

OSCILAÇÕES

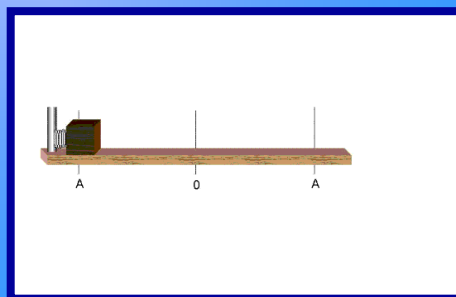
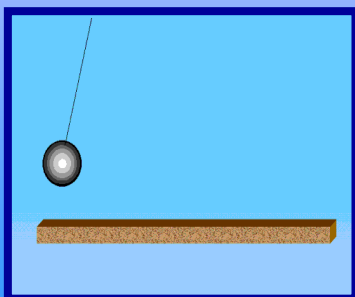
Prof. Carlos Vieira,
com modificações



Ponte Rio – Niterói

O movimento da ponte Rio-Niterói, ilustrado anteriormente, é um exemplo de movimento oscilatório.

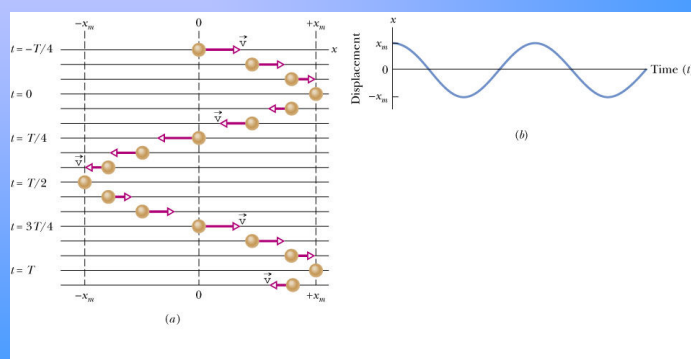
Outros exemplos são o movimento pendular, o movimento de um bloco na extremidade de uma mola e outros.



15.1, 15.2

O Movimento Harmônico Simples

Descrição do movimento

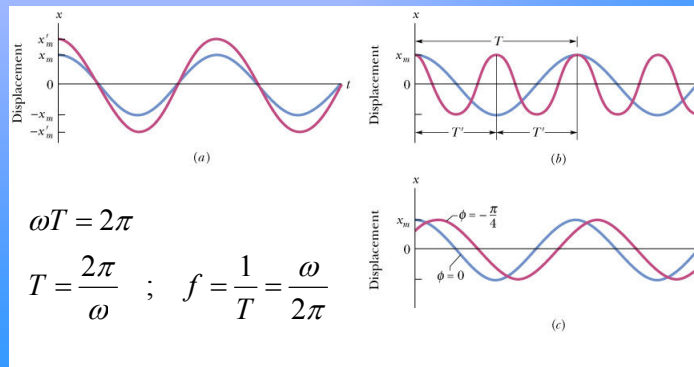


$$x = x_m \cos(\omega t + \phi)$$

Grandezas físicas associadas ao Movimento Harmônico Simples

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

Amplitude
 Constante de fase
 Deslocamento
 Frequência angular



Velocidade e aceleração no MHS

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} x_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$v(t) = -\omega x_m \text{sen}(\omega t + \phi_0)$$

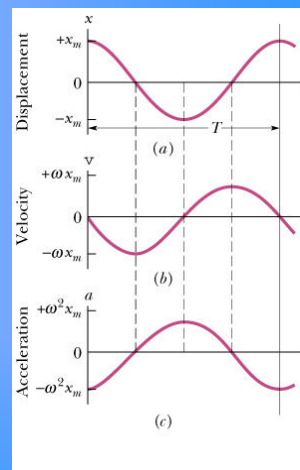
v_m

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} (-\omega x_m \text{sen}(\omega t + \phi_0))$$

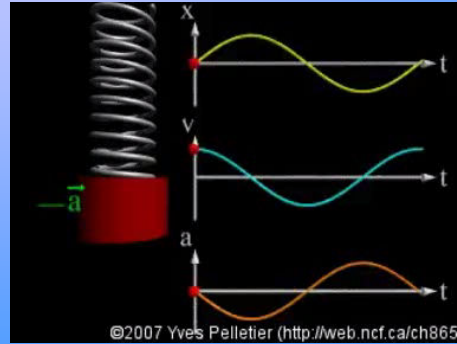
$$a(t) = -\omega^2 x_m \cos(\omega t + \phi_0)$$

a_m

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



Posição, velocidade e aceleração no MHS



15.3

Lei de Força para o Movimento Harmônico Simples

$$a(t) = -\omega^2 x(t) \quad \begin{array}{l} \text{2ª Lei de} \\ \text{Newton} \end{array} \Rightarrow F = m a = -m\omega^2 x$$

A força que provoca um MHS deve ser proporcional ao deslocamento e deve ter sentido oposto (força restauradora).

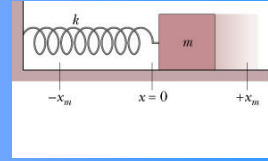
Força da mola (Lei de Hooke) $F = -k x$

$$k = m\omega^2 \Rightarrow \begin{array}{l} \text{a mola produz um} \\ \text{MHS com} \\ \text{frequência angular} \end{array} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Exemplo 15.1

Bloco com $m = 600 \text{ g}$; $k = 60 \text{ N/m}$.

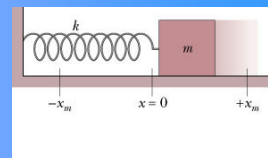
É puxado por distância $x = 10 \text{ cm}$ a partir da posição de equilíbrio em $x = 0$ e solto do repouso em $t = 0$.



- Quais são a frequência angular, a frequência e o período do movimento?
- Qual é a amplitude da oscilação?
- Qual é a velocidade máxima do bloco e onde ele se encontra quando tiver essa velocidade?
- Qual é o módulo da aceleração máxima?
- Qual é a constante de fase do movimento?
- Qual é a função deslocamento do bloco $x(t)$?

Exemplo 15.2

Em $t=0$ o deslocamento $x(0)$ do bloco é -8 cm . A velocidade $v(0)$ é $-0,80 \text{ cm/s}$ e sua aceleração $a(0)$ vale 32 cm/s^2 .



- Qual é a frequência angular desse sistema?
- Quanto valem a constante de fase ϕ e a amplitude x_m ?

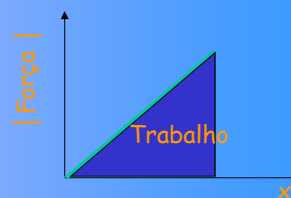
15.4

ENERGIA no MHS

Revisão Energia potencial da mola

- Molas
 - Força restauradora proporcional ao deslocamento:
 $F = - k x$

- A força da mola é **Conservativa**
 - Trabalho $W = - 1/2 k x^2$
 - O trabalho realizado depende apenas da posição inicial e final.



- Define-se Energia Potencial como $(- W_{\text{mola}})$

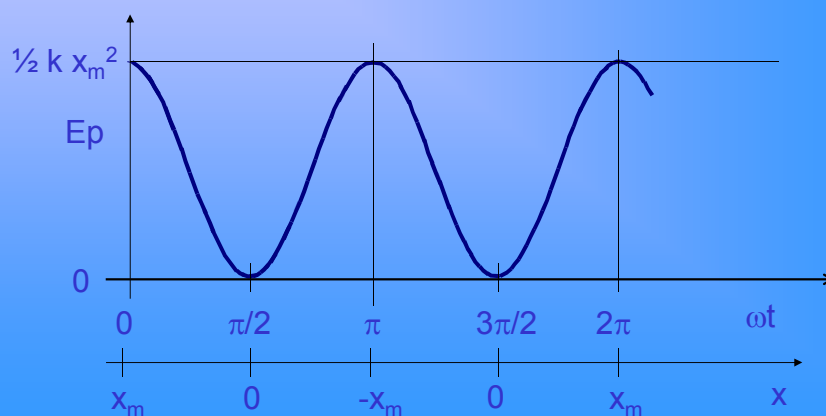
$$U_{\text{mola}} = \frac{1}{2} k x^2$$

Conservação de Energia

A **energia potencial** da mola é $U = \frac{1}{2} kx^2$

$$U(t) = \frac{1}{2} k x_m^2 \cos^2(\omega t + \phi).$$

Considerando $\phi = 0$: **$U(t) = \frac{1}{2} k x_m^2 \cos^2(\omega t)$**

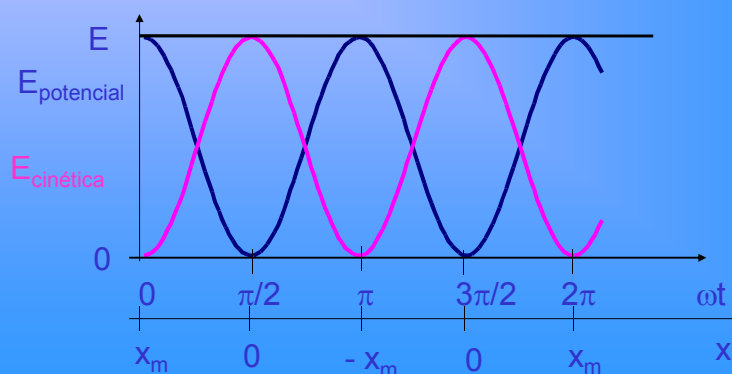


A **energia cinética** da massa é $K = \frac{1}{2} mv^2$

$$K = \frac{1}{2} m x_m^2 \omega^2 \sin^2(\omega t)$$

Mas $k = m\omega^2$, **$K = \frac{1}{2} k x_m^2 \sin^2(\omega t)$**

$$E = \frac{1}{2} k x_m^2 \sin^2(\omega t) + \frac{1}{2} k x_m^2 \cos^2(\omega t) = \\ = \frac{1}{2} k x_m^2 = \frac{1}{2} m v_m^2$$



Energia no MHS

- A massa ligada a uma mola é colocada em movimento. O máximo deslocamento é $x = x_m$

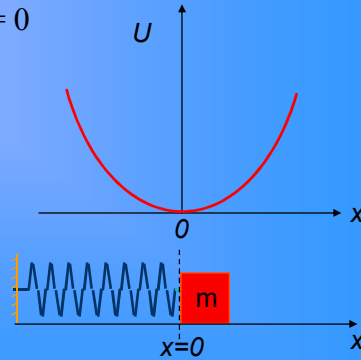
– Energia = $U + K = \text{constante!}$
 $= \frac{1}{2} k x^2 + \frac{1}{2} m v^2$

– No máximo deslocamento $x = x_m, v = 0$
 Energia = $\frac{1}{2} k x_m^2 + 0$

– No deslocamento nulo $x = 0$
 Energia = $0 + \frac{1}{2} m v_m^2$
 $\frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v_m^2$

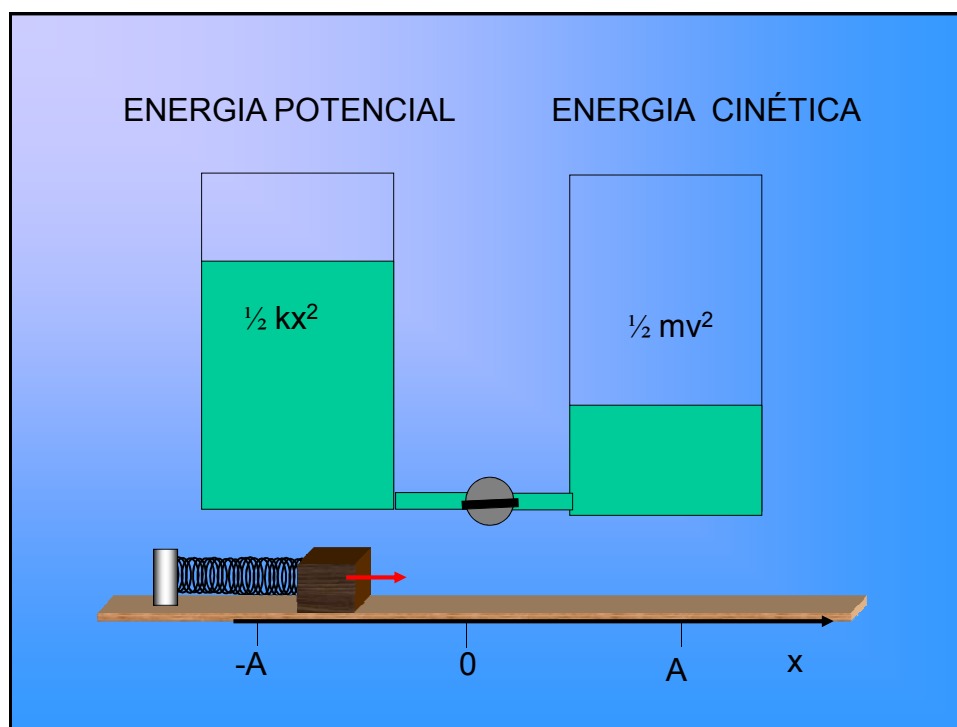
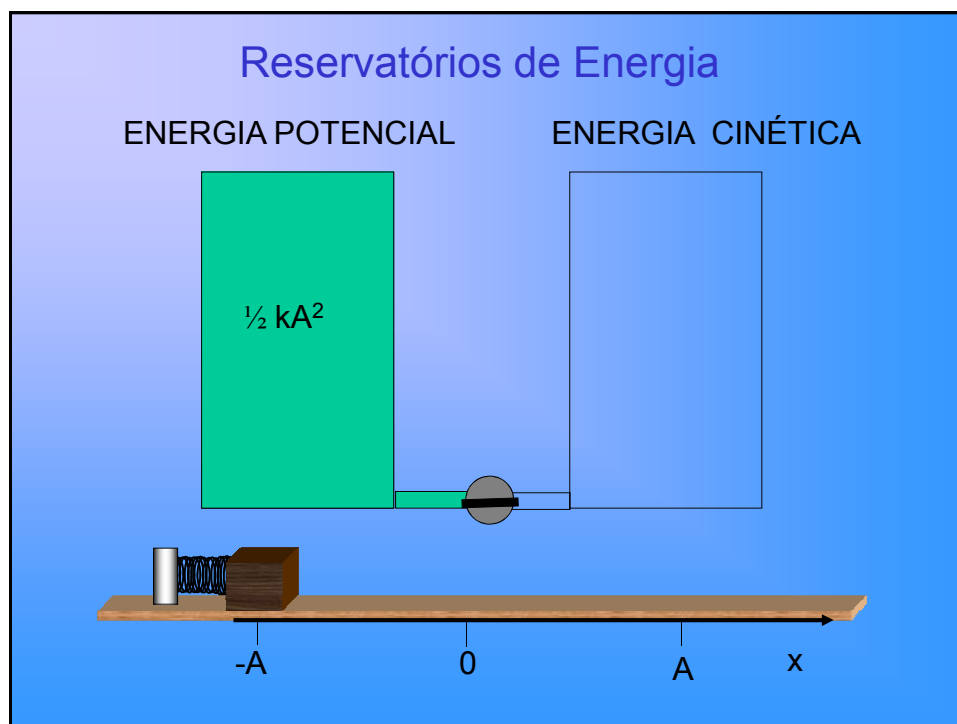
$$v_m = (\sqrt{k/m}) x_m$$

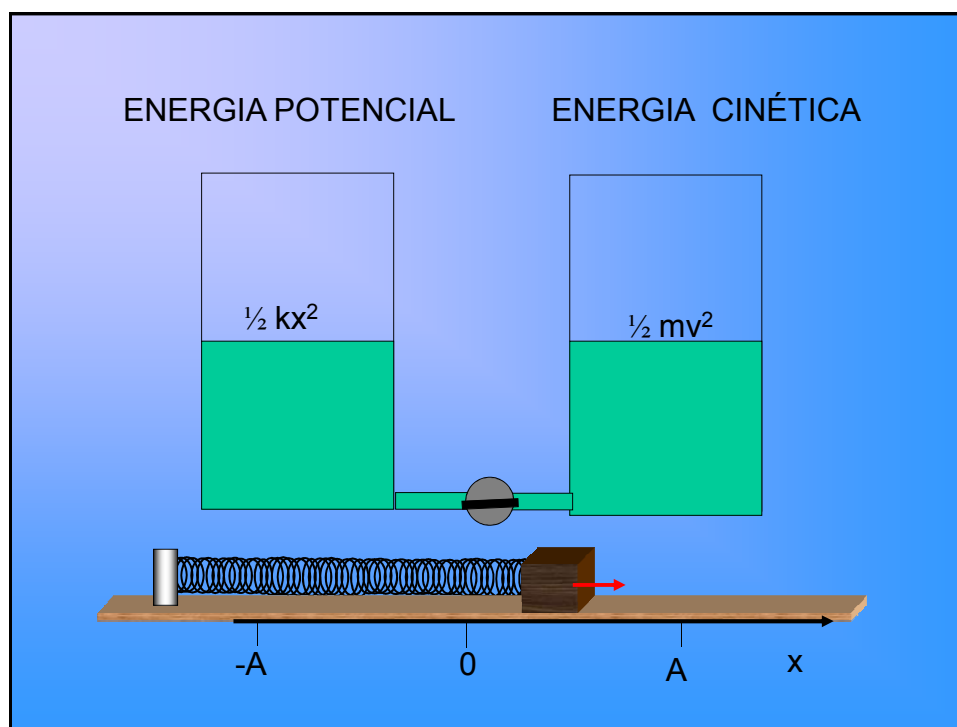
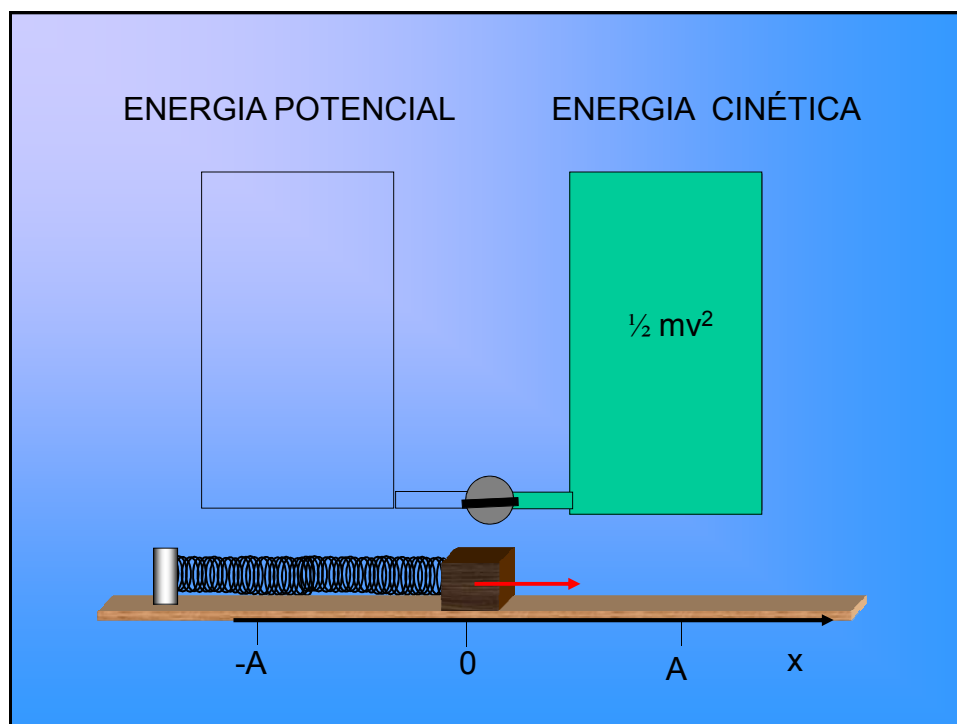
- Analogia c/ bola de gude num pote

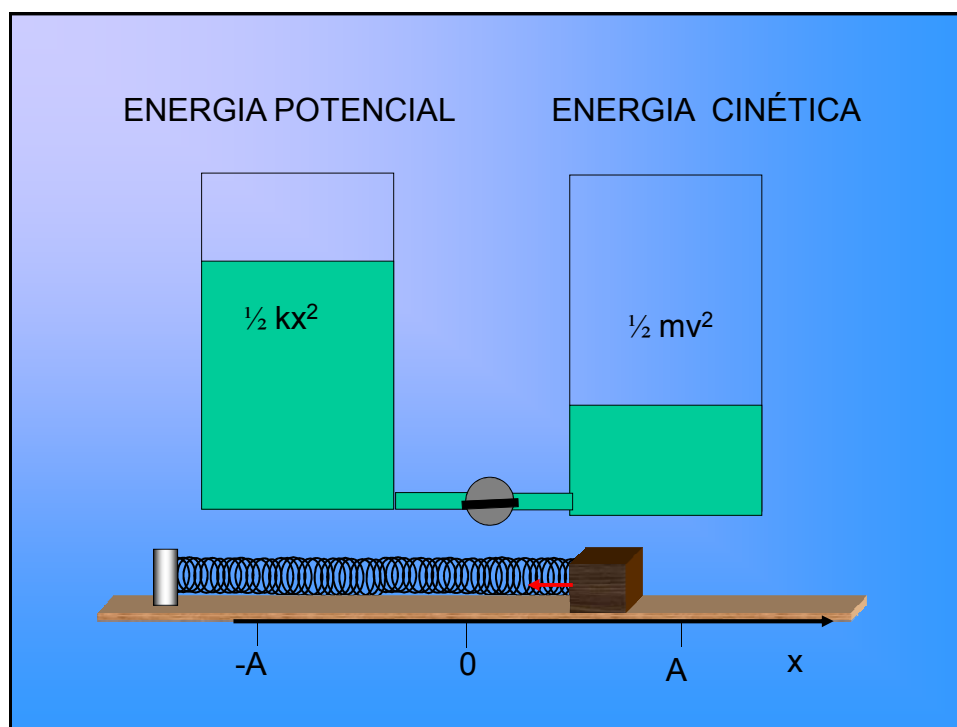
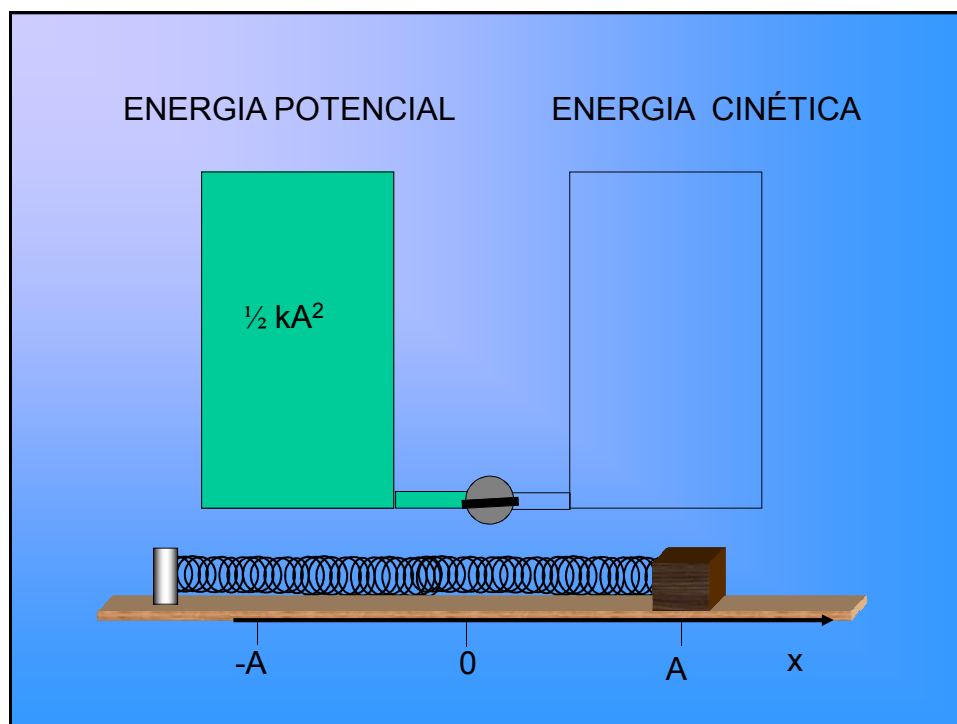


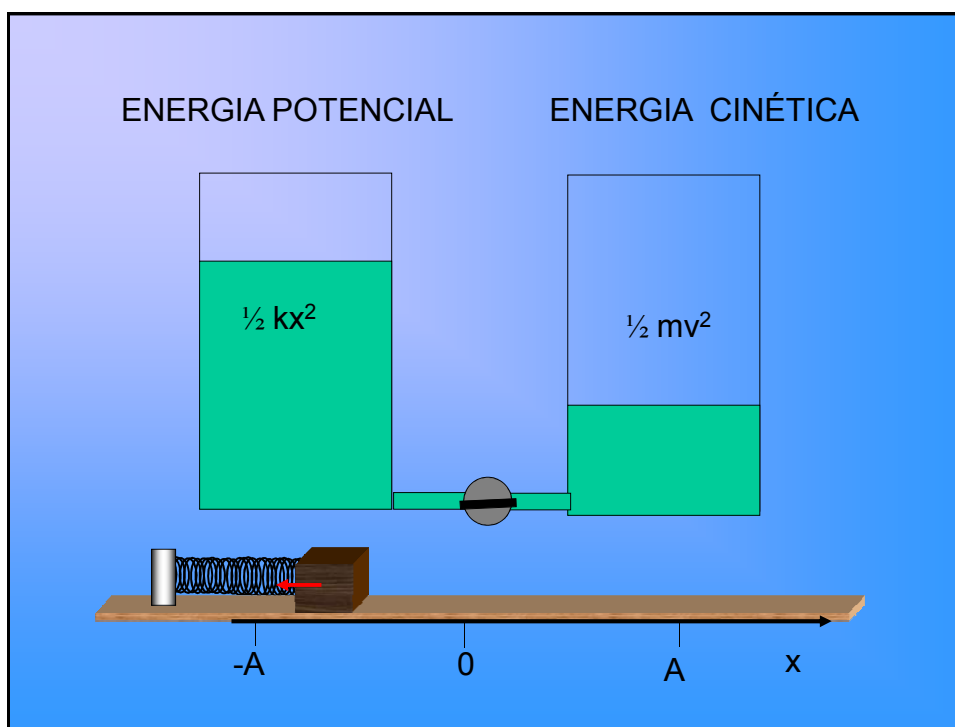
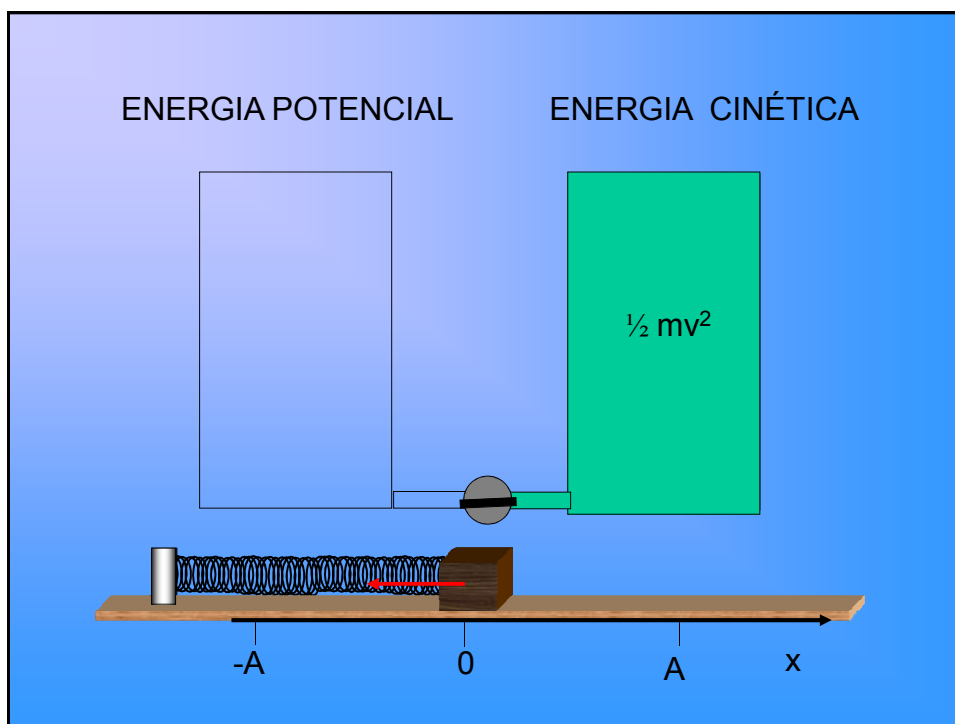
A energia total do movimento é constante e fica sendo trocada entre a mola e a massa.

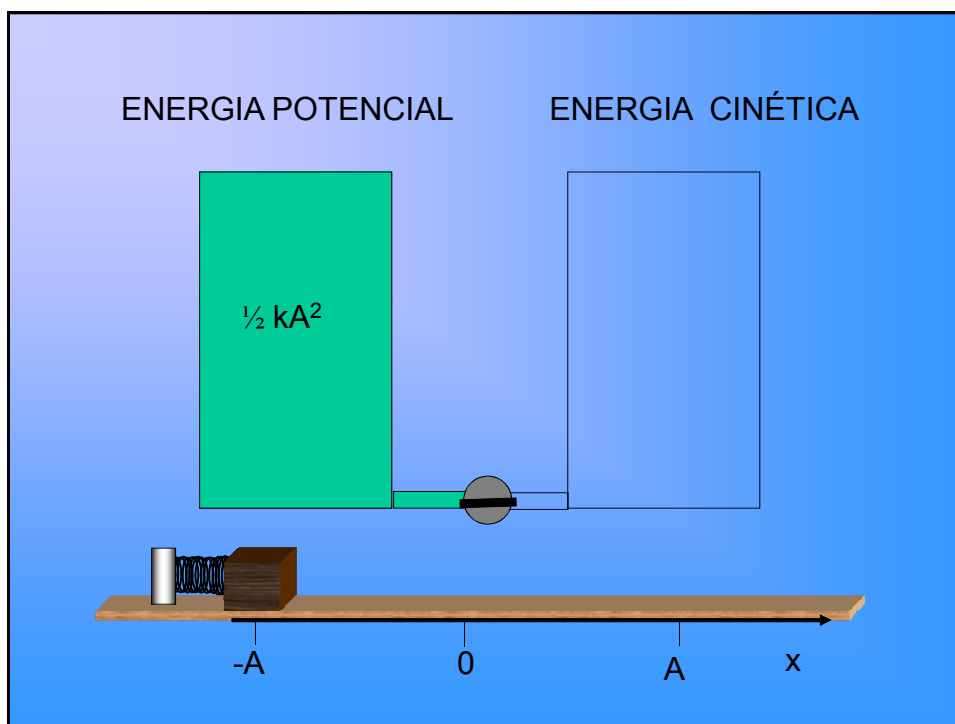
Na mola, a energia está sob a forma de energia potencial enquanto que na massa, ela está sob a forma de energia cinética.











Exemplo: Um carrinho de massa igual a 100g caminha com velocidade de 2,0 m/s em direção à mola, de massa desprezível e constante elástica $k = 10 \text{ N/m}$. Ao encontrar a mola, um gancho o prende e ele permanece oscilando em um movimento harmônico simples. Determine :

- a- o período da oscilação,
- b- a menor e a maior distância entre o carro e a parede quando ele ficar preso na mola. Considere que a mola relaxada tem 1,0 m de comprimento.
- c- a amplitude do movimento e a velocidade com que o carro volta a origem.
- d- Escreva a equação da posição do carro em função do tempo.

