

Física 2 – Ciências Moleculares

Caetano R. Miranda ***AULA 16 – 05/05/2025***

crmiranda@usp.br



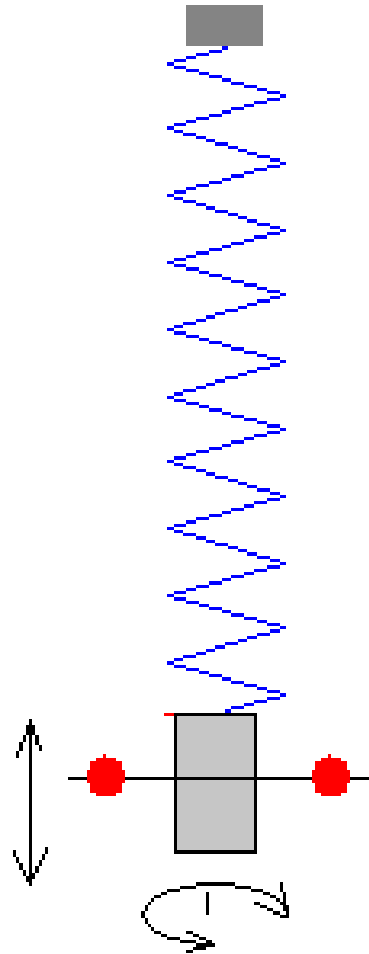
Cronograma

CRONOGRAMA TENTATIVO - FÍSICA II - CCM					
DATA	aula n°	Segundas (16h - 18h)	aula n°	Quartas (09h - 12h)	DATA
24/2	1	Apresentação do curso	2	Projeto - Definição	26/2
3/3	Feriado	Carnaval	Feriado	Carnaval	5/3
10/3	3	Revisão matemática	4	Projeto - Ideação	12/3
17/3	5	DEMO 1 - Pressão	6	Estática dos Fluidos	19/3
24/3	7	DEMO 2 - Hidrodinâmica	8	Hidrodinâmica	26/3
31/3	9	DEMO 3 - Hidrodinâmica II	10	Hidrodinâmica	2/4
7/4	11	Revisão - P1	12	PROVA 1	9/4 ENTREGA 1
14/4	Feriado	Semana Santa	Feriado	Semana Santa	16/4
21/4	Feriado	Tiradentes	13	Oscilações I	23/4
28/4	14	DEMO 4 - Corda vibrante / Molas / Ondulatória	15	Oscilações II	30/4
5/5	16	Ondas	17	Ondas	7/5
12/5	18	DEMO 5 - Barulhinho bom	19	Som	14/5
19/5	20	Revisão - P2	21	PROVA 2	21/5 ENTREGA 2
26/5	22	DEMO 6 - Fenômenos Térmicos e Gases	23	Primeira Lei e Gases	28/5
2/6	24	DEMO 7 - Máquinas térmicas	25	Segunda Lei	4/6
9/6	26	DEMO 8 - Cinética & Mecânica Estatística	27	Cinética dos Gases e Mecânica Estatística	11/6
16/6	Feriado	Corpus Christi	Feriado	Corpus Christi	18/6
23/6	28	Projeto	29	Apresentações	25/6 ENTREGA 3
30/6	30	PROVA SUB	31	VISTA	2/7

Pêndulo de torção:



Pêndulo de Wilberforce:



Movimento harmônico simples

- Quando a força restauradora é diretamente proporcional ao deslocamento da posição de equilíbrio, a oscilação denomina-se movimento harmônico simples, abreviado por MHS.
- A aceleração $a_x = d^2x/dt^2 = F_x/m$ de um corpo que executa um MHS é dada por:

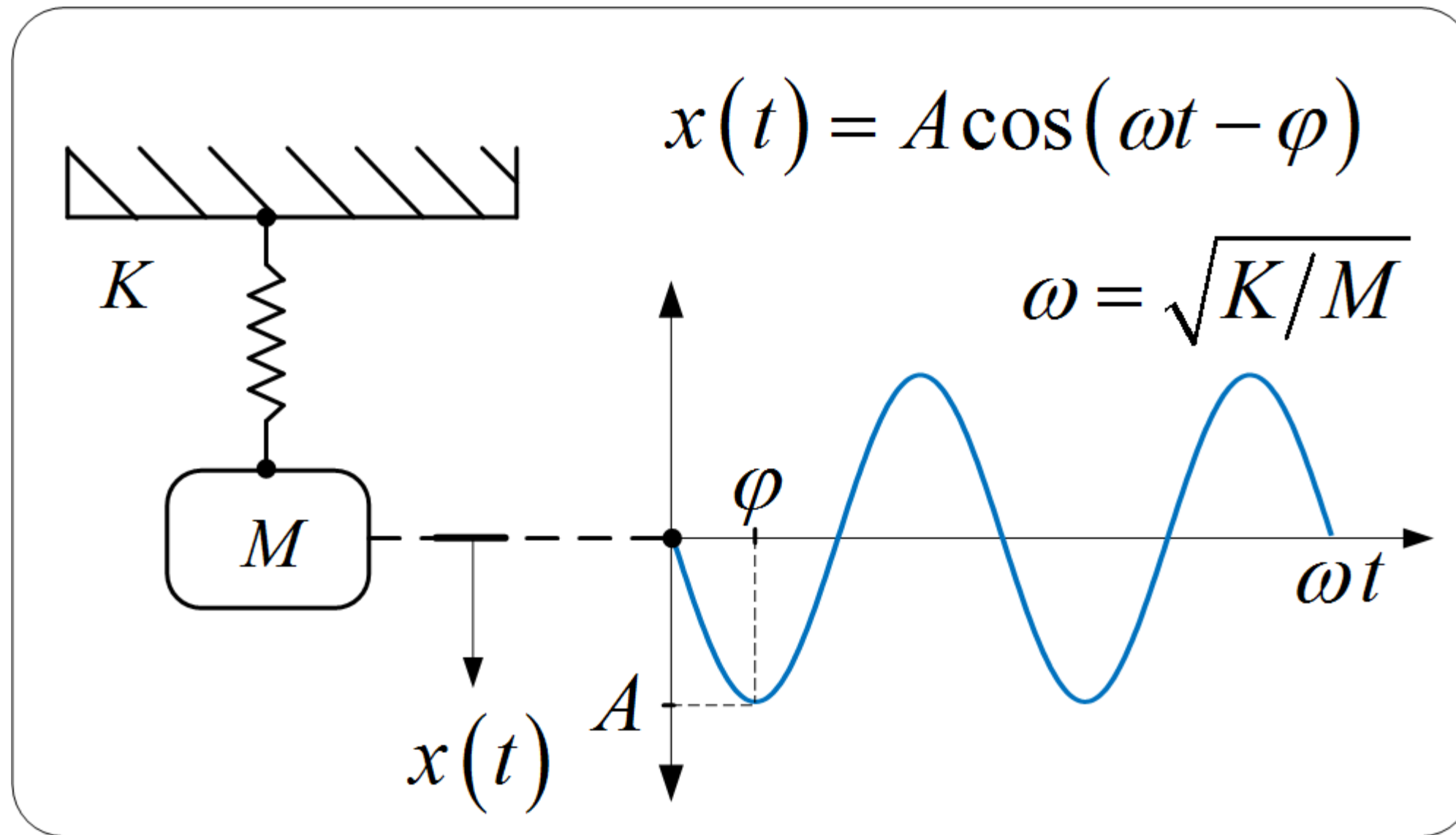
Equação para o movimento harmônico simples

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

Diagram illustrating the equation for simple harmonic motion (MHS) with labels:

- Componente x da aceleração** (x-component of acceleration) points to a_x .
- Segunda derivada do deslocamento** (Second derivative of displacement) points to $\frac{d^2x}{dt^2}$.
- Constante de força da força restauradora** (Restoring force constant) points to k .
- Deslocamento** (Displacement) points to x .
- Massa do objeto** (Mass of the object) points to m .

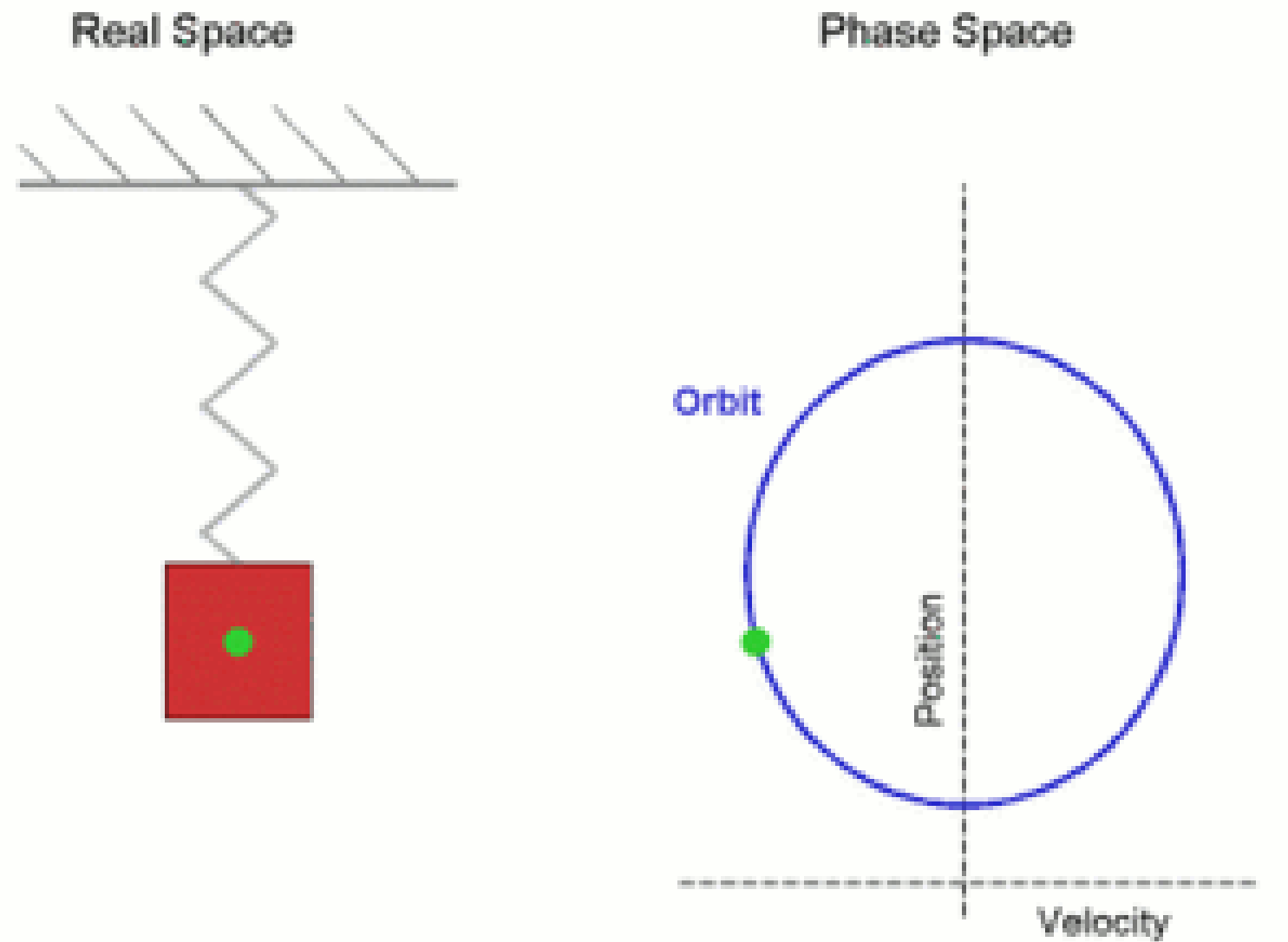
Oscilador harmonico simples



Oscilador harmônico simples

Velocidade (?)

Aceleração (?)



Aplicações do movimento harmônico simples

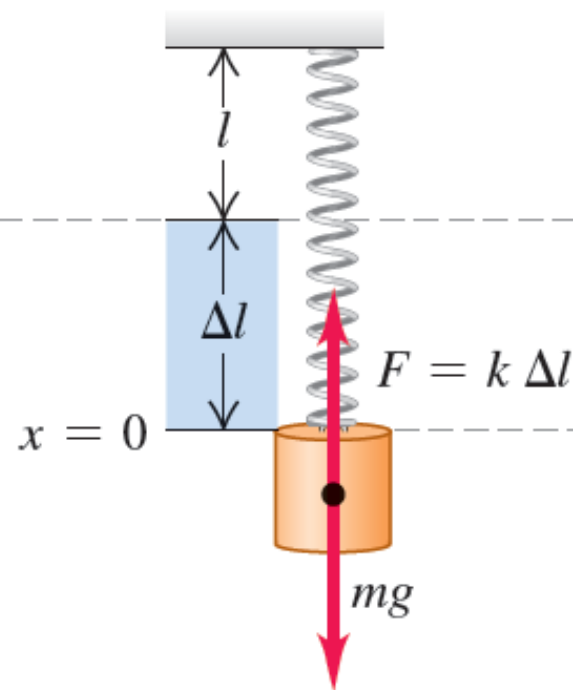
MHS na direção vertical

- Um corpo preso na extremidade de uma mola suspensa:

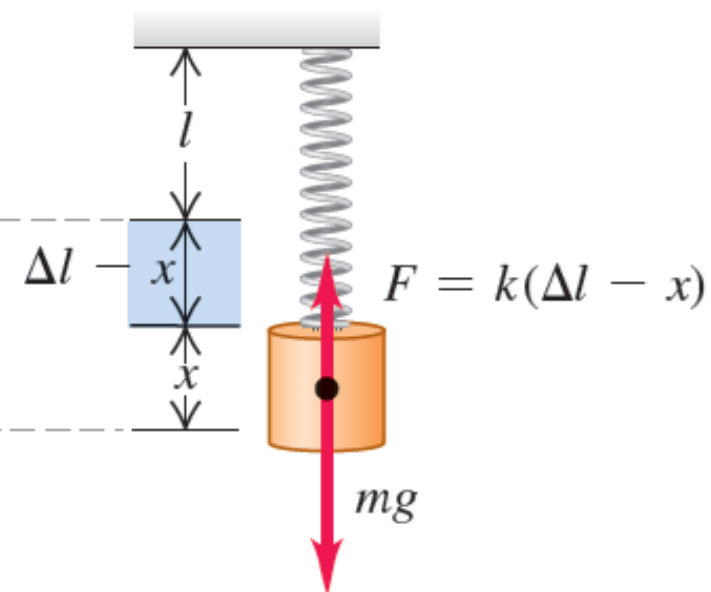
(a)



(b) Um corpo suspenso na extremidade da mola está em equilíbrio quando a força da mola de baixo para cima possui módulo igual ao do peso do corpo.



(c) Se o corpo sofre um deslocamento a partir da posição de equilíbrio, a força restauradora do corpo é proporcional a esse deslocamento. As oscilações constituem um MHS.

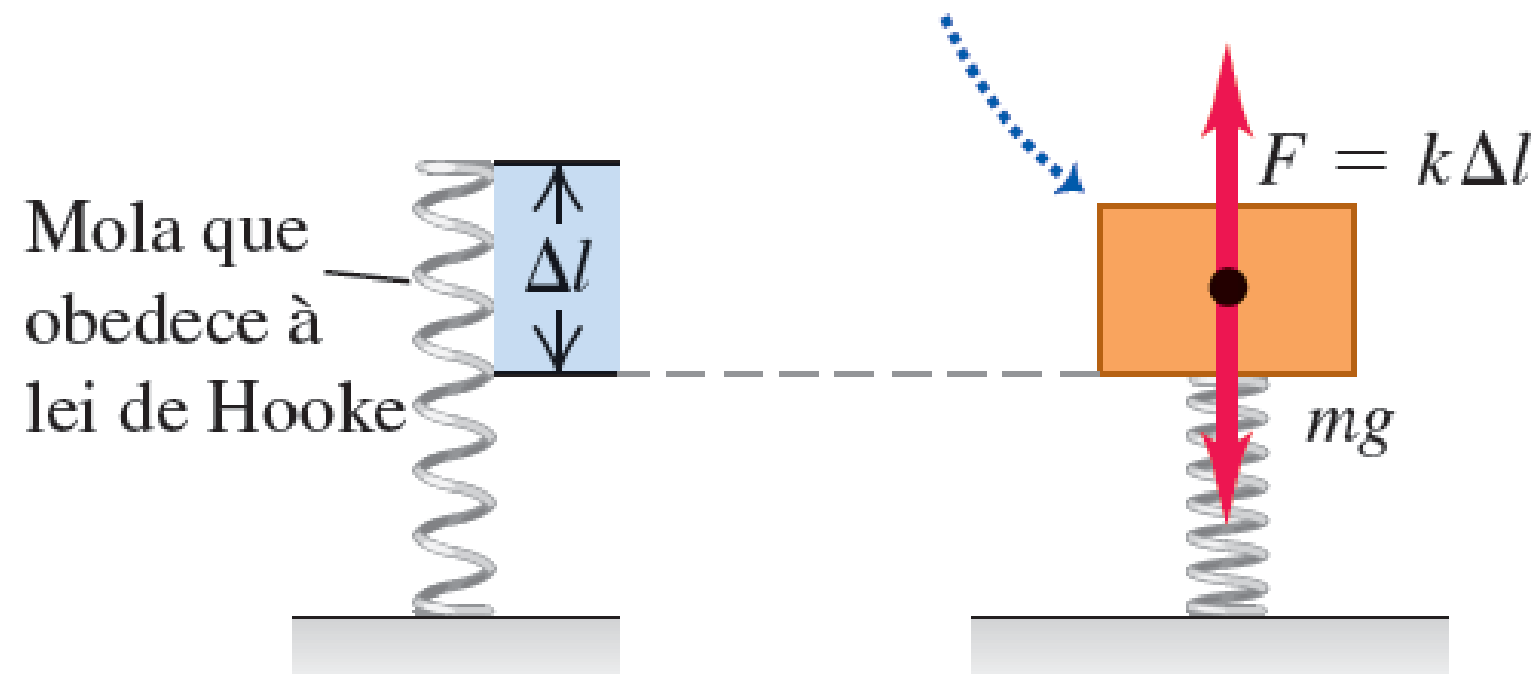


Aplicações do movimento harmônico simples

MHS na direção vertical

- Quando um corpo com peso mg é colocado verticalmente sobre uma mola:

Um corpo é colocado sobre a mola. Ele está em equilíbrio quando a força de baixo para cima exercida pela mola comprimida for igual ao peso do corpo.



Aplicações

1. Um bloco de massa M , capaz de deslizar com atrito desprezível sobre um trilho de ar horizontal, está preso a uma extremidade do trilho por uma mola de massa desprezível e constante elástica k , inicialmente relaxada. Uma bolinha de chiclete de massa m , lançada em direção ao bloco com velocidade horizontal v , atinge-o no instante $t = 0$ e fica grudada nele (Fig. P.1). Ache a expressão do deslocamento x do sistema para $t > 0$.

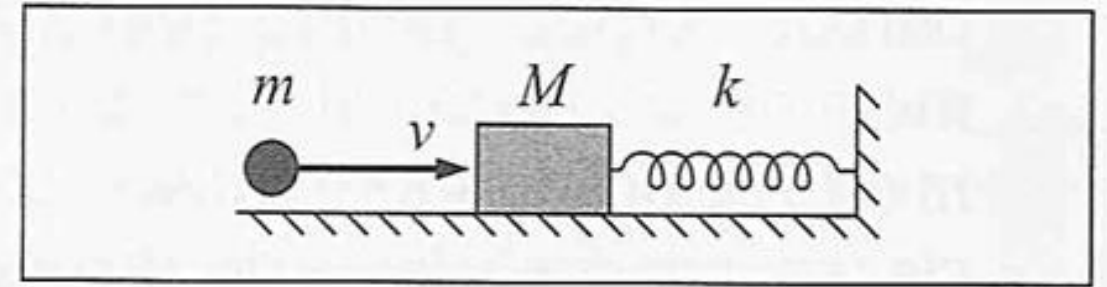


Figura P.1

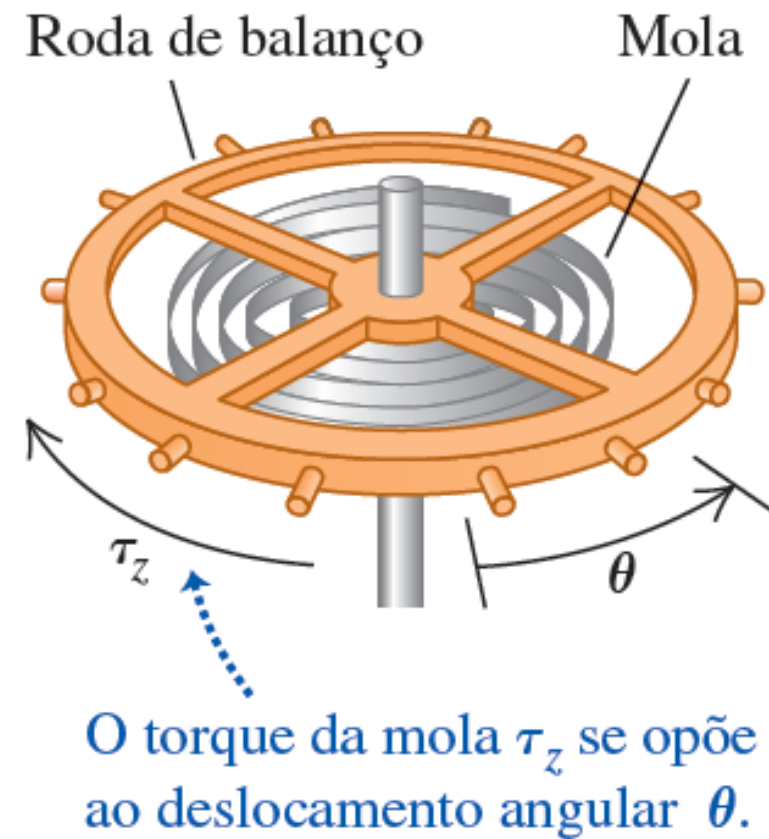
Aplicações

2. Uma partícula de massa m está suspensa do teto por uma mola de constante elástica k e comprimento relaxado l_0 , cuja massa é desprezível. A partícula é solta em repouso, com a mola relaxada. Tomando o eixo Oz orientado verticalmente para baixo, com origem no teto, calcule a posição z da partícula em função do tempo.

Aplicações do movimento harmônico simples

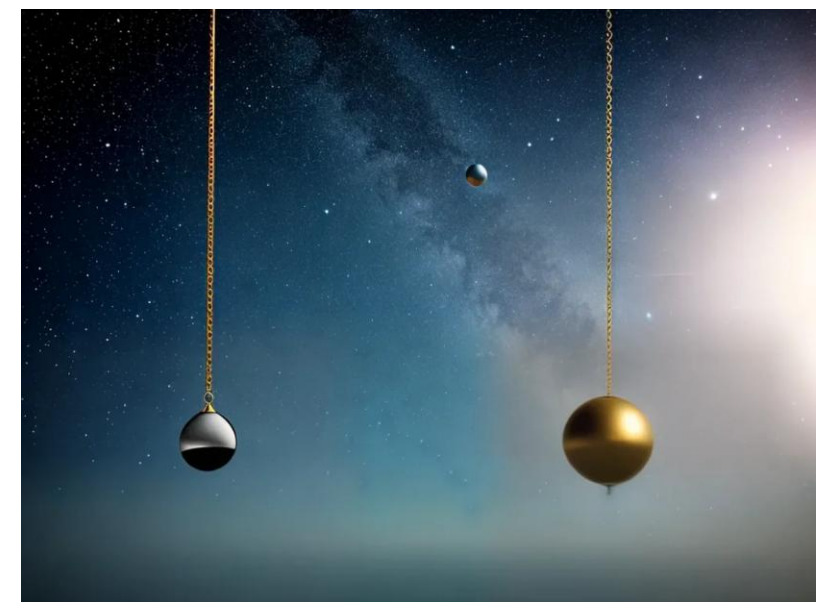
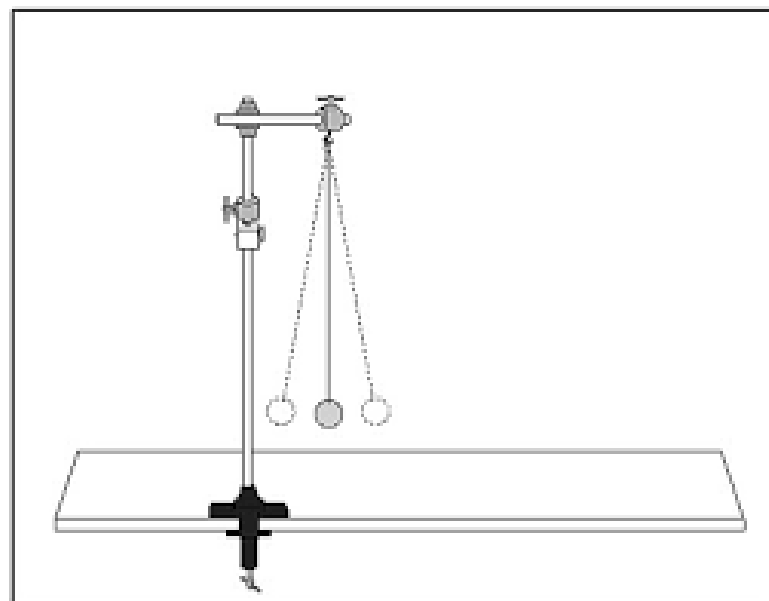
MHS angular

- A roda de balanço de um relógio mecânico. A mola helicoidal exerce um torque restaurador proporcional ao deslocamento angular θ . Logo, o movimento é um MHS:

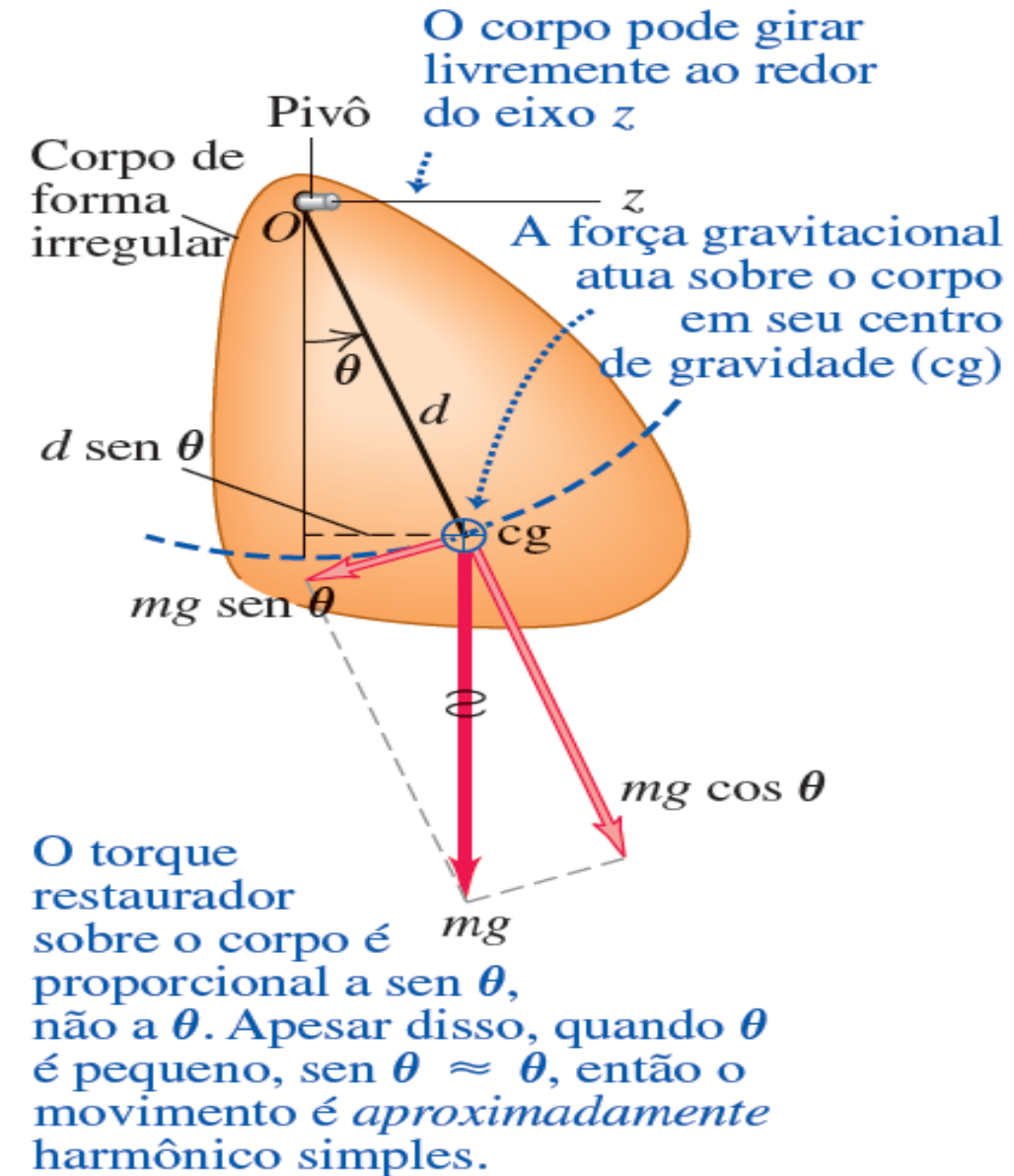
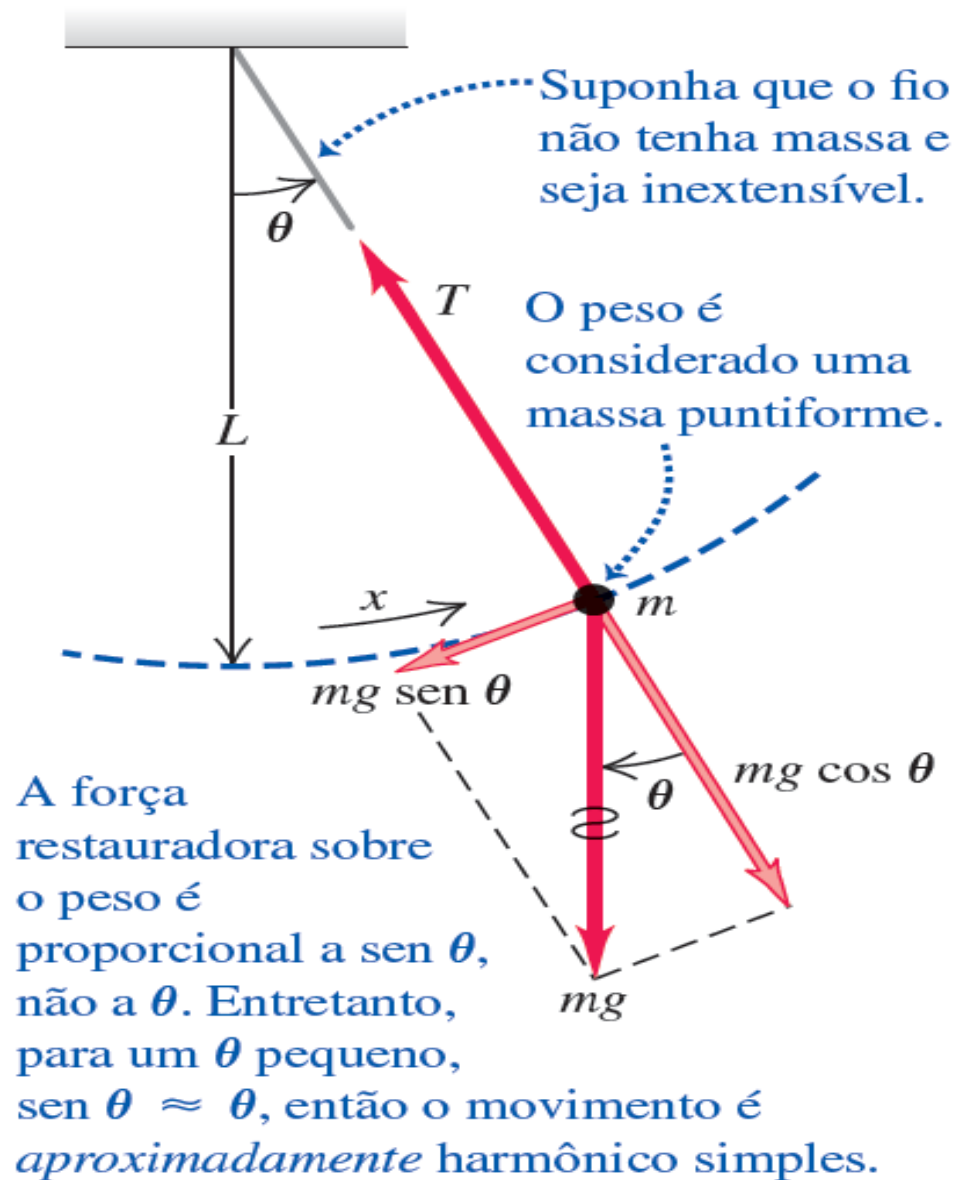


O pêndulo simples

- Um **pêndulo simples** é um modelo idealizado constituído por um corpo puntiforme suspenso por um fio inextensível de massa desprezível.
- Quando esse corpo é puxado lateralmente a partir de sua posição de equilíbrio e a seguir liberado, ele oscila em torno da posição de equilíbrio.



Pêndulo ideal simples



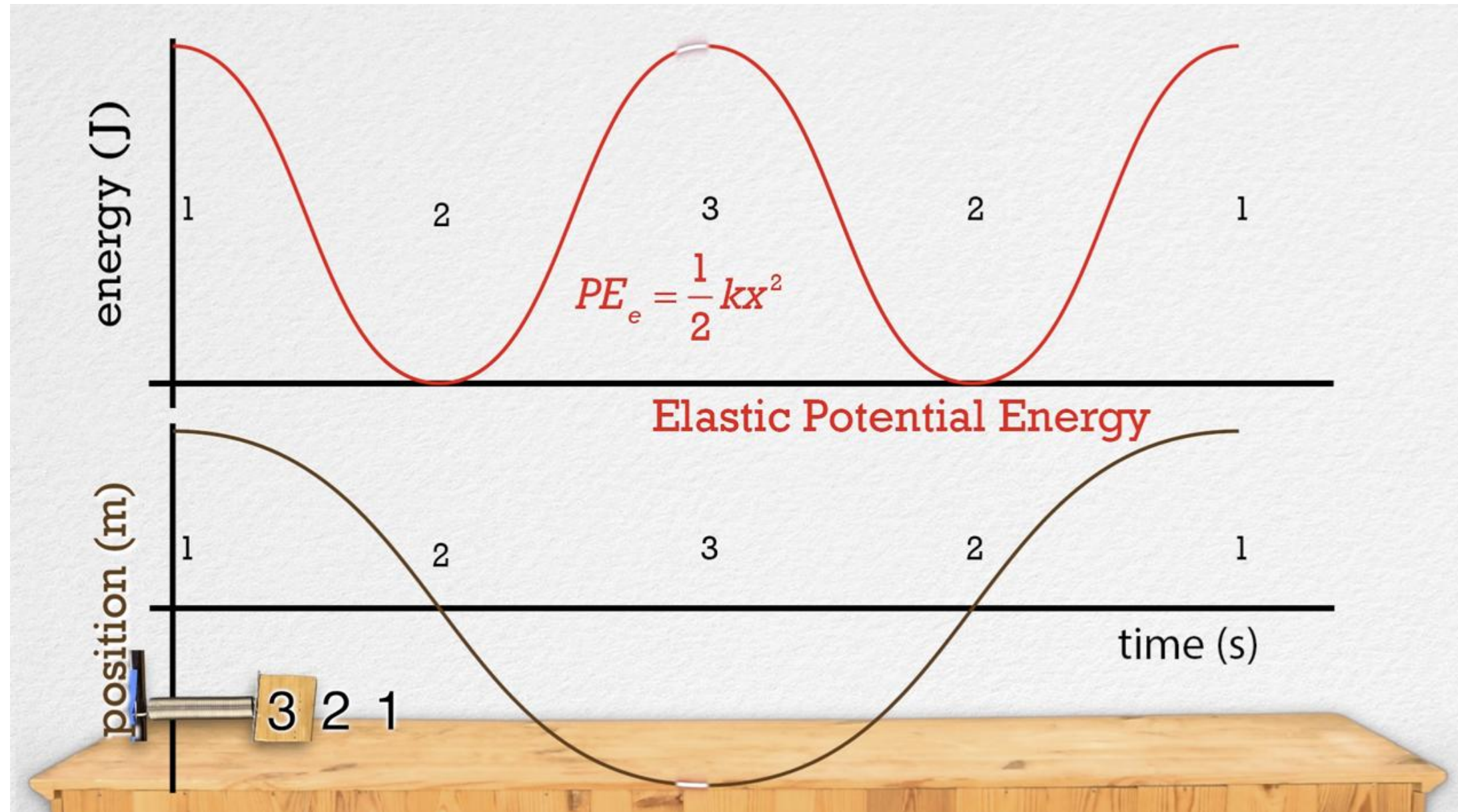
Energia no movimento harmônico simples

Energia mecânica total no MHS $\rightarrow E = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \text{constante}$

Massa $\swarrow$ Constante de força da força restauradora $\swarrow$
Velocidade $\nwarrow$ Deslocamento $\nwarrow$ Amplitude

- Como seria o comportamento da E , K e U em função do deslocamento em MHS ?
- A velocidade do corpo não é constante, portanto essas imagens do corpo em posições com intervalos espaciais iguais entre si não estão posicionadas em intervalos iguais no tempo.

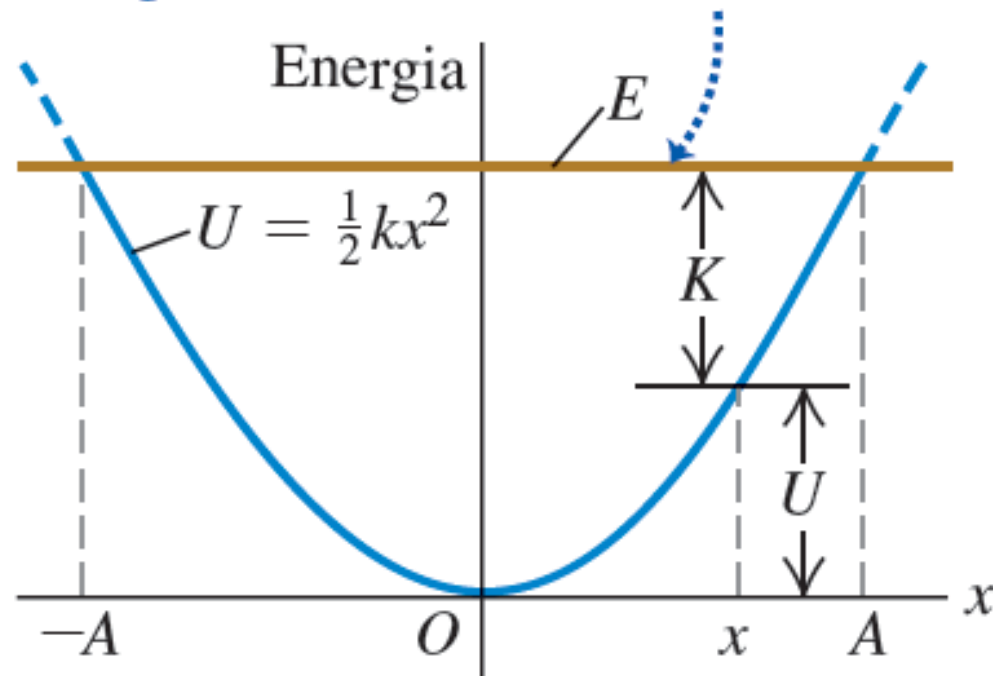
Energia potencial



Energia no movimento harmônico simples

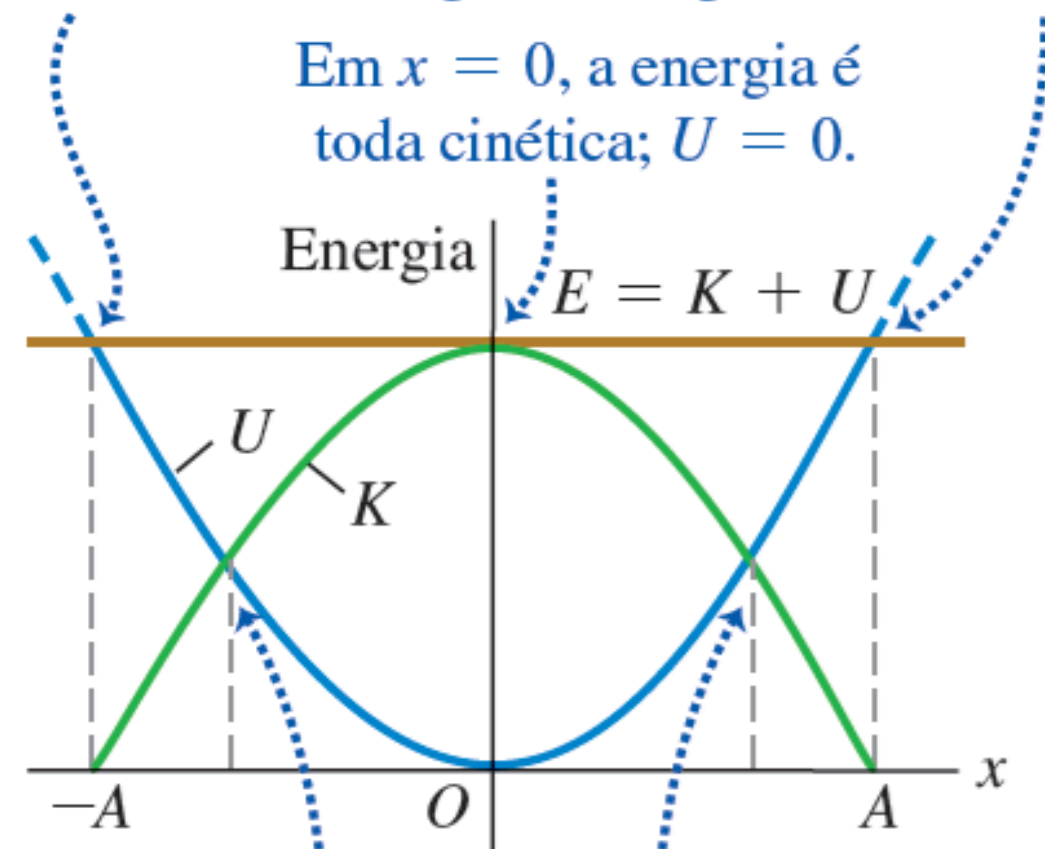
- Energia cinética K , energia potencial U e energia mecânica total E em função da posição no MHS:
deslocamento x

A energia mecânica total E é constante.



Em $x = \pm A$ a energia é toda potencial; $K = 0$.

Em $x = 0$, a energia é toda cinética; $U = 0$.



Nesses pontos, a energia é parte cinética e parte potencial.