<u>FÍSICA I – 2014</u>

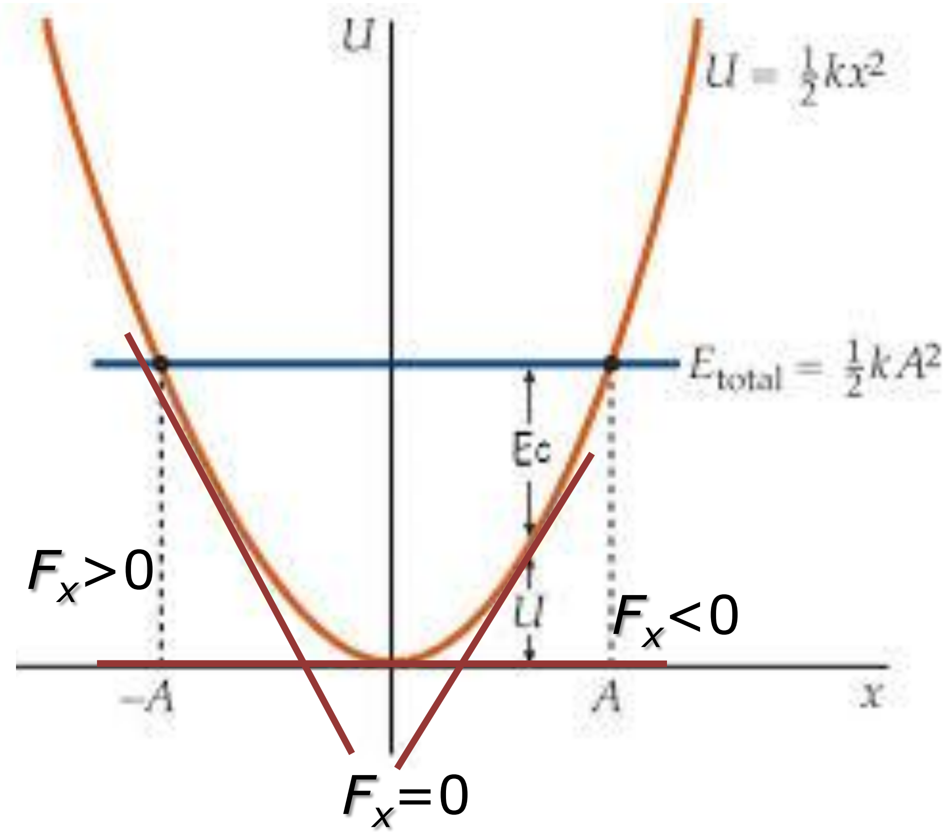
<u>CLASE 11</u>

Oscilaciones

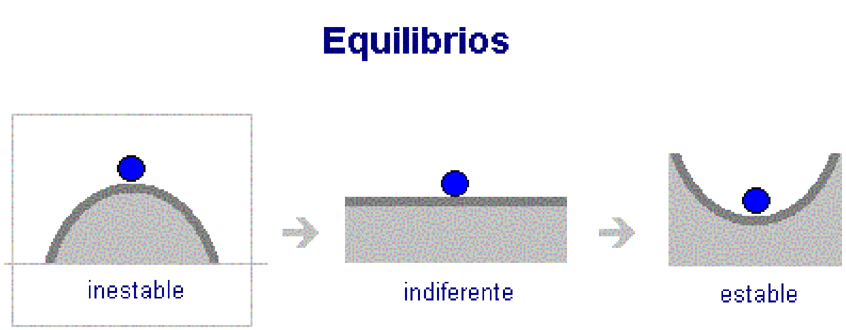
Una partícula se encuentra en equilibrio cuando la fuerza neta que actúa sobre ella es cero.

Recordemos que: $F_x = -\dfrac{dU}{dx}$ Representa la pendiente a la curva U(x).

En todos los casos la fuerza tiende a acelerar la partícula hacia valores de mínima energía potencial, es decir hacia el equilibrio ($F_x=0$).

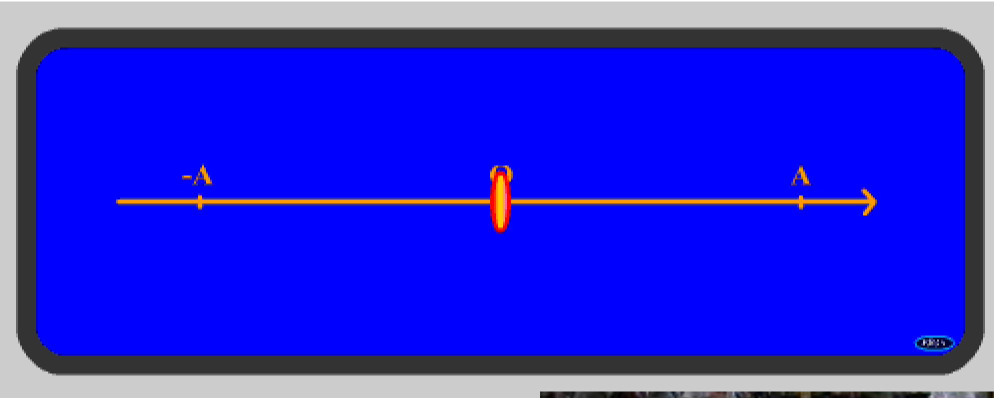


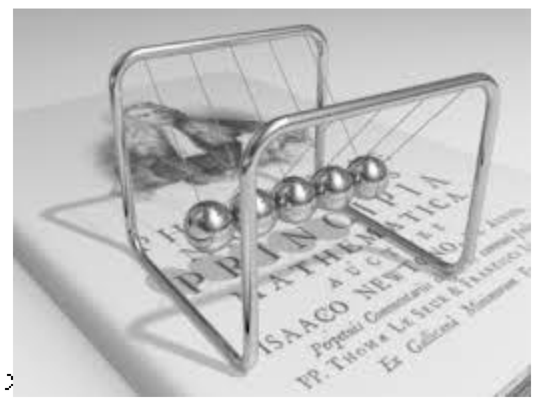
Tipos de equilibrio

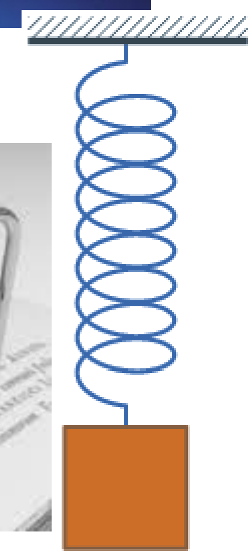


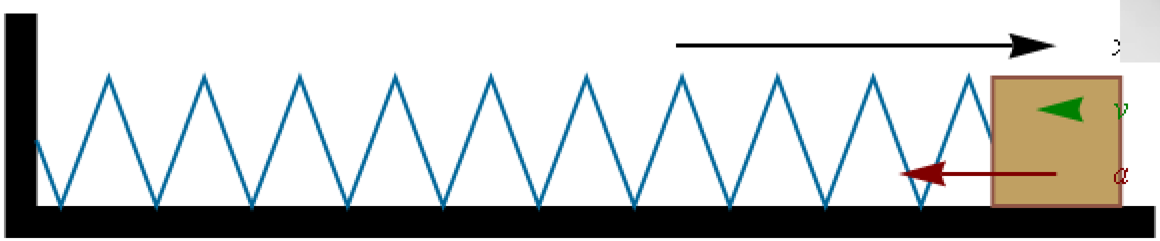
Pequeños apartamientos de un equilibrio estable originan *oscilaciones*

Movimientos Periódicos









Movimientos periódicos y oscilatorios

- Movimiento *periódico*: se repite a si mismo en intervalos de tiempo iguales ⟹ *Período T*

- Movimiento *oscilatorio:* el que realiza un objeto al ser apartado de su posición de equilibrio estable (mínimo de energía potencial). Actúan siempre fuerzas conservativas.

- Movimiento armónico simple (*M.A.S.*):la fuerza que actúa es proporcional al desplazamiento.

  - fuerza recuperadora elástica de un resorte

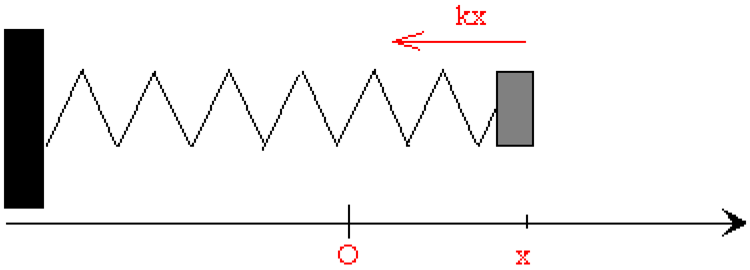
  - componente de la fuerza de atracción gravitatoria (péndulos)

$$\vec{F} = -k d\vec{r}$$

En una dimensión ⟹ $F_x = -kx$

Cuerpo unido a un resorte. MAS

La partícula es apartada de su posición de equilibrio (*x=0*) bajo la acción de una fuerza ***F*** que la desplaza a la posición ***x*** desde donde es abandonada. Comienza a actuar la fuerza restauradora elástica:



http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_franciscga/Java/ph11s/springpendulum_s.htm

$$F_x = -kx = ma_x$$

2da. Ley de Newton

$$-kx = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

Ecuación diferencial del MAS

Es necesario encontrar una función *x(t)* que satisfaga la ecuación.

M.A.S.

Proponemos la función *x(t)=A cos ωt*

$$x(t) = A\cos\omega t$$

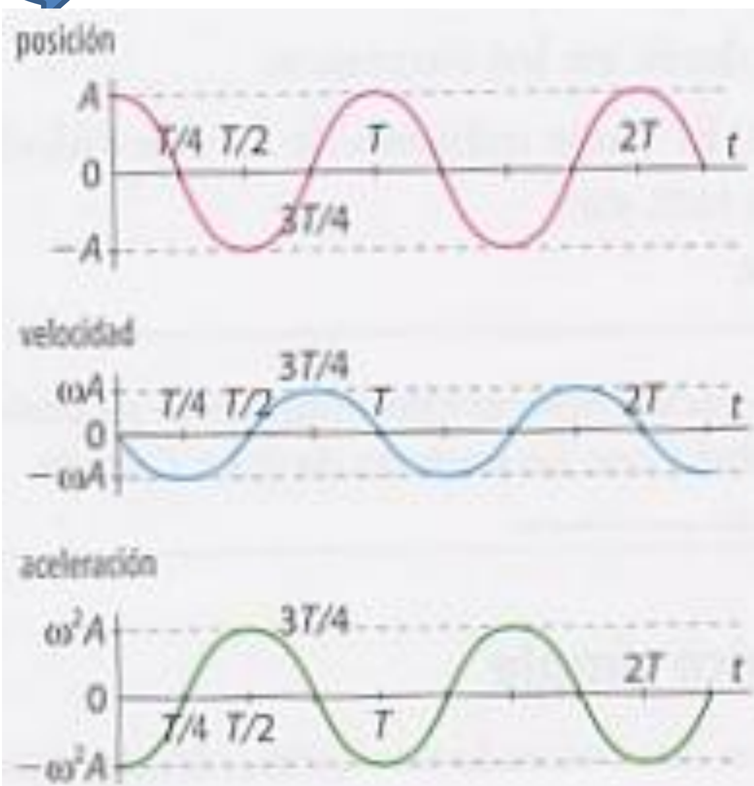
$$x`(t) = v(t) = -A\omega sen\,\omega t$$

$$x``(t) = a(t) = -A\omega^2 \cos\omega t$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

Ecuación del MAS

$$-A\omega^2\cos\omega t + \frac{k}{m}A\cos\omega t = 0$$



Se verifica si se cumple que ω^2=k/m

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

frecuencia angular, [ω]=rad/s

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

período, [T]=seg

$$f = 1/T = \omega/2\pi$$

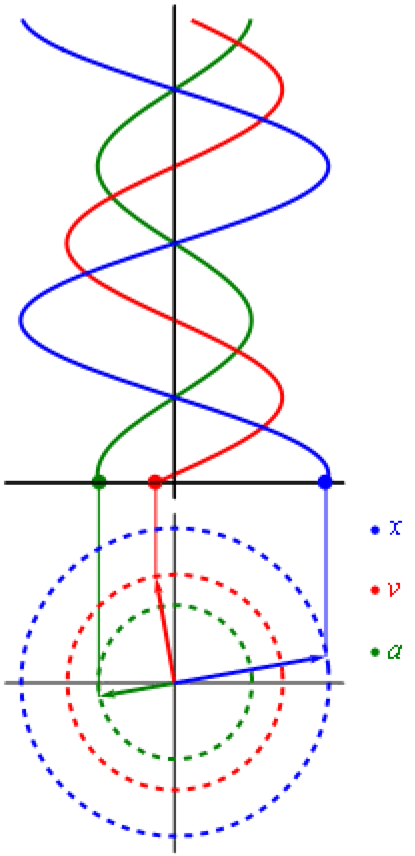
frecuencia, [f]=1/s

M.A.S.

$$x(t) = A\cos\omega t$$

$$x`(t) = v(t) = -A\omega sen\,\omega t$$

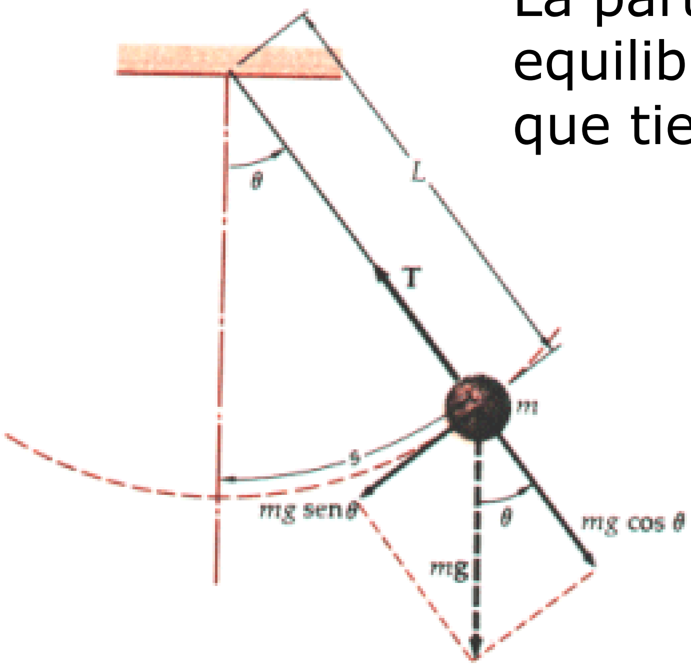
$$x``(t) = a(t) = -A\omega^2 \cos\omega t$$



Los vectores desplazamiento y velocidad están en oposición de fase.

La aceleración está en fase pero con signo contrario.

Péndulo Simple. M.A.S:



La partícula al ser apartada de su posición de equilibrio actúa la componente del peso, *mgsen*θ, que tiende a llevarla nuevamente al equilibrio:

$$m\frac{d^2s}{dt^2} = P_s$$

$$s = l\theta$$

Para pequeños apartamientos:

$$sen\theta \approx \theta = s/l$$

$$m\frac{d^2s}{dt^2} = -mgs/l$$

$$\frac{d^2s}{dt^2} + \frac{g}{l}s = 0$$

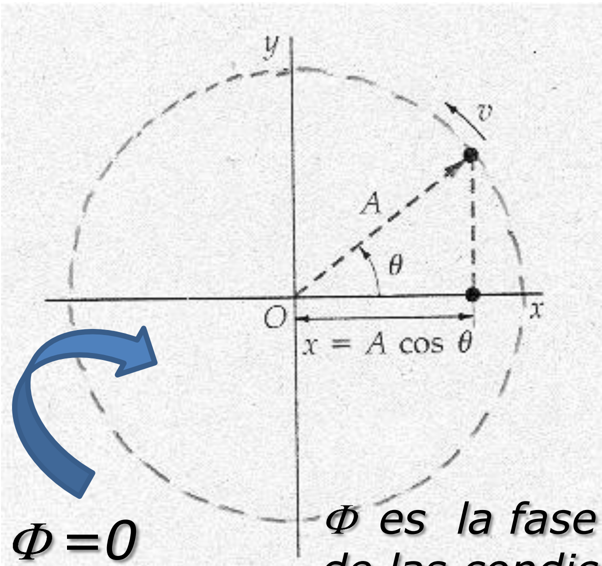
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

M.A.S.

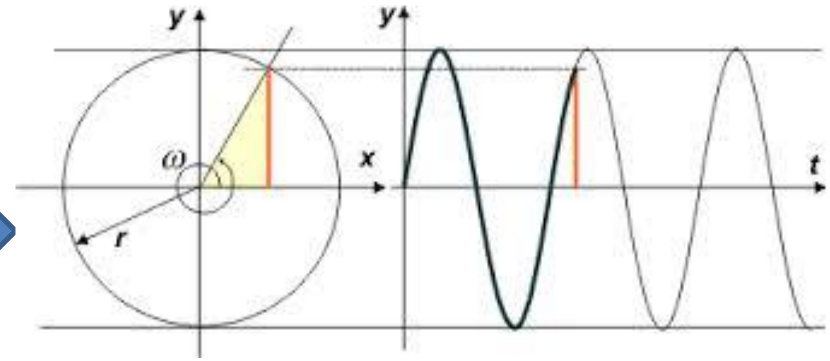
http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_franciscga/Java/ph11s/pendulum_s.htm

Relación entre Mov.circular y M.A.S.

Consideremos una partícula que se mueve con velocidad v sobre una circunferencia de radio A



$\Phi = 0$

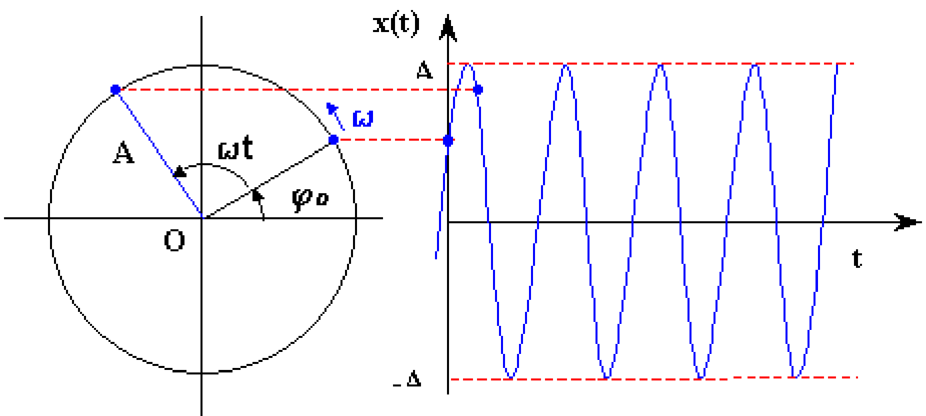


Φ es la fase inicial y se determina de las condiciones iniciales (t=0).

$$x = A\cos\theta;\, y = Asen\theta$$

$$\theta = \omega t + \phi$$

$$x = A\cos(\omega t + \phi);\, y = Asen(\omega t + \phi)$$



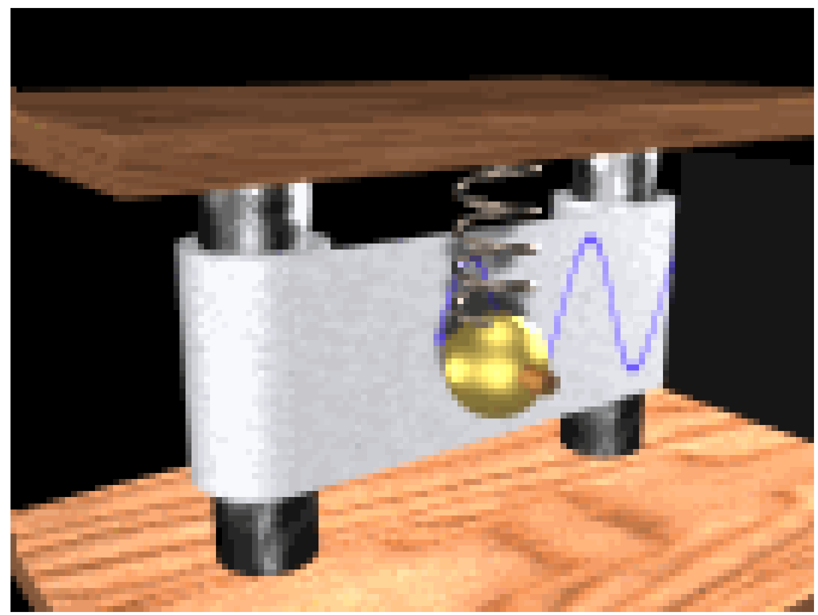
La proyección sobre una recta del mov. circular uniforme es un M.A.S.

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=j-zczJXSxnw

La solución a la ecuación diferencial de M.A.S.

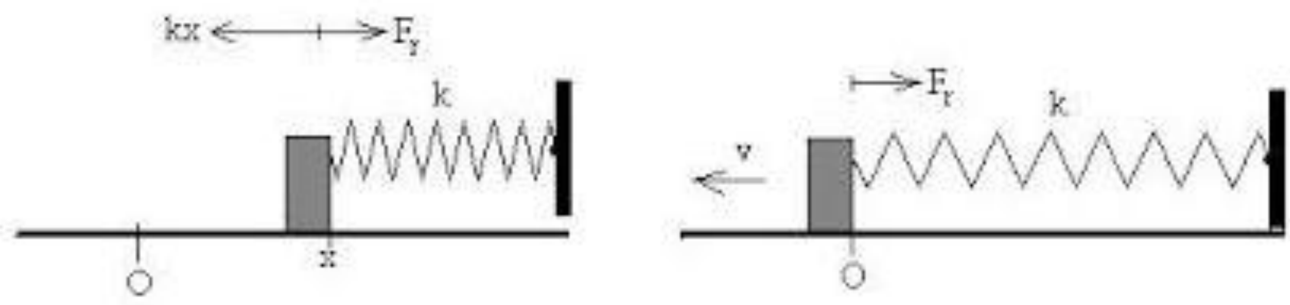
$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

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



Energía mecánica del M.A.S.

Consideremos la fuerza elástica recuperadora de un resorte:



$$U=\frac{kx^2}{2};\quad E_c=\frac{1}{2}mv^2$$

$$x(t)=A\cos\omega t$$

$$x`(t)=v(t)=-A\omega sen\,\omega t$$

$$x``(t)=a(t)=-A\omega^2\cos\omega t$$

$$E_m=U+E_c$$

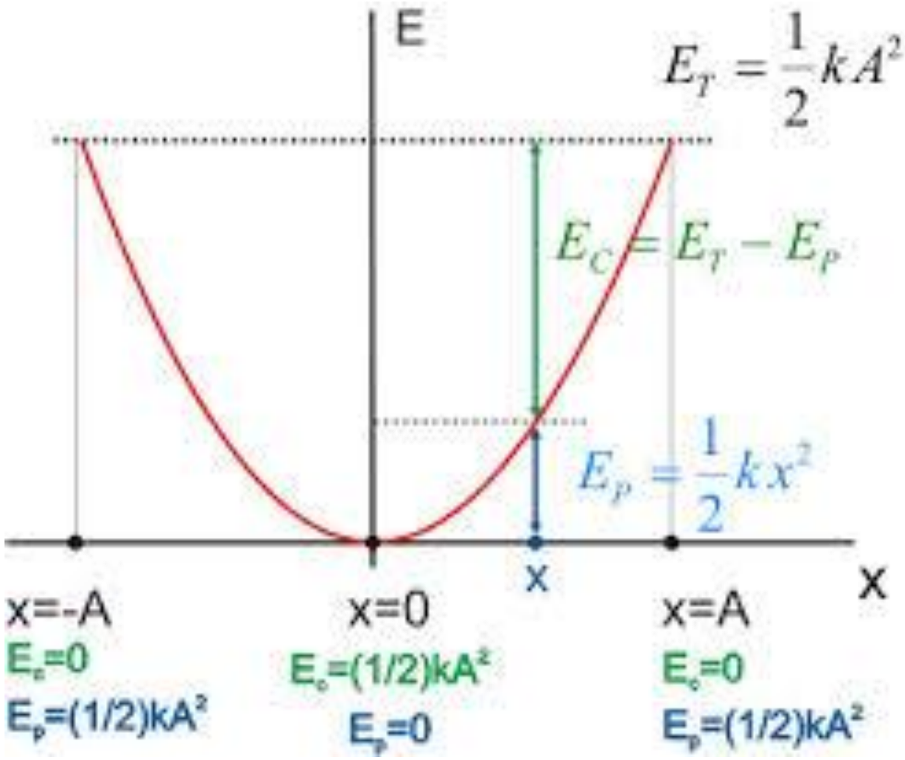
$$E_m=\frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\phi)+\frac{1}{2}mA^2\omega^2 sen^2(\omega t+\phi)$$

$$E_m=\frac{1}{2}kA^2\underbrace{[\cos^2(\omega t+\phi)+sen^2(\omega t+\phi)]}_{1};\omega^2=k/m$$

$$E_m=\frac{1}{2}kA^2$$

La energía mecánica total de un resorte que describe un M.A.S. es constante.

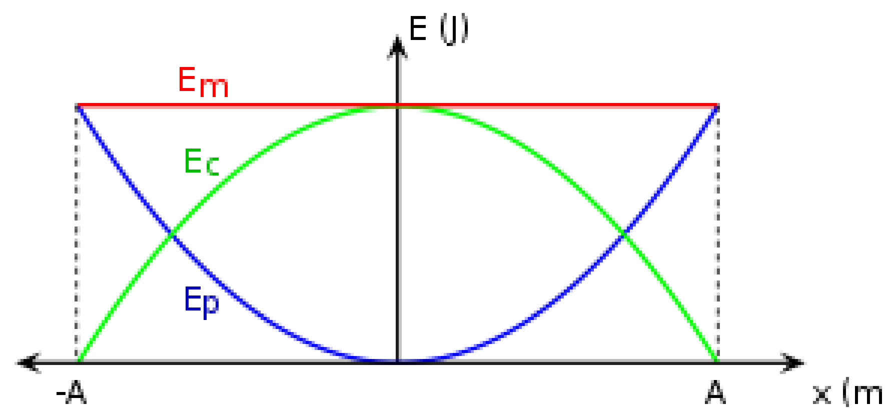
Energía mecánica del M.A.S.



$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \phi)$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 sen^2(\omega t + \phi)$$

$$E_m = \frac{1}{2}kA^2$$



Las energías cinética y potencial como función del tiempo:

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \phi)$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 sen^2(\omega t + \phi)$$