

Movimento harmônico simples

Flaviano Williams Fernandes

Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

15 de Dezembro de 2020

Sumário

1 Oscilador harmônico

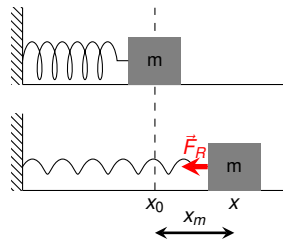
2 Aplicações

3 Apêndice

Sistema massa-mola



Físico Robert Hooke.

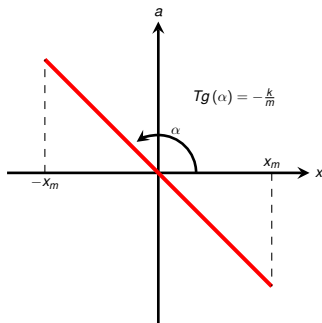


Sistema massa-mola.

Força restauradora (\vec{F}_R)

Obriga o sistema retornar para a sua posição de equilíbrio (x_0).

Lei de Hooke



Aceleração a em função do deslocamento x .

k : constante elástica (depende das propriedades do material);

Se $x_0 = 0$, pela Lei de Hooke $\vec{F} = -k\vec{x}$.

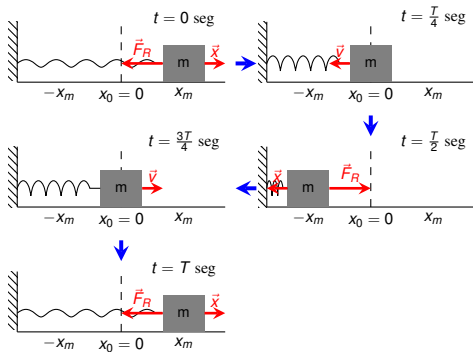
$$\vec{F} = m\vec{a},$$

$$\vec{a} = -\frac{k}{m}\vec{x}.$$

Corollary

A aceleração do objeto e a força restauradora possuem sentidos contrários ao deslocamento.

Movimento harmônico simples (MHS)



Quatro etapas de um ciclo completo do MHS.

Amplitude (x_m): Máximo deslocamento da mola;

Período (T): Tempo de cada ciclo;

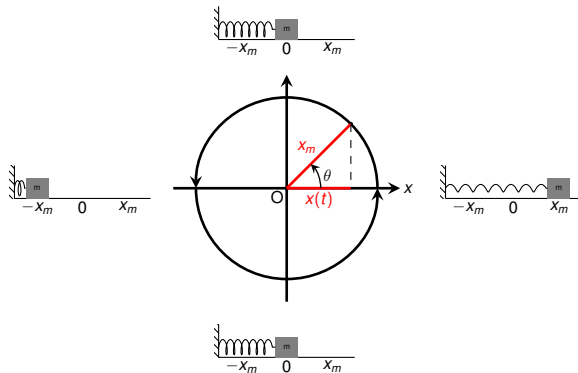
Frequência (f): Núm. de ciclos por segundo.

Corollary

*Na ausência de atrito, o objeto realiza por tempo infinito um **Movimento Harmônico Simples** (MHS) a uma frequência de f ciclos por unidade de tempo,*

$$f = \frac{1}{T}.$$

Sistema massa-mola e movimento circular uniforme (MCU)



Representação das quatro etapas do MHS no MCU.

Se $\theta = \omega t$, onde ω é a frequência angular,

$$x(t) = x_m \cos(\theta),$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}.$$

Pelo MCU a aceleração centrípeta a_{cpt} é dada por

$$a_{cpt}(t) = \omega^2 x_m.$$

MHS e movimento circular uniforme

Pela Lei de Hooke, a aceleração máxima do objeto é dado por

$$a_m = \frac{k}{m} x_m.$$

Foi mostrado anteriormente que

$$a_{cpt} = \omega^2 x_m,$$

portanto

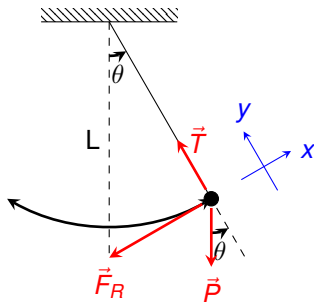
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Levando em consideração que $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Período de oscilação do sistema massa-mola

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

Pêndulo simples



Pêndulo simples.

Se $\theta \ll 1$ temos $\text{sen}(\theta) \approx \theta = \frac{x}{L}$,

$$F_R = -mg \text{sen}(\theta),$$

$$ma = -m \frac{g}{L} x,$$

$$a = -\frac{g}{L} x.$$

Comparando com o sistema massa-mola temos
 $a = -\omega^2 x$, ou seja,

$$\omega^2 = \frac{g}{L}.$$

Pêndulo simples

Sabendo que o quadrado da frequência angular de oscilação do pêndulo simples equivale a $\omega^2 = \frac{g}{L}$ temos

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}.$$

Porém, foi mostrado anteriormente que $\omega = \frac{2\pi}{T}$, portanto

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}}.$$

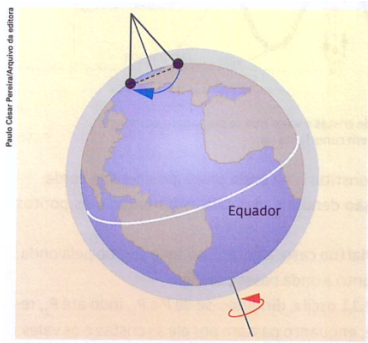
Período de oscilação do pêndulo simples

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}.$$

Corollary

O período de oscilação do pêndulo depende somente do comprimento L do fio.

Aplicações envolvendo pêndulo simples



Pêndulo de Foucault.



Relógio de pêndulo.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

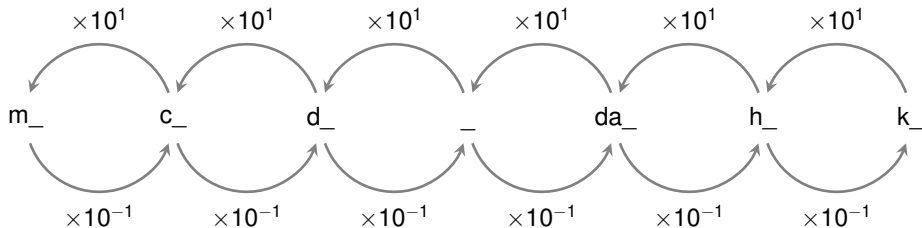
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

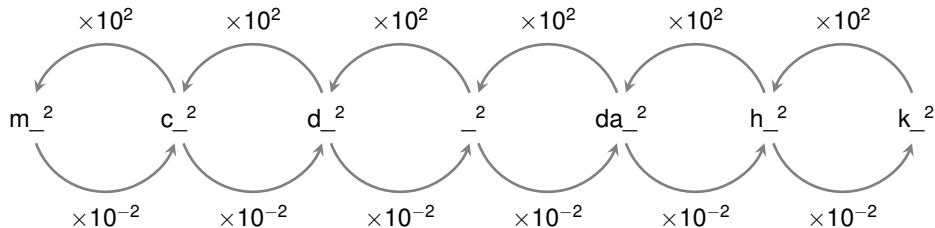


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ kg} = 2,5 \times 10^{(1) \times 6} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mg}$$

$$10 \text{ ms} = 10 \times 10^{(-1) \times 3} \text{ s} \rightarrow 10 \times 10^{-3} \text{ s}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

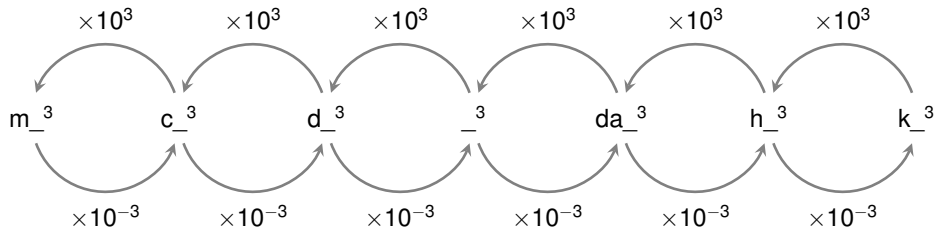


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \text{ ms}^2 = 10 \times 10^{(-2) \times 3} \text{ s}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ s}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{(-3) \times 2} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$

$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 3} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

$$2,5 \text{ km}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 6} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^{18} \text{ mm}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α
Beta	B	β
Gama	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsílon	E	ϵ, ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Teta	Θ	θ
Iota	I	ι
Capa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mi	M	μ

Ni	N	ν
Csi	Ξ	ξ
ômicon	O	o
Pi	Π	π
Rô	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ípsilon	Υ	υ
Fi	Φ	ϕ, φ
Qui	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Ômega	Ω	ω

Referências e observações¹

 A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.2, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)

Esta apresentação está disponível para download no endereço
<https://flavianowilliams.github.io/education>

¹Este material está sujeito a modificações. Recomenda-se acompanhamento permanente.