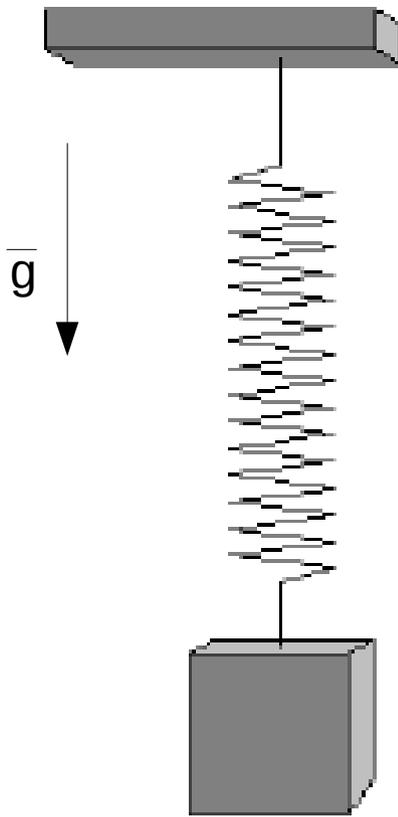


Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



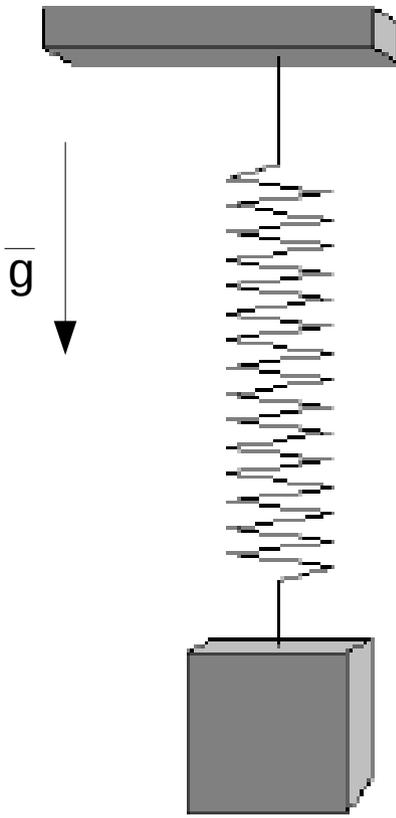
$$\begin{aligned}k &= 320\text{N/m} \\ m &= 0.8\text{kg} \\ l_0 &= 15\text{cm}\end{aligned}$$

Sale 1,5 cm por debajo de la posición de equilibrio

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:

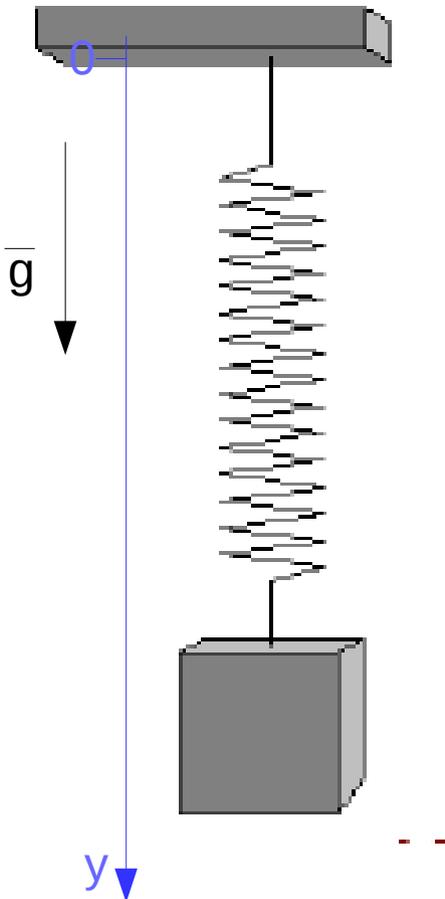
- 1 - Sistema de referencia
- 2 - Diagrama de cuerpo libre
- 3 - Ecuaciones de Newton → ecuación de movimiento

--

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



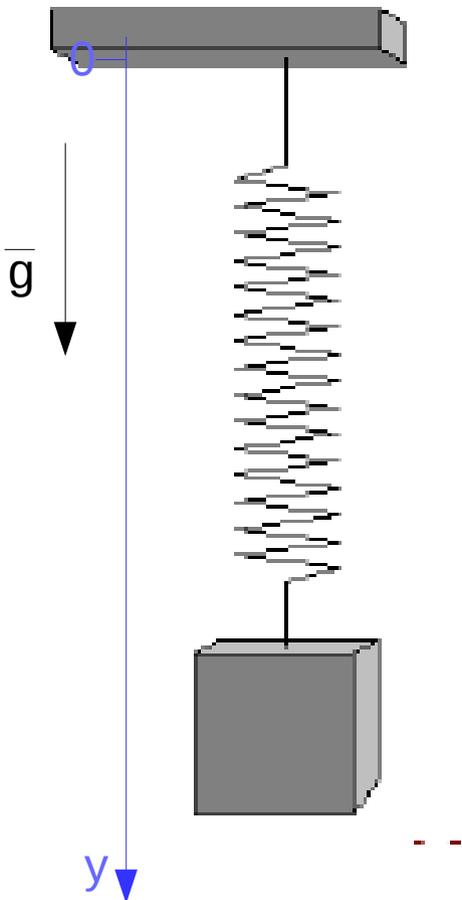
Pasos:

1 - Sistema de referencia

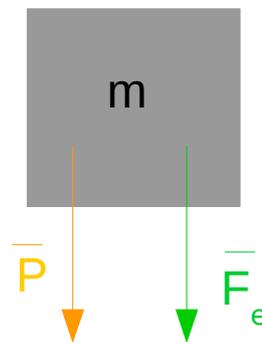
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:
2 - Diagrama de cuerpo libre



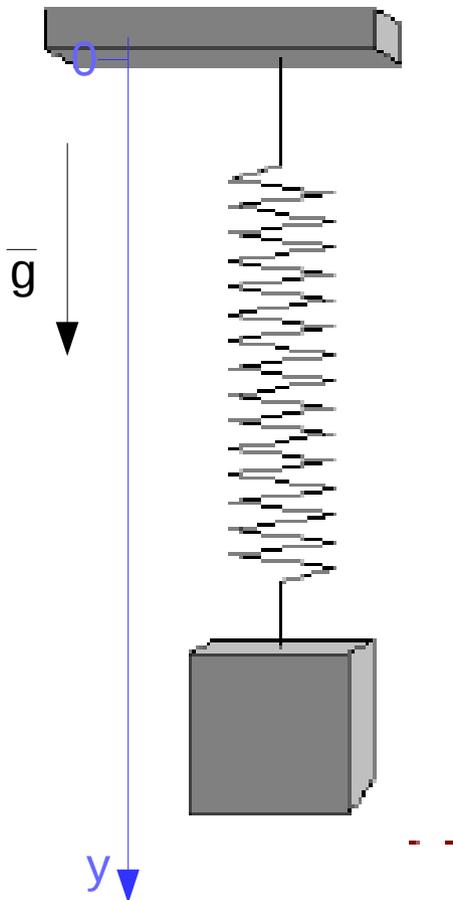
Par de acción y reacción:

- * Fuerza elástica → en el resorte
- * Peso → en la Tierra

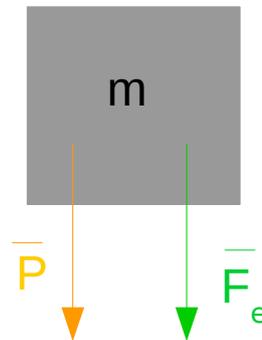
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



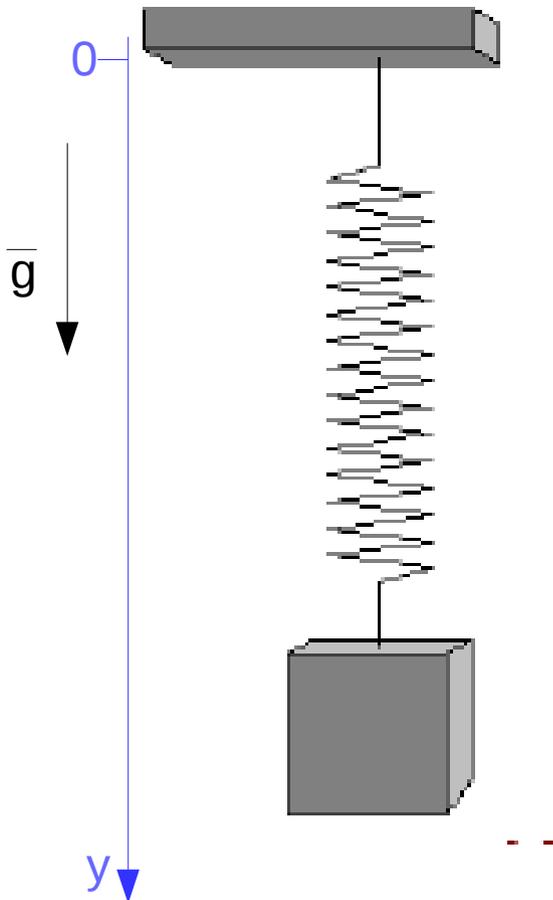
Pasos:
2 - Diagrama de cuerpo libre



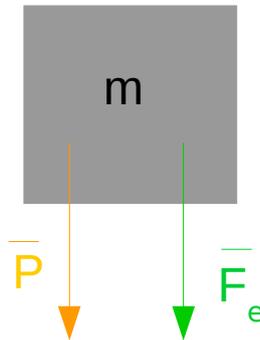
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:
3 - Ecuaciones de Newton

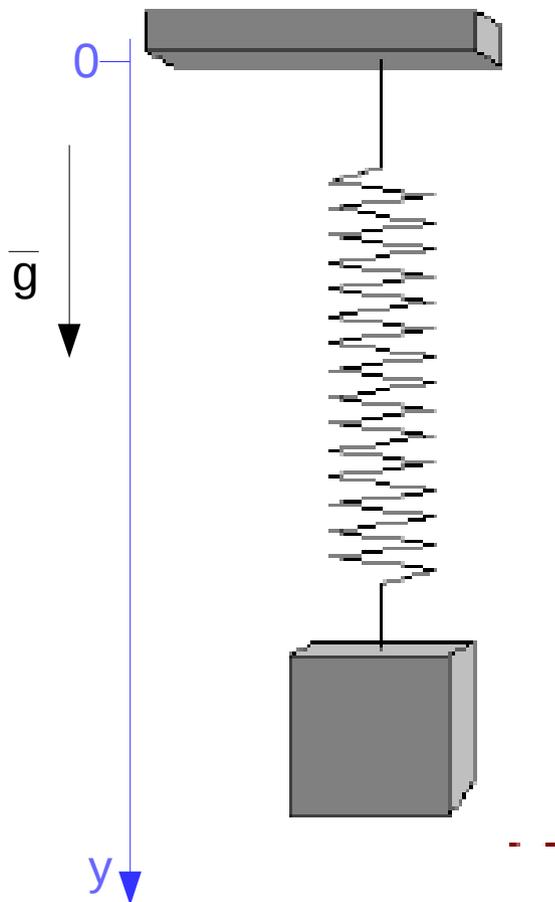


$$\vec{P} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$

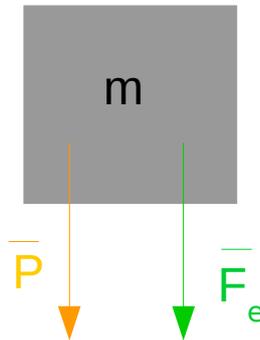
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:
3 - Ecuaciones de Newton



$$\vec{P} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$

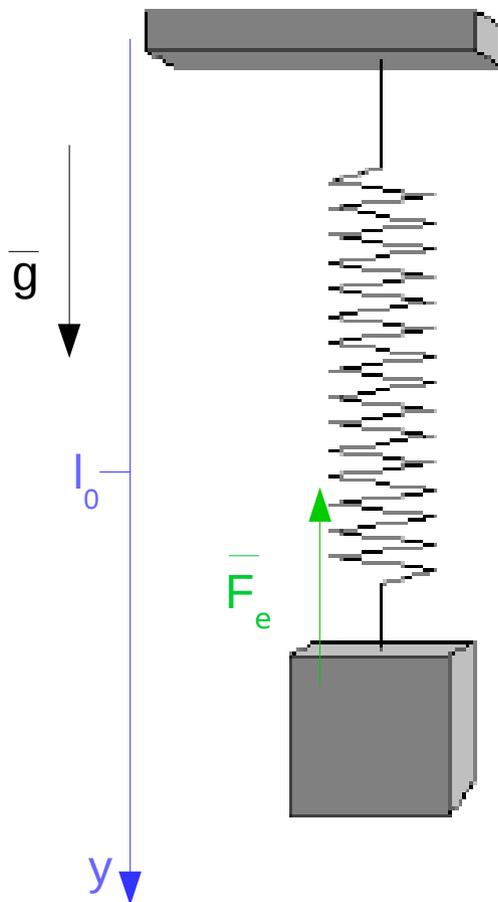
$$\vec{P} = mg\hat{y} \quad \vec{a} = \ddot{y}\hat{y}$$

$$\vec{F}_e = -k(y - l_0)\hat{y}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:

3 - Ecuaciones de Newton

$$\vec{P} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$

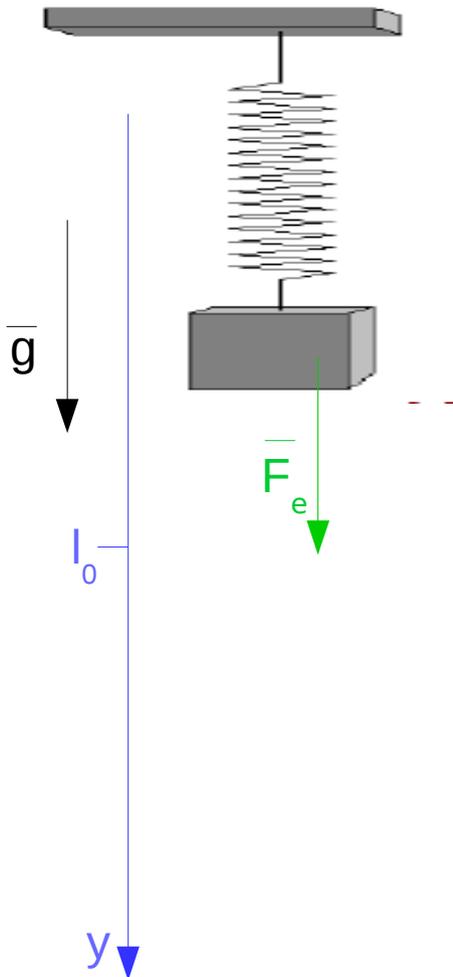
Chequeemos los signos de la fuerza elástica

$$y - l_0 > 0, \vec{F}_e = \ominus k(y - l_0)\hat{y}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:
3 - Ecuaciones de Newton

$$\vec{P} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$

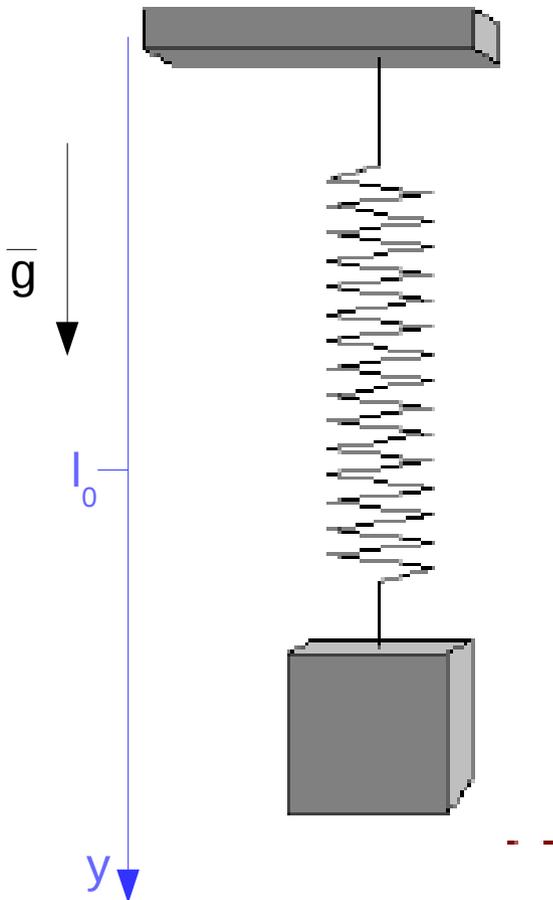
Chequeemos los signos de la fuerza elástica

$$y - l_0 < 0, \vec{F}_e = \ominus k(y - l_0)\hat{y}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Pasos:

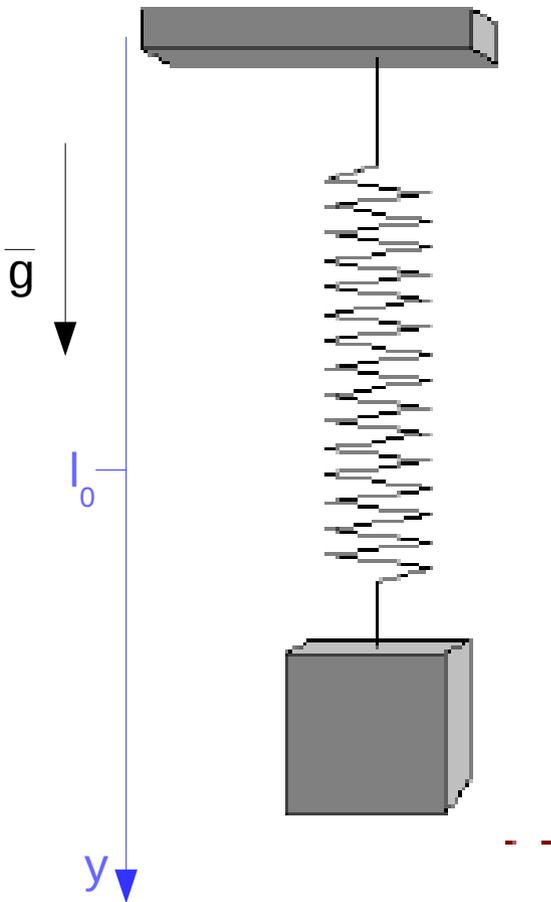
3 - Ecuaciones de Newton \rightarrow ecuación de movimiento

$$mg - k(y - l_0) = m\ddot{y}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$

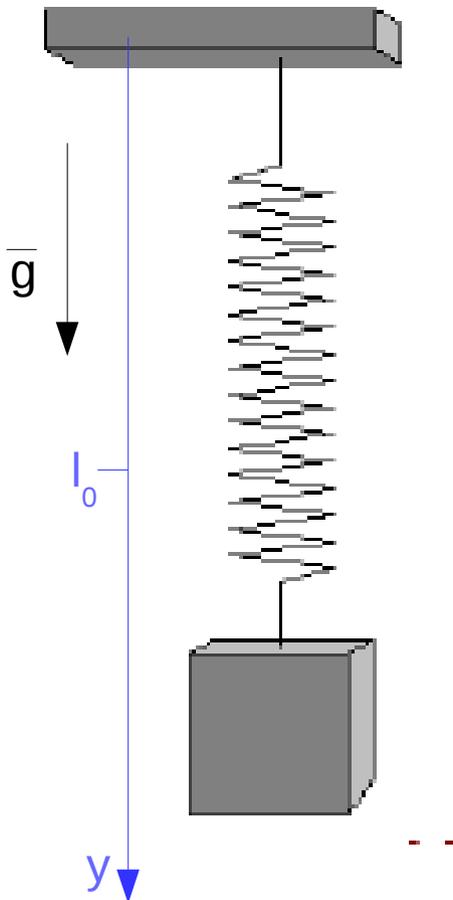


$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y} + \frac{k}{m}y$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



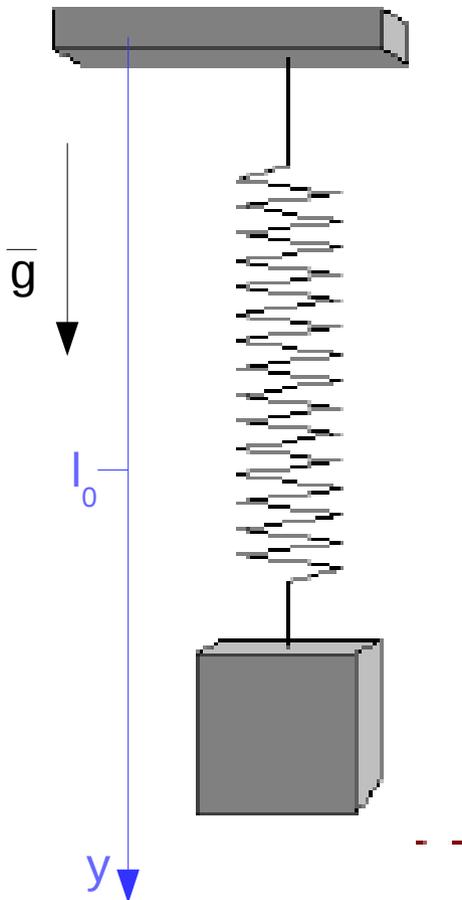
$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y} + \frac{k}{m}y$$

$$y = y_h + y_p$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y} + \frac{k}{m}y$$

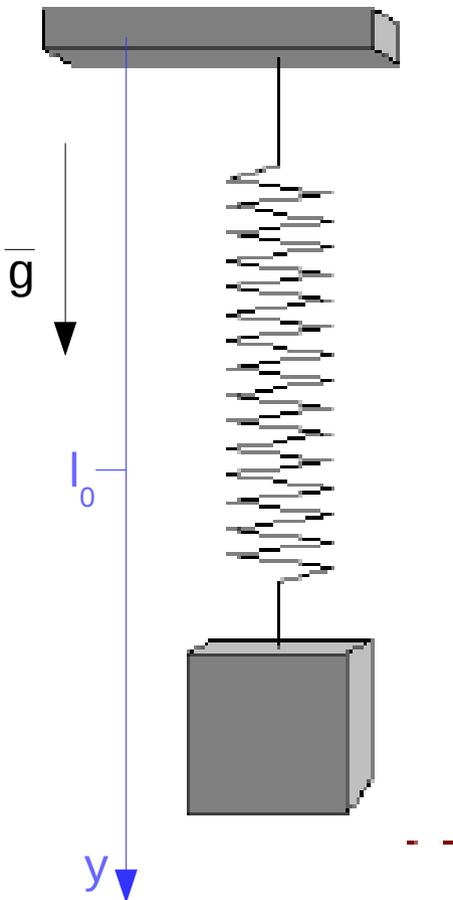
$$y = y_h + y_p$$

$$0 = \ddot{y}_h + \frac{k}{m}y_h$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



$$0 = \ddot{y}_h + \frac{k}{m}y_h$$

$$y_h = A \cos(\omega t + \phi)$$

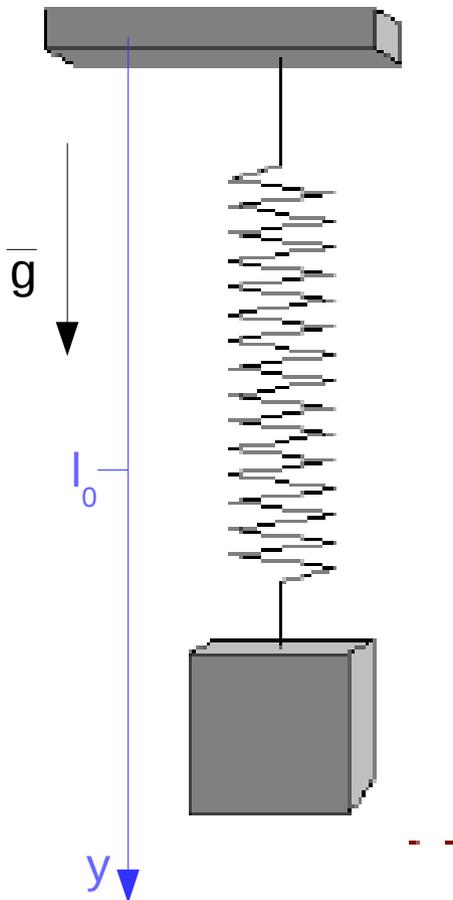
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$A, \phi \longrightarrow C.I$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y} + \frac{k}{m}y$$

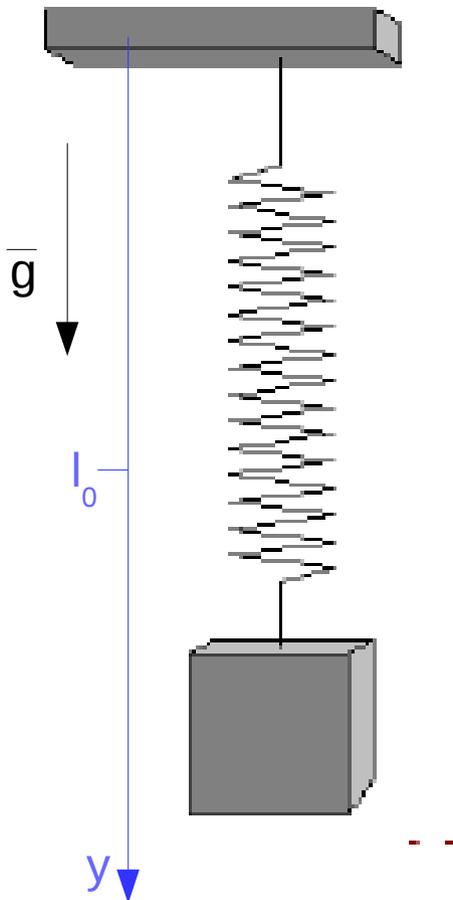
$$y = y_h + y_p$$

$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y}_p + \frac{k}{m}y_p$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y}_p + \frac{k}{m}y_p$$

$$y_p = cte$$

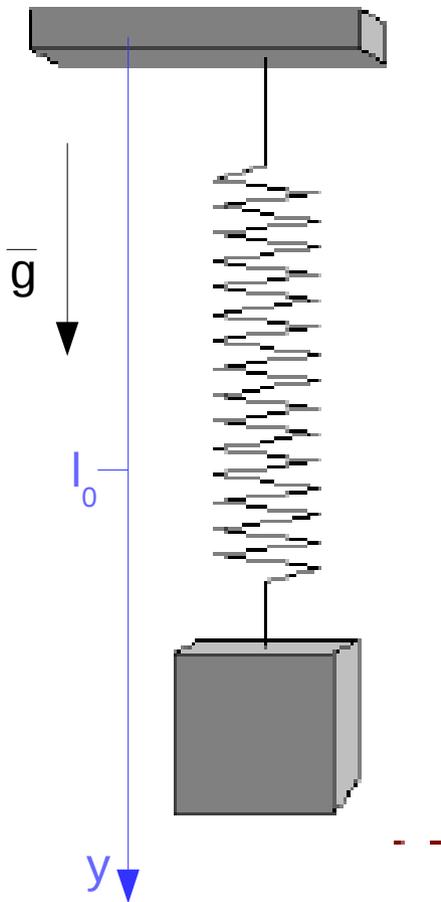
$$\ddot{y}_p = 0$$

$$y_p = \frac{mg}{k} + l_0$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



$$g + \frac{kl_0}{m} = \ddot{y} + \frac{k}{m}y$$

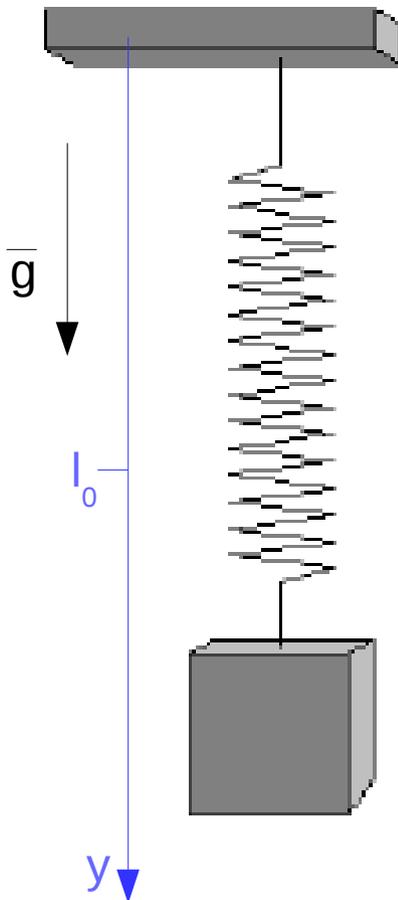
$$y = y_h + y_p$$

$$y = A \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k} + l_0$$

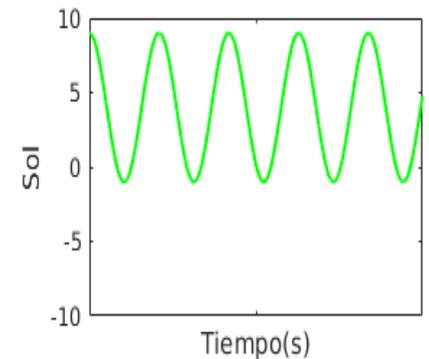
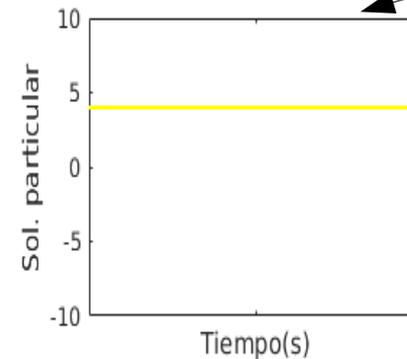
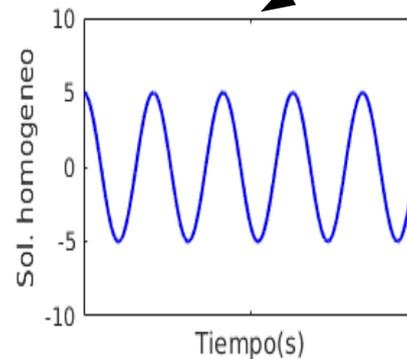
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



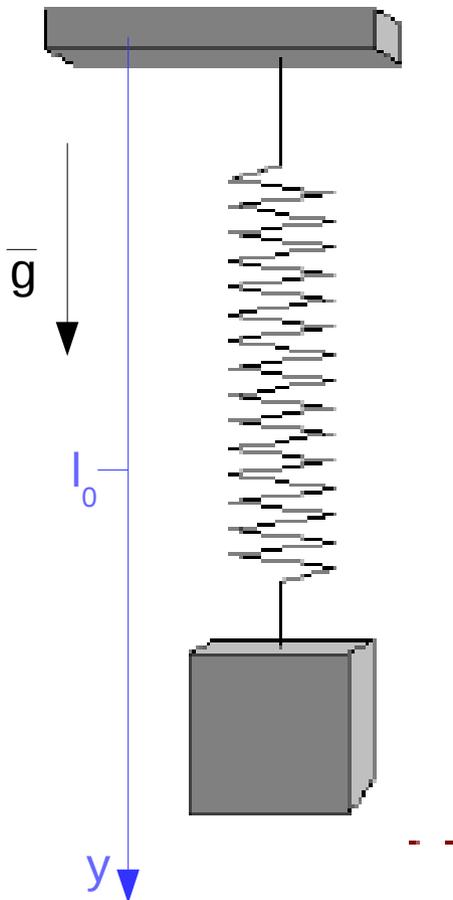
$$y = A \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k} + l_0$$



Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



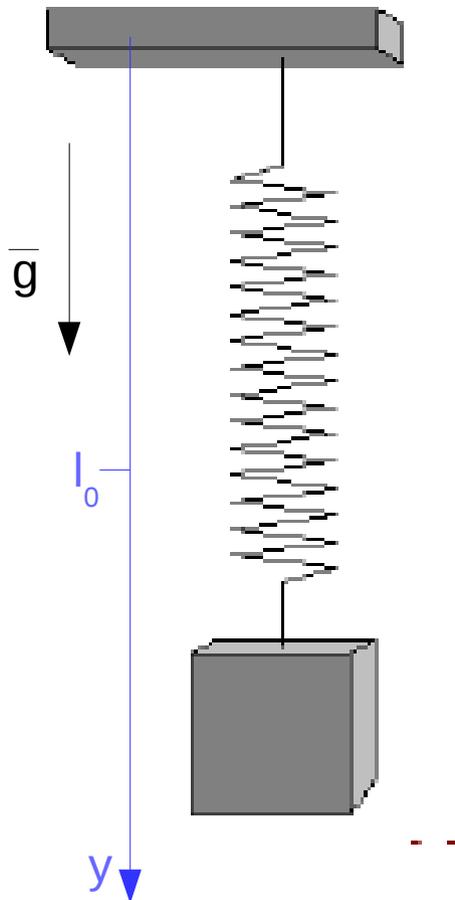
$$y = A \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k} + l_0$$

Posición de equilibrio $\frac{mg}{k} + l_0$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



¿Ya terminamos?

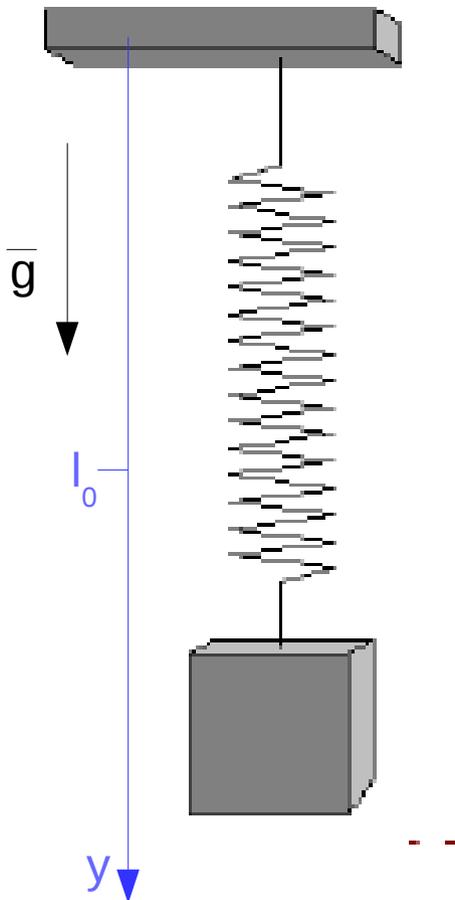
$$y = A \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k} + l_0$$

NOOOOOOOOO. Falta determinar la amplitud y la fase de las condiciones iniciales

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Voy a usar que se libera el resorte 0.15 cm por abajo de la posición de equilibrio (y_0)

$$y = A \cos(\omega t + \phi) + \frac{mg}{k} + l_0$$

$$v = -A\omega \sin(\omega t + \phi)$$

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t + \phi)$$

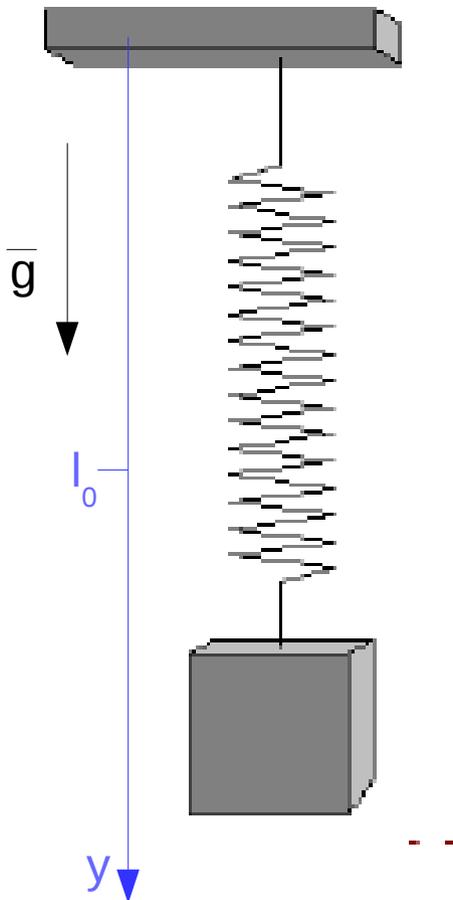
$$y(t = 0) = y_0$$

$$v(t = 0) = 0$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Voy a usar que se libera el resorte 0.15 cm por abajo de la posición de equilibrio (y_0)

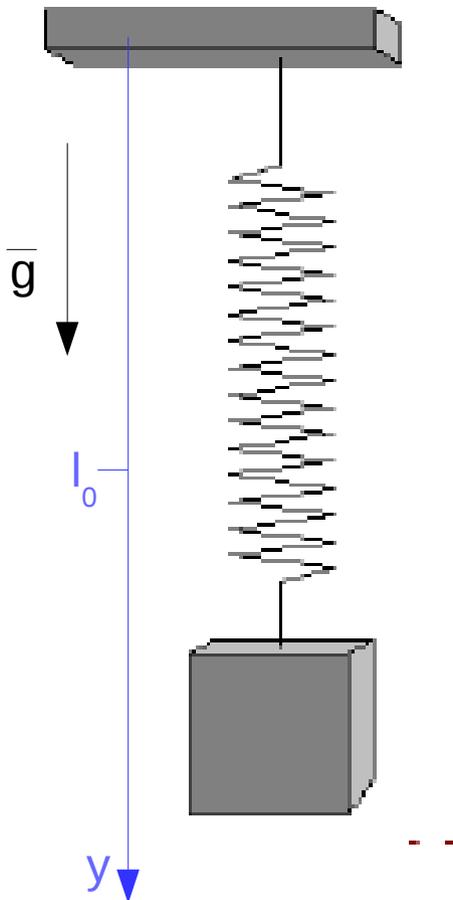
$$\phi = 0$$

$$A = y_0 - \frac{mg}{k} - l_0$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



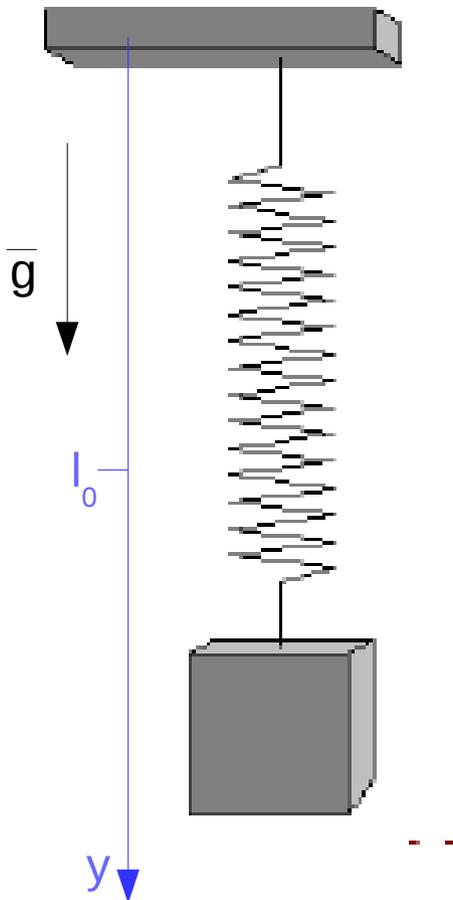
Voy a usar que se libera el resorte 0.15 cm por abajo de la posición de equilibrio (y_0)

$$y = \left(y_0 - \frac{mg}{k} - l_0 \right) \cos(\omega t) + \frac{mg}{k} + l_0$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$



Voy a usar que se libera el resorte $\tilde{y}_0 = 0.15\text{cm}$ por abajo de la posición de equilibrio ($\tilde{y}_0 + mg/k + l_0$)

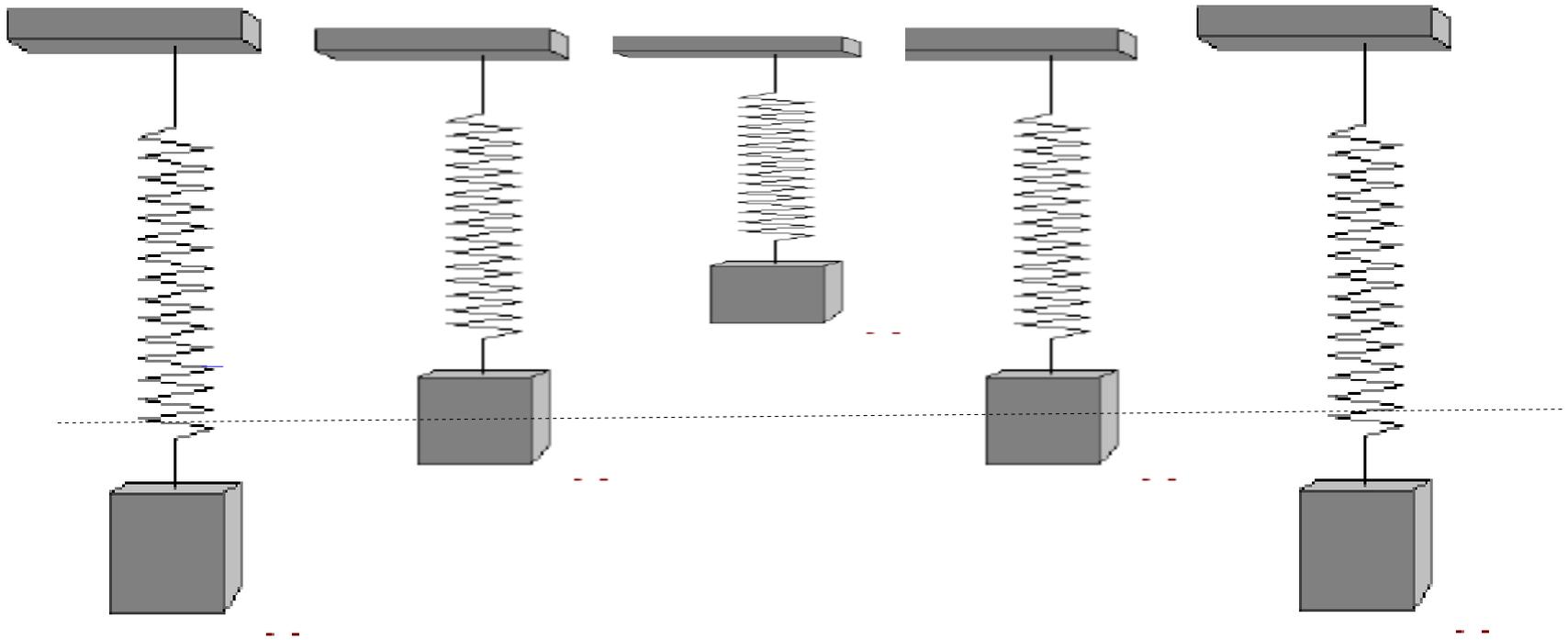
$$y = \tilde{y}_0 \cdot \cos(\omega t) + \frac{mg}{k} + l_0$$

- (i) se duplica la masa;
- (ii) se duplica la constante elástica;
- (iii) se duplica la compresión inicial.

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$

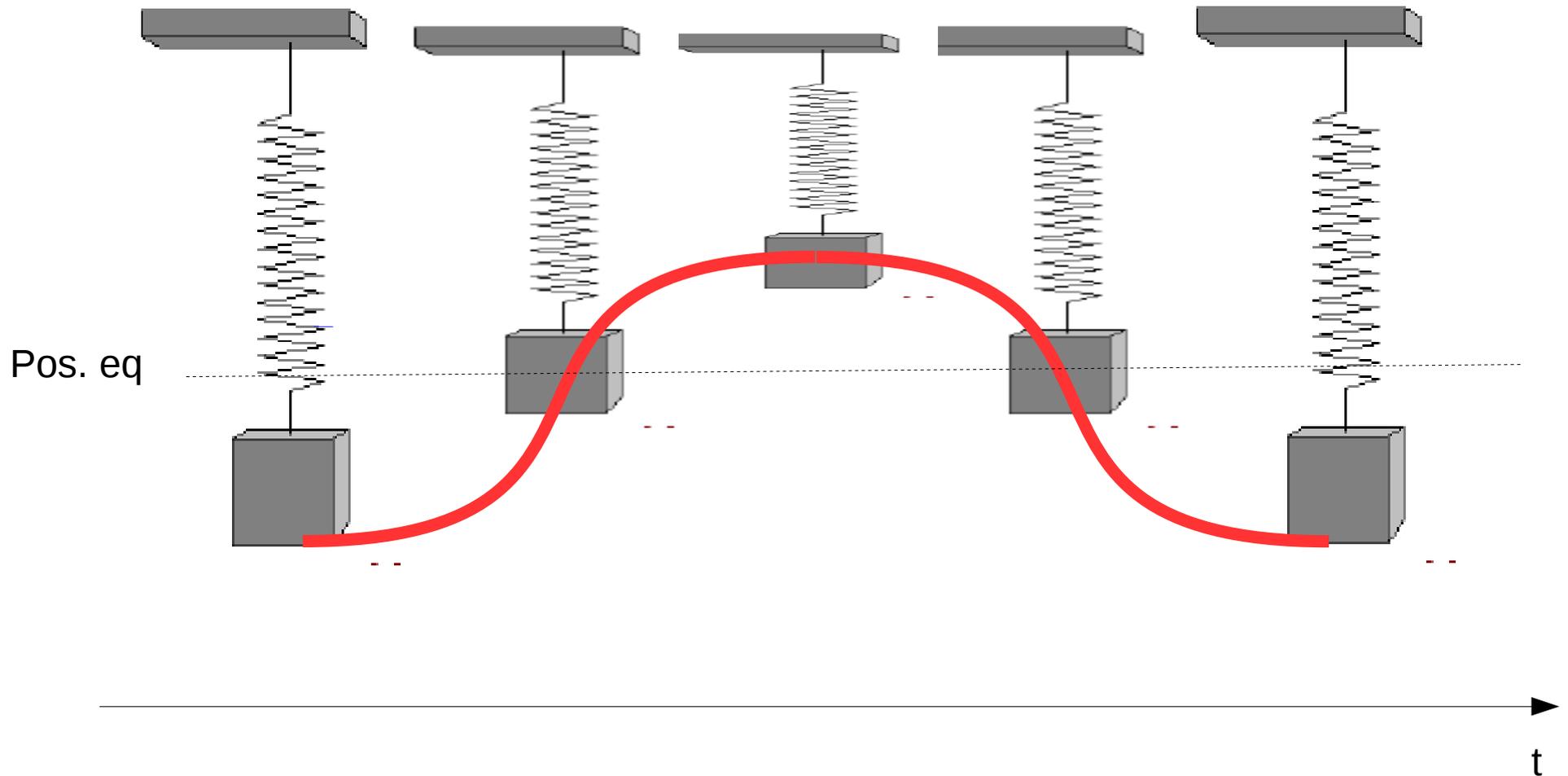


t

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

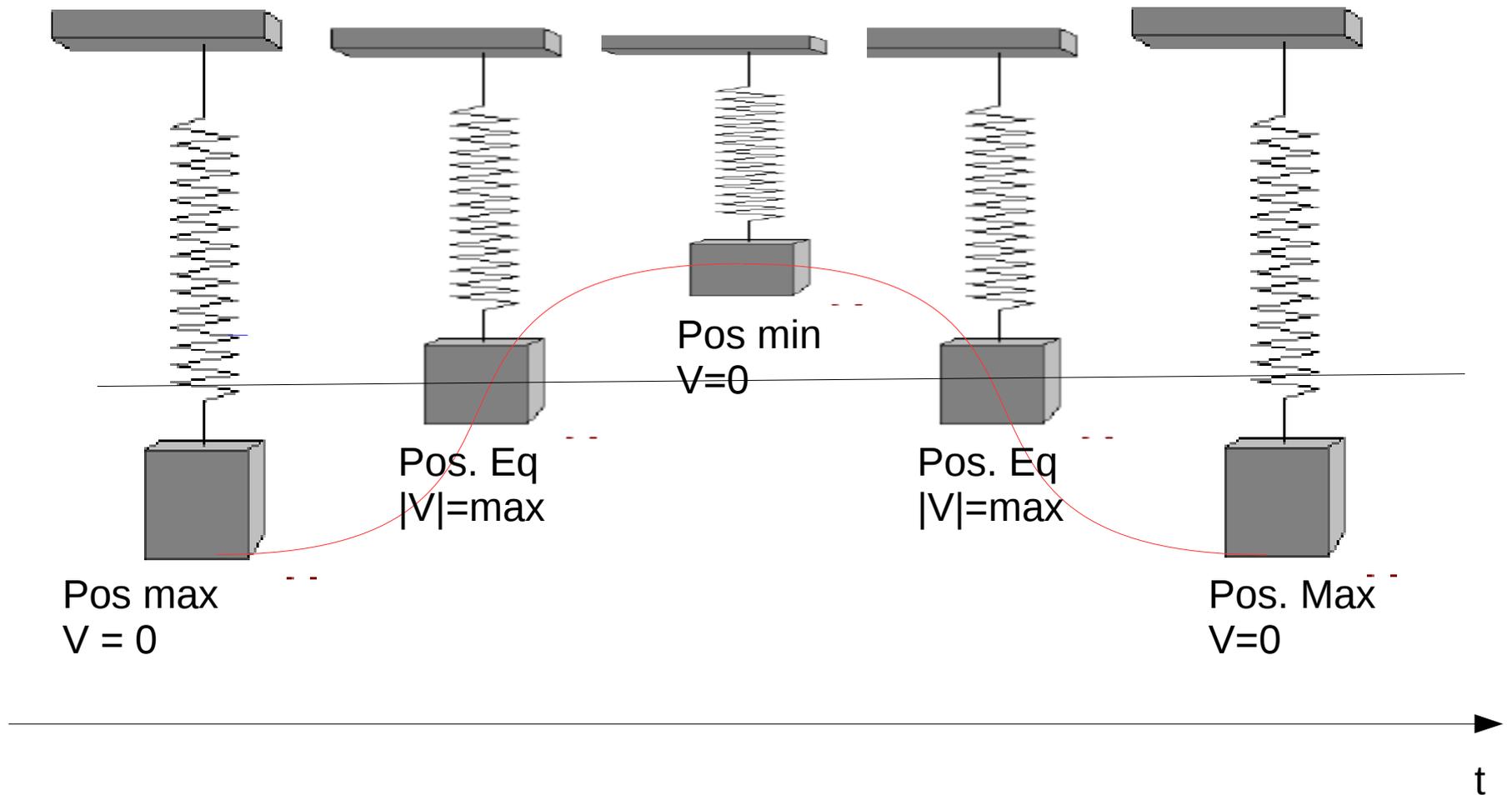
Datos: $\{k, m, l_0\}$



Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 12

Datos: $\{k, m, l_0\}$

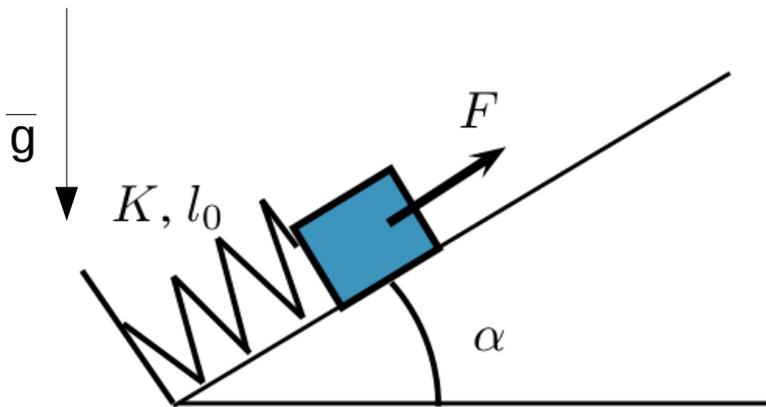


Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, m, l_0, \text{ángulo}\}$

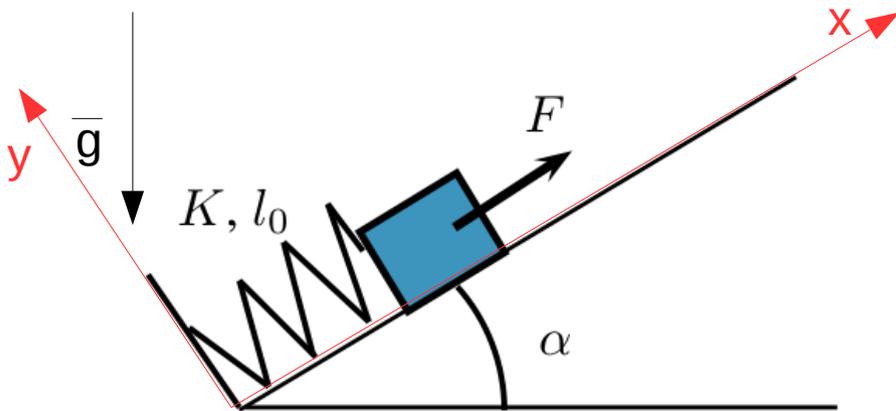
¿ Cómo se mueve el sistema?



Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, m, l_0, \text{ángulo}\}$



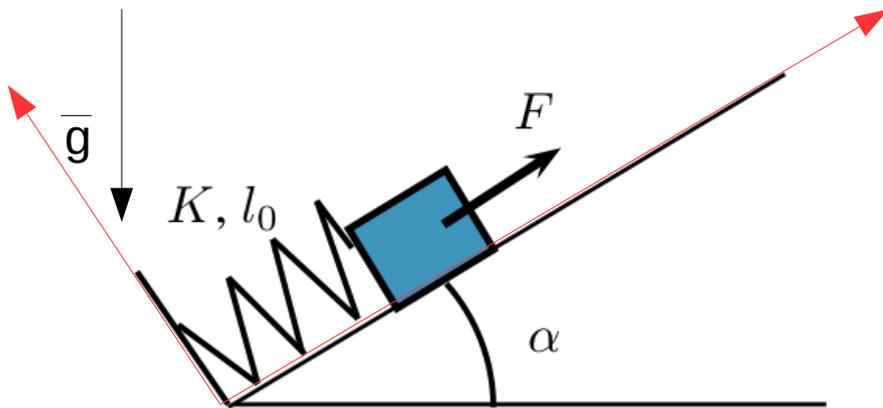
Pasos:

- 1 - **Sistema de referencia**
- 2 - Diagrama de cuerpo libre
- 3 - Ecuaciones de Newton → ecuación de movimiento

Movimiento armónico simple: segunda parte

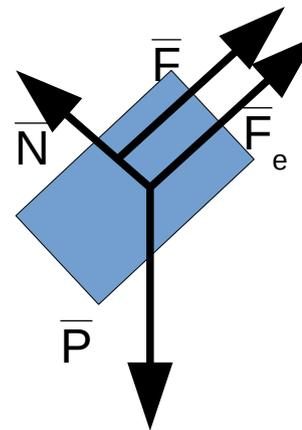
Ejercicio 13

Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$



Pasos:

- 1 - Sistema de referencia
- 2 - **Diagrama de cuerpo libre**
- 3 - Ecuaciones de Newton \rightarrow ecuación de movimiento



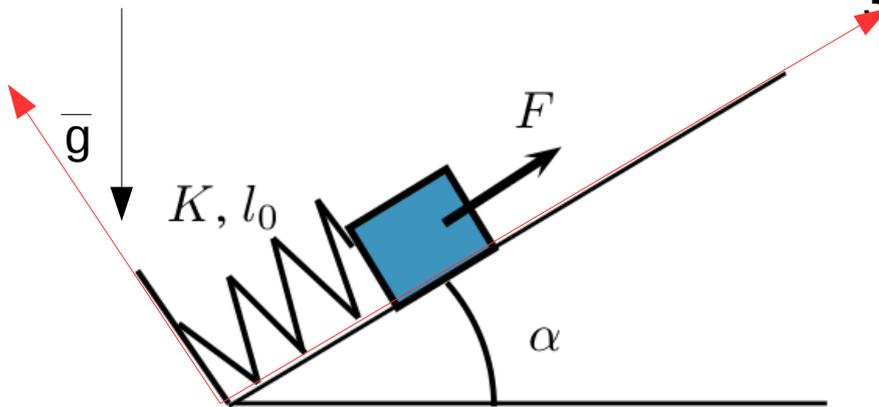
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

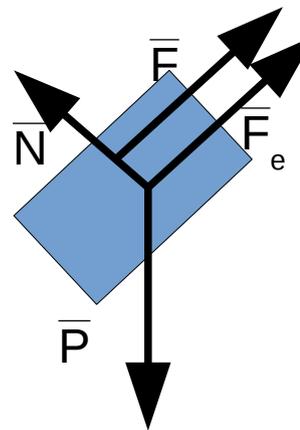
Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$

Pasos:

- 1 - Sistema de referencia
- 2 - Diagrama de cuerpo libre
- 3 - **Ecuaciones de Newton** → ecuación de movimiento



$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$



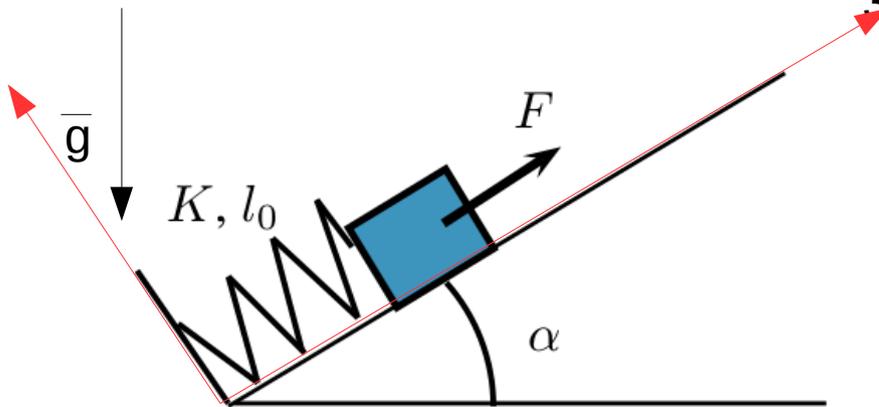
Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$

Pasos:

- 1 - Sistema de referencia
- 2 - Diagrama de cuerpo libre
- 3 - **Ecuaciones de Newton** → ecuación de movimiento



$$\vec{N} + \vec{P} + \vec{F} + \vec{F}_e = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \ddot{x}\hat{x}$$

$$\vec{N} = N\hat{y}$$

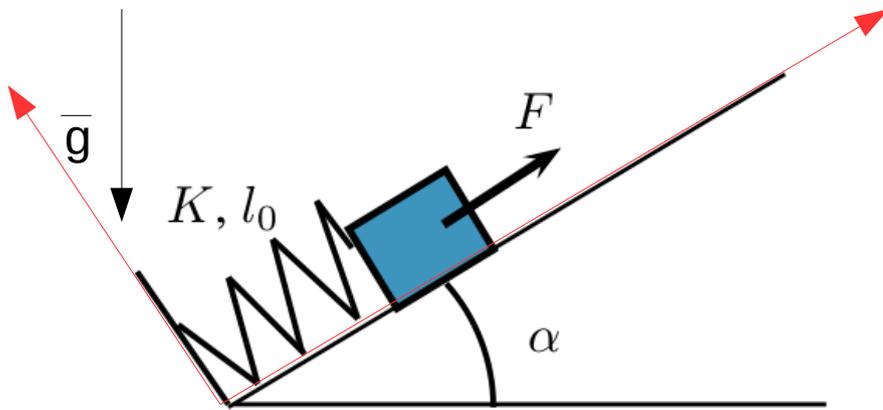
$$\vec{P} = -mg\sin(\alpha)\hat{x} - mg\cos(\alpha)\hat{y}$$

$$\vec{F}_e = -k(x - l_0)\hat{x}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$



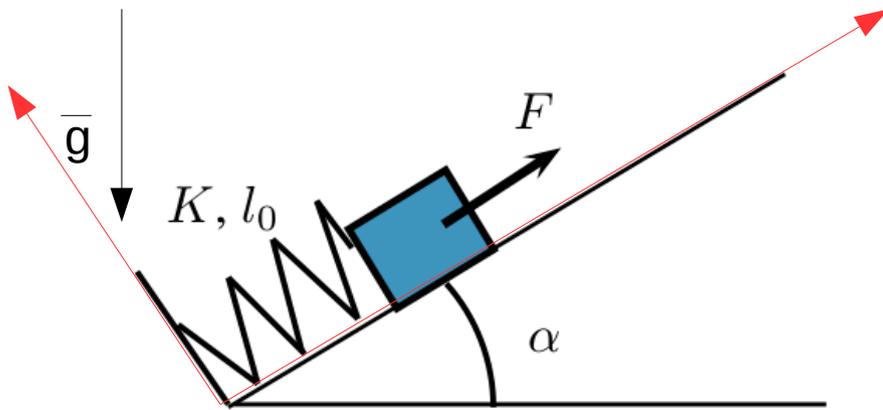
$$N - mg\cos(\alpha) = 0$$

$$F - k(x - l_0) - mg\sin(\alpha) = m\ddot{x}$$

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$



$$N - mg\cos(\alpha) = 0$$

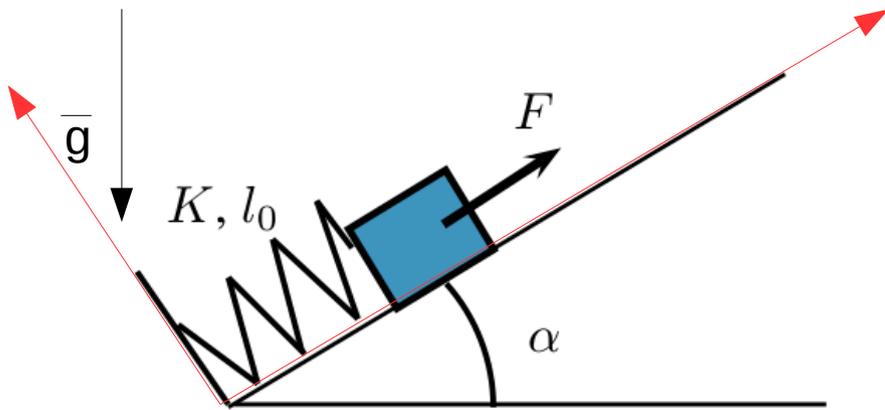
$$F - k(x - l_0) - mg\sin(\alpha) = m\ddot{x}$$

Ec. de movimiento

Movimiento armónico simple: segunda parte

Ejercicio 13

Datos: $\{k, M, l_0, F, \text{ángulo}\}$



$$\frac{F - mg \sin(\alpha) + kl_0}{m} = \ddot{x} + \frac{k}{m}x$$

