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

Volviendo a derivar se obtiene la ecuación de la aceleración:

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

Si se sustituye $A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \varphi_0)$ 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

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

Para calcular la fase inicial φ_0, se sustituye en la ecuación de movimiento el valor de la posición inicial x_0 cuando el tiempo $t = 0$.

$$x_0 = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot 0 + \varphi_0) = A \cdot \text{sen}(\varphi_0)$$

$$\varphi_0 = \text{arcsen}(x_0 / A)$$

En caso de que la posición inicial sea la del resorte totalmente estirado sería: para $t = 0$, $x_0 = A$

$$\varphi_0 = \text{arcsen}(1) = \pi/2 \text{ [rad]}$$

En este caso es más sencillo escribir la ecuación de movimiento en función del coseno porque $\varphi'_0 = 0$