Trabalho e Energia

Aula 02/04/2020

Relembrando...

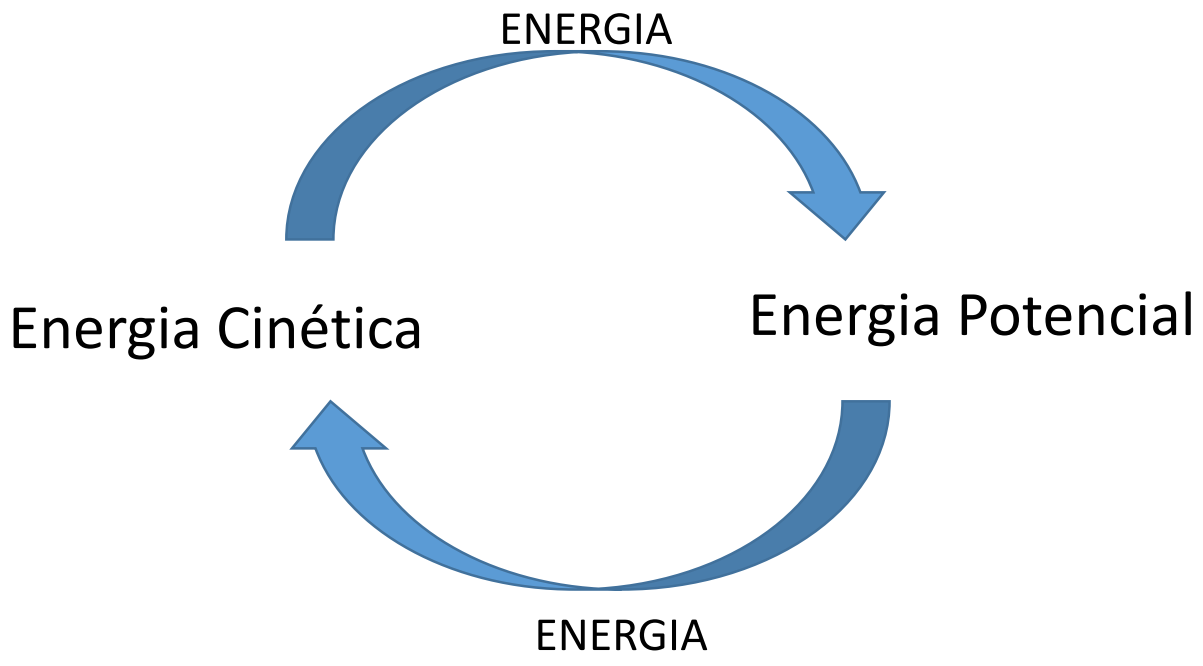
$$W = m\frac{v_f^2}{2} - m\frac{v_i^2}{2} = K_f - K_i$$

$$Pot = \frac{dW}{dt} = F.v$$

Relembrando...

$$W = m\frac{v_f^2}{2} - m\frac{v_i^2}{2} = K_f - K_i$$

$$\Delta U = -W$$

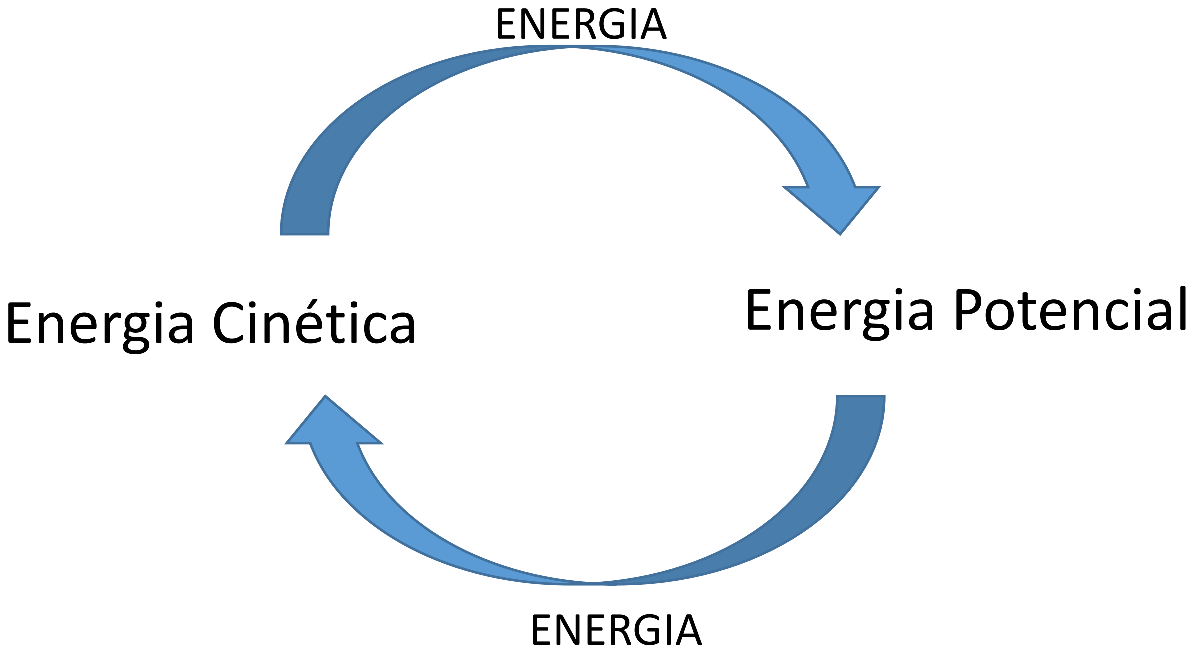


$$Pot = \frac{dW}{dt} = F.v$$

Relembrando...

$$W = m\frac{v_f^2}{2} - m\frac{v_i^2}{2} = K_f - K_i$$

$$\Delta U = -W$$



$$Pot = \frac{dW}{dt} = F.v$$

$$\mathrm{W}_1 = -W_2$$

Forças conservativas

Vamos calcular a energia potencial

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F dx$$

$$W = -\Delta U = \int_{x_i}^{x_f} F dx$$

$$\boldsymbol{\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F dx \ldots}$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\Delta U = -\int_{y_i}^{y_f} P dy = -\int_{y_i}^{y_f} -mgdy$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\Delta U = -\int_{y_i}^{y_f} P dy = -\int_{y_i}^{y_f} -mgdy$$

$$\Delta U = mg \int_{y_i}^{y_f} dy = mg(yf - yi)$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\Delta U = -\int_{y_i}^{y_f} Pdy = -\int_{y_i}^{y_f} -mgdy$$

$$\Delta U = mg\int_{y_i}^{y_f} dy = mg(yf - yi)$$

$$\Delta U = mg(yf - yi)$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\Delta U = -\int_{y_i}^{y_f} P dy = -\int_{y_i}^{y_f} -mg dy$$

$$\Delta U = mg \int_{y_i}^{y_f} dy = mg(yf - yi)$$

$$\Delta U = mg(yf - yi) \rightarrow \qquad \Delta U = mg\Delta y$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\Delta U = -\int_{y_i}^{y_f} P dy = -\int_{y_i}^{y_f} -mgdy$$

$$\Delta U = mg\int_{y_i}^{y_f} dy = mg(yf - yi)$$

$$\Delta U = mg(yf - yi) \rightarrow \quad \Delta U = mg\Delta y$$

$$U - U_0 = mg(y - y_0) = mgy - mgy_0$$

Energia Potencial Gravitacional

$$\boldsymbol{U(y) = mgy}$$

A energia potencial gravitacional depende da massa e da posição vertical da partícula em relação a origem!

Energia Potencial Gravitacional

$$\boldsymbol{U(y) = \underbrace{mg}_{\text{constante}}y}$$

A energia potencial gravitacional depende da massa e da posição vertical da partícula em relação a origem!

Energia Potencial Elástica

$$W = -\int_{x_i}^{x_f} -F dx = \int_{x_i}^{x_f} kx dx$$

$$\boldsymbol{U(x) = \frac{1}{2} k x^2}$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

Quando uma força conservativa realiza um trabalho W:

$$\Delta K = W$$

$$\Delta U = -W$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

Quando uma força conservativa realiza um trabalho W:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta K = W \\ \\ \Delta U = -W \end{array}\right\} \Delta K = -\Delta U \rightarrow \mathrm{K}_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

Quando uma força conservativa realiza um trabalho W:

$$\left.\begin{aligned} \Delta K &= W \\ \Delta U &= -W \end{aligned}\right\} \quad \Delta K = -\Delta U \rightarrow \ \mathrm{K}_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$$

$$\mathrm{K}_2 - K_1 = U_1 - U_2$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\boldsymbol{E_{mec} = K + U}$$

Quando uma força conservativa realiza um trabalho W:

$$\left.\begin{array}{l} \Delta K = W \\ \\ \Delta U = -W \end{array}\right\} \Delta K = -\Delta U \rightarrow \ \mathrm{K}_2 - K_1 = -(U_2 - U_1)$$

$$\mathrm{K}_2 - K_1 = U_1 - U_2$$

$$\mathrm{K}_2 + U_2 = U_1 + K_1$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\mathrm{K}_2 + U_2 = U_1 + K_1$$

Soma de K e U para o estado 2 → Soma de K e U para o estado 1

Conservação da Energia Mecânica

$$\mathrm{K}_2 + U_2 = U_1 + K_1$$

Soma de K e U para o estado 2 → Soma de K e U para o estado 1

Quando uma força conservativa realiza um trabalho

$$\boldsymbol{\Delta E_{mec} = \Delta K + \Delta U = W - W = 0}$$

Conservação da Energia Mecânica

$$\mathrm{K}_2 + U_2 = U_1 + K_1$$

Soma de K e U para o estado 2 → Soma de K e U para o estado 1

Quando uma força conservativa realiza um trabalho

$$\boldsymbol{\Delta E_{mec} = \Delta K + \Delta U = W - W = 0}$$

Quando só forças conservativas atuam num sistema, não precisamos calcular os trabalhos de cada força nem precisamos considerar os movimentos intermediários!

Curva da Energia Potencial

$$\Delta U = -W = -F(x)\Delta x$$

Curva da Energia Potencial

$$\Delta U = -W = -F(x)\Delta x$$

$$F(x) = -\frac{\Delta U}{\Delta x}$$

Curva da Energia Potencial

$$\Delta U = -W = -F(x)\Delta x$$

$$F(x) = -\frac{\Delta U}{\Delta x} \rightarrow F(x) = -\frac{dU}{dx}$$

Curva da Energia Potencial

$$\Delta U = -W = -F(x)\Delta x$$

$$F(x) = -\frac{\Delta U}{\Delta x} \rightarrow F(x) = -\frac{dU}{dx}$$

TESTE: Dado uma energia potencial: $U(x) = \frac{1}{2}kx^2$

Curva da Energia Potencial

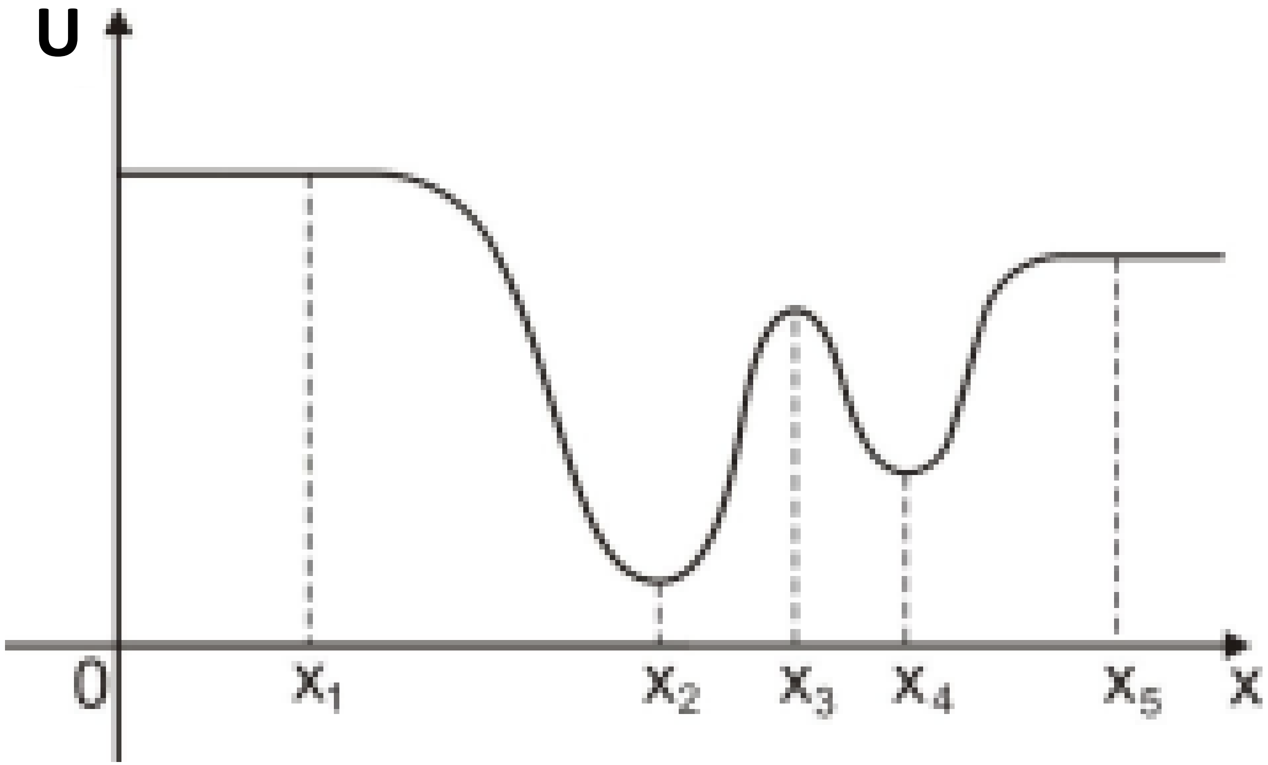
$$\Delta U = -W = -F(x)\Delta x$$

$$F(x) = -\frac{\Delta U}{\Delta x} \rightarrow F(x) = -\frac{dU}{dx}$$

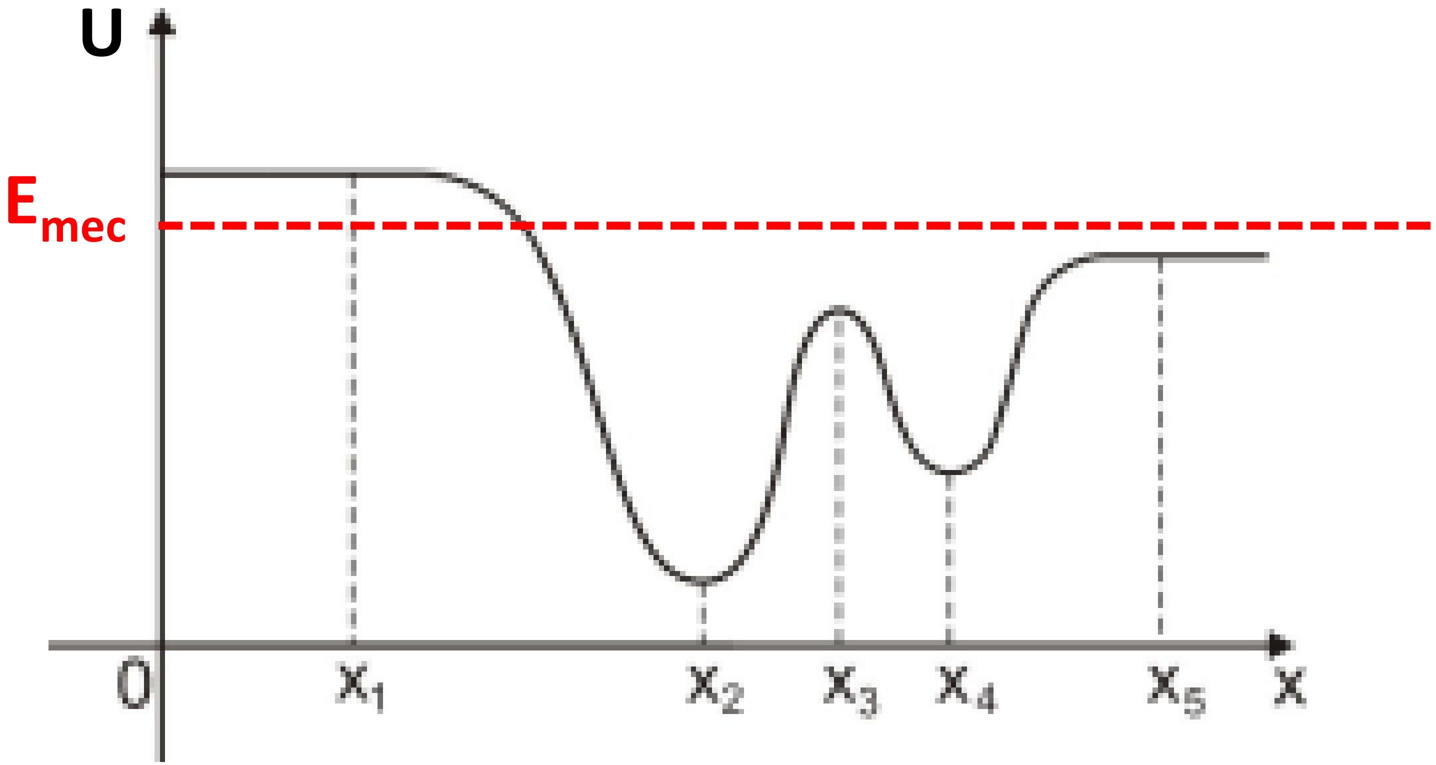
TESTE: Dado uma energia potencial: $U(x) = \frac{1}{2}kx^2$

$$F(x) = -\frac{dU}{dx} = -\frac{d}{dx}\left(\frac{1}{2}kx^2\right) = -kx$$

Graficamente



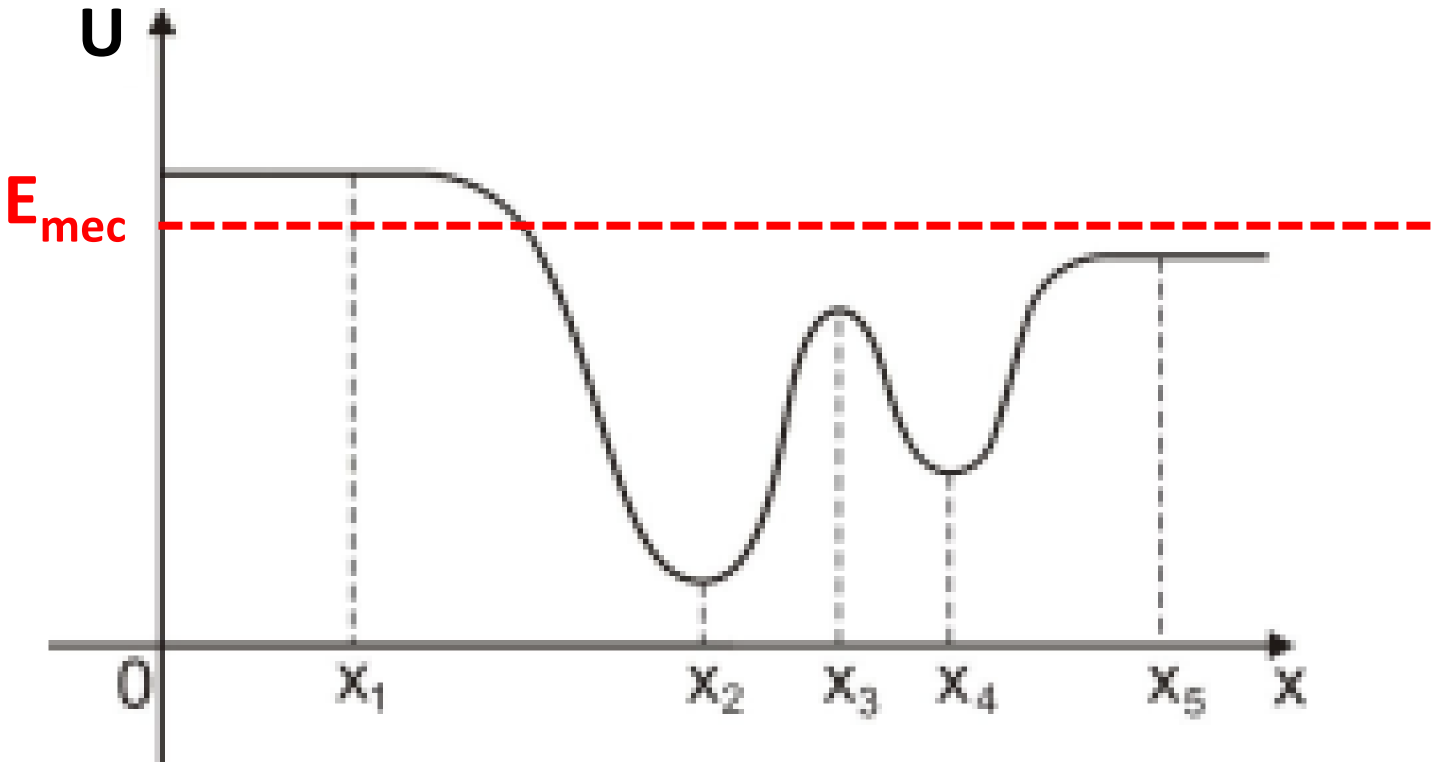
Graficamente



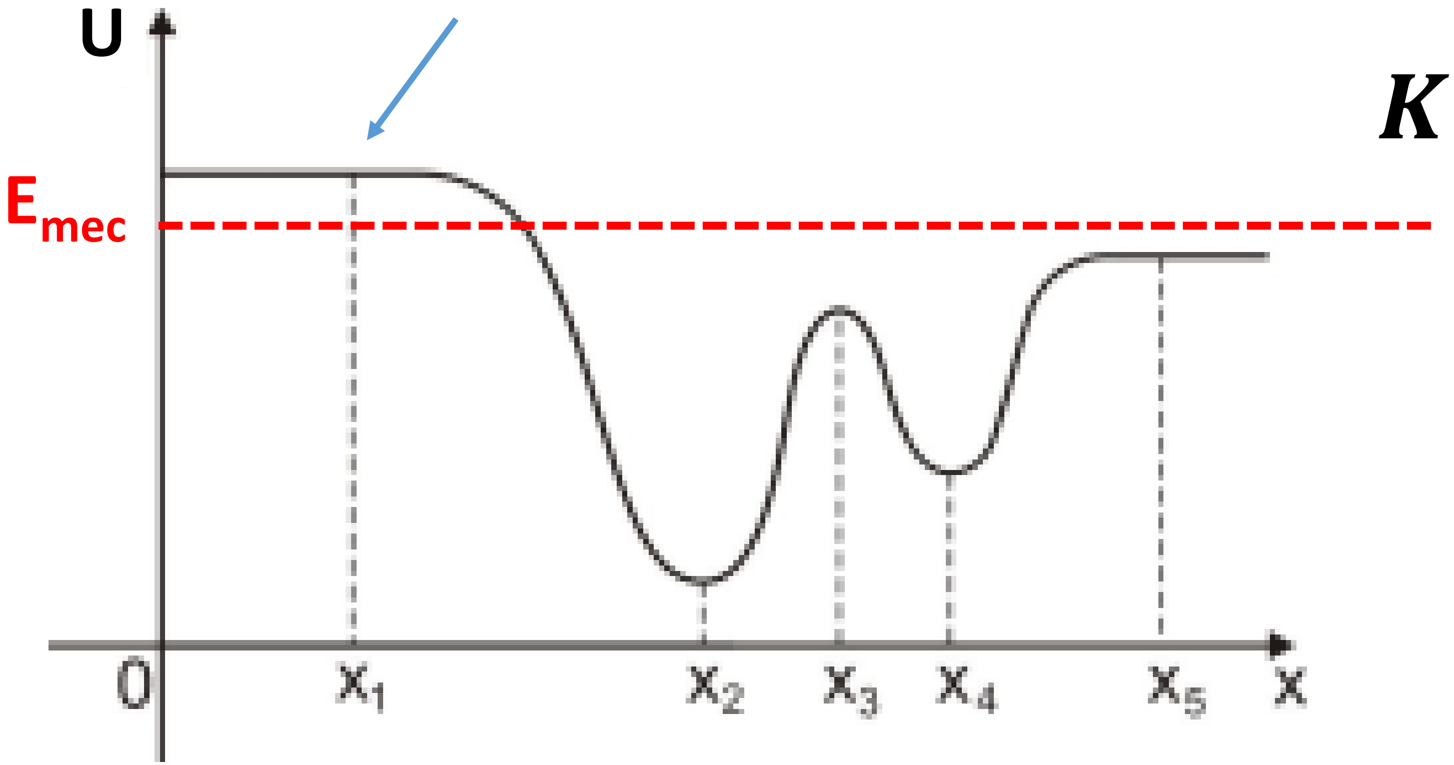
Graficamente

$$E_{mec} = K + U$$

$$K = Emec - U$$



Graficamente



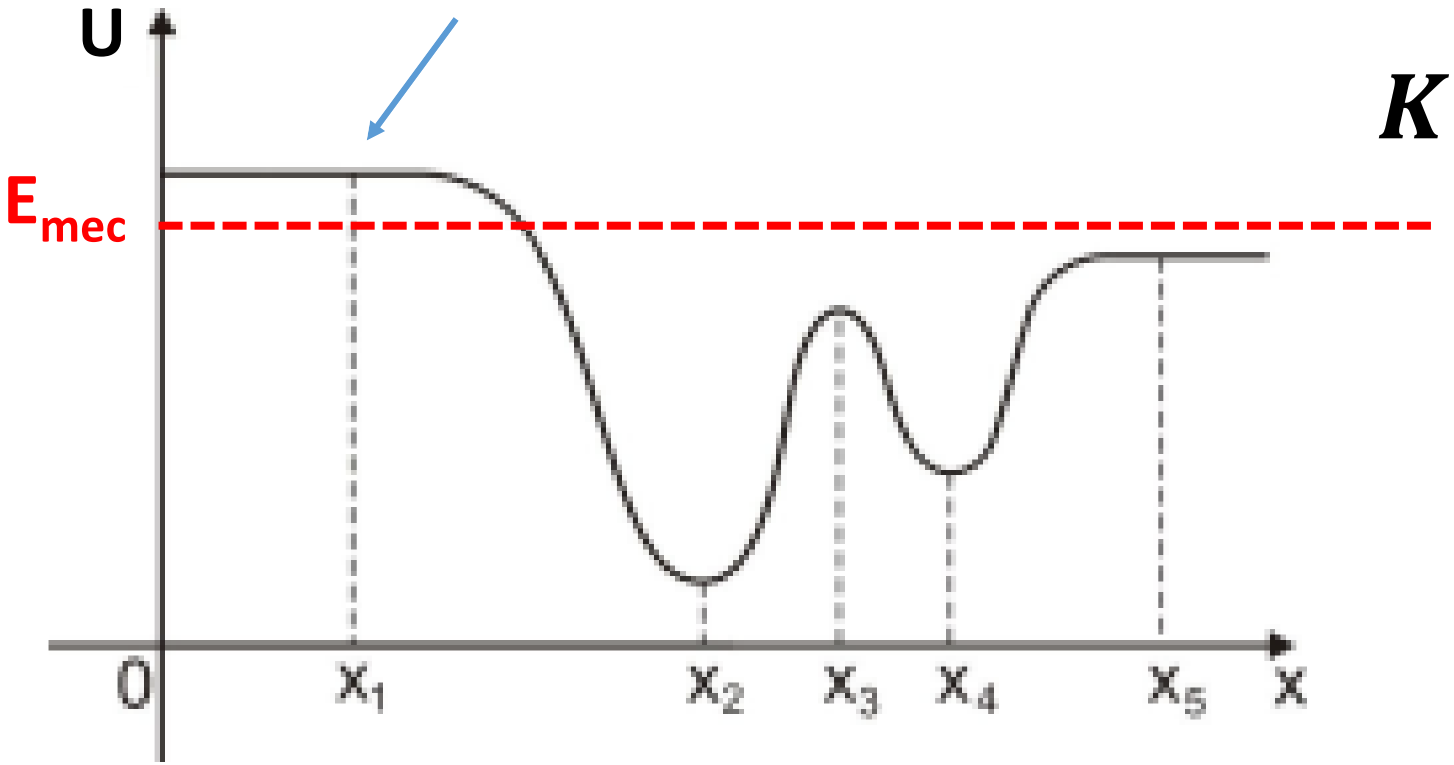
$$K = Emec - U$$

$$K < 0$$

Graficamente

$$K = Emec - U$$

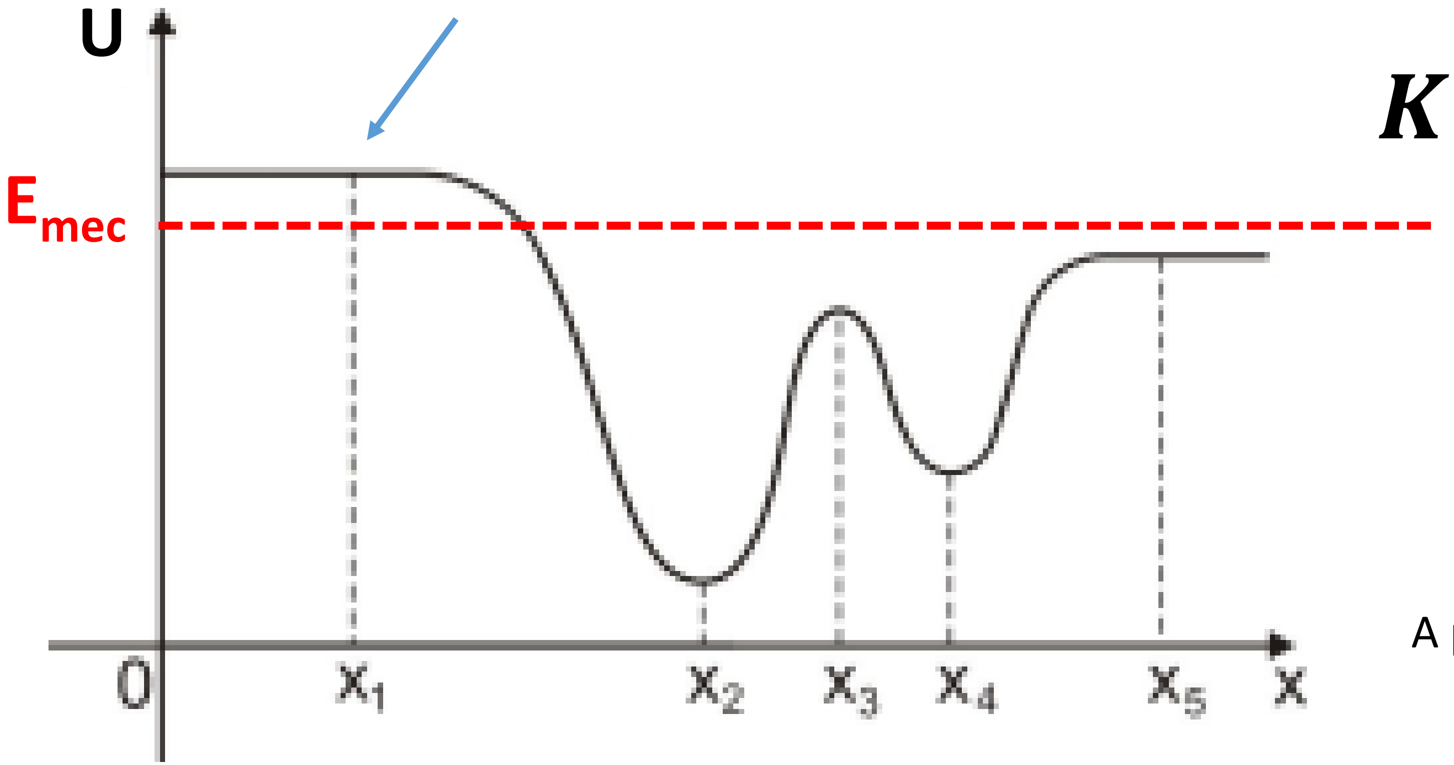
$$K < 0$$



Pode?

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Graficamente



$$\boldsymbol{K = Emec - U}$$

$$\boldsymbol{K < 0}$$

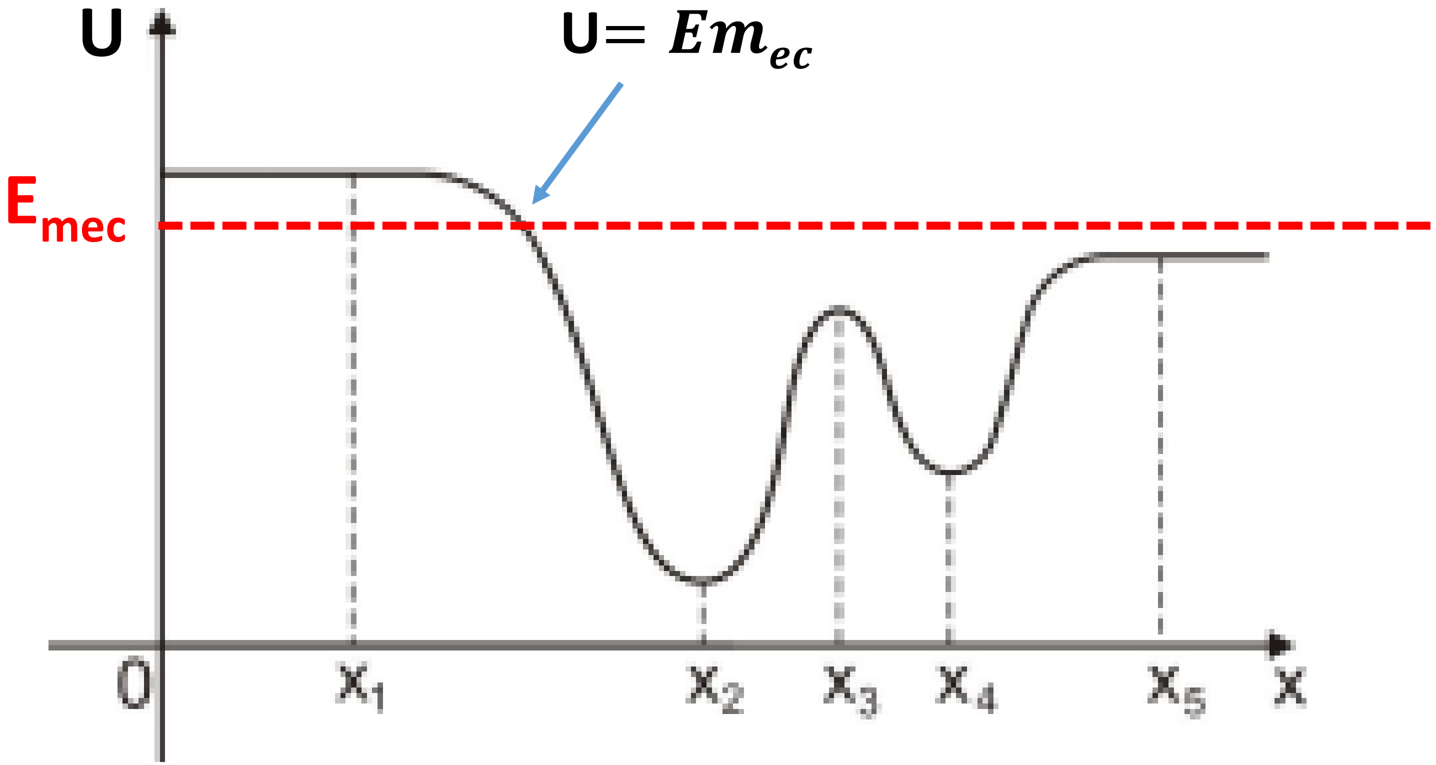
Pode?

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

A partícula não pode estar lá!

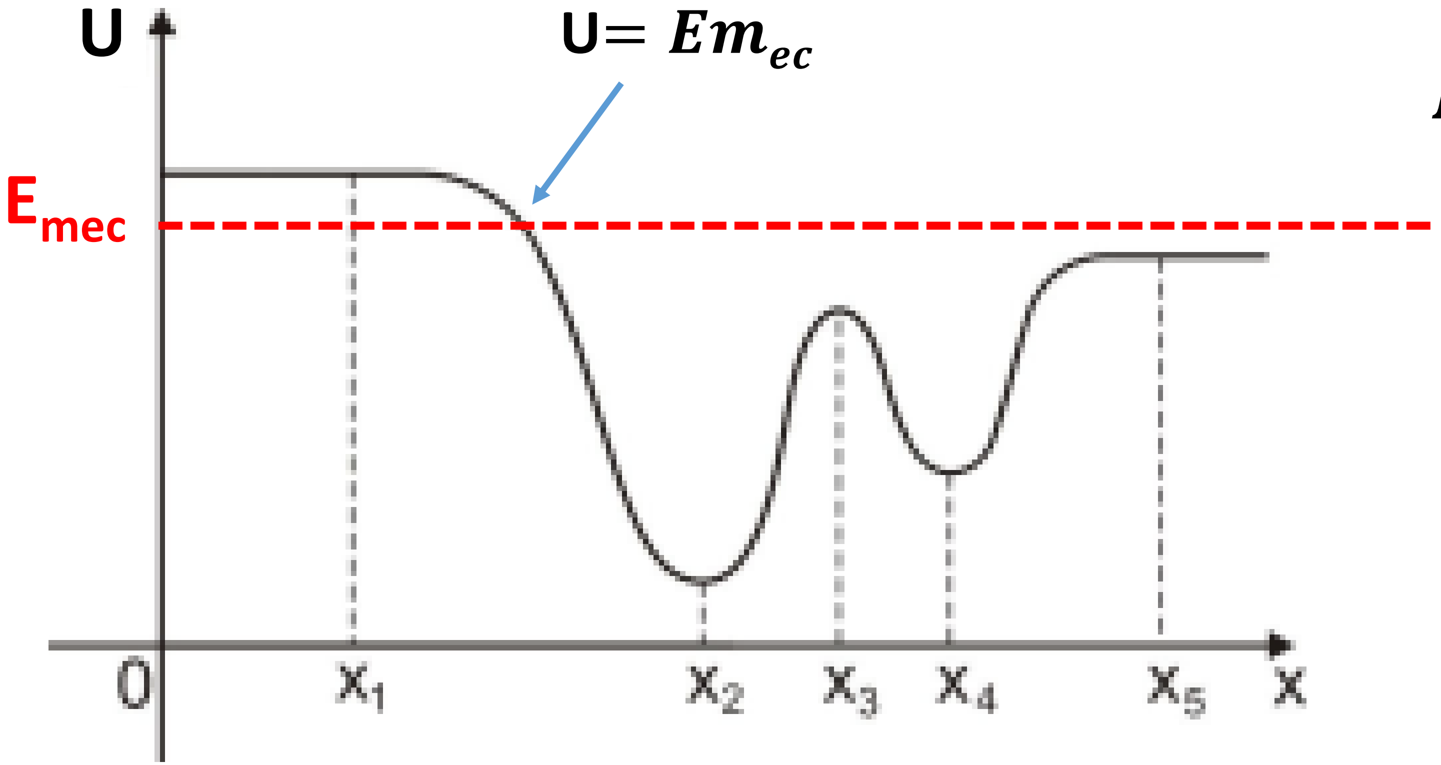
Graficamente

$$K = Emec - U$$



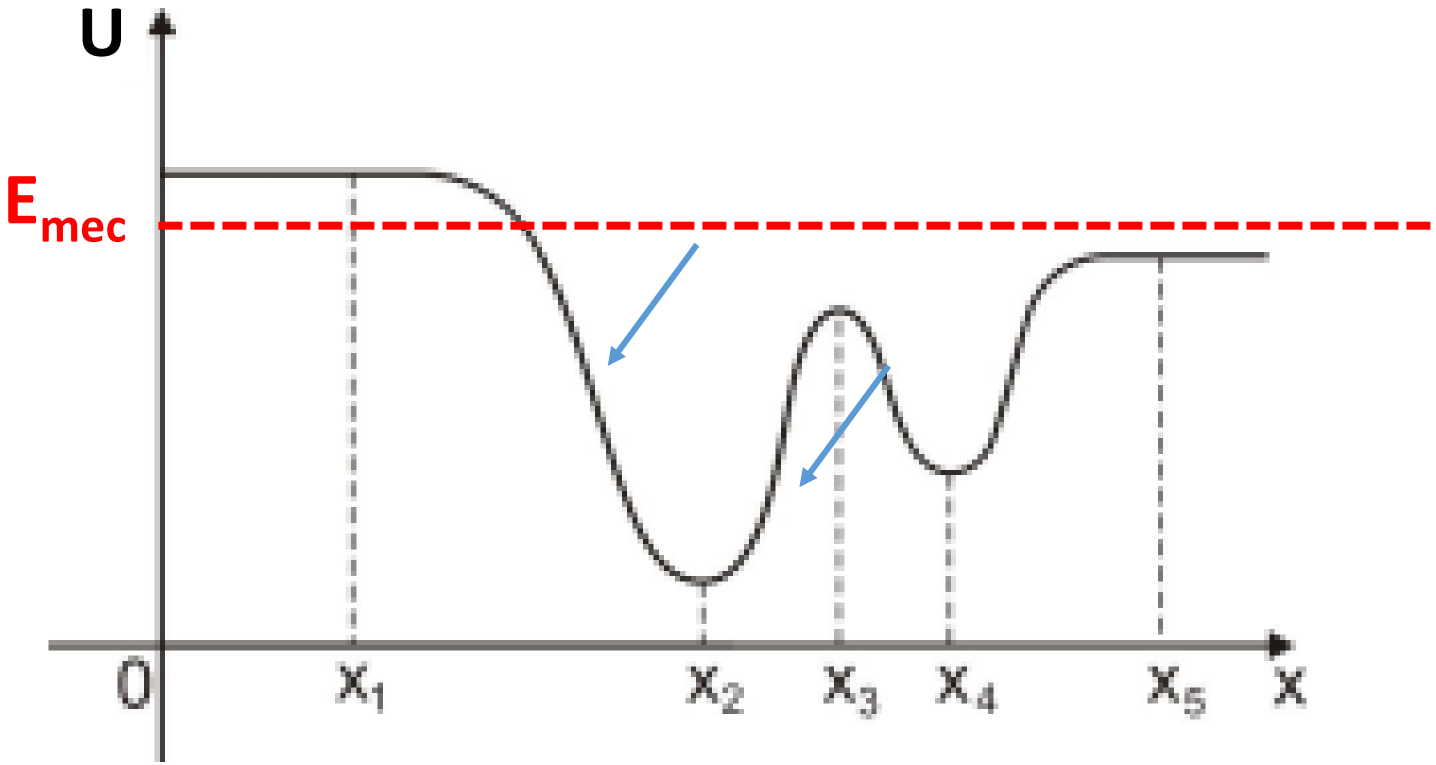
Graficamente

$$K = Emec - U$$
$$K = 0$$



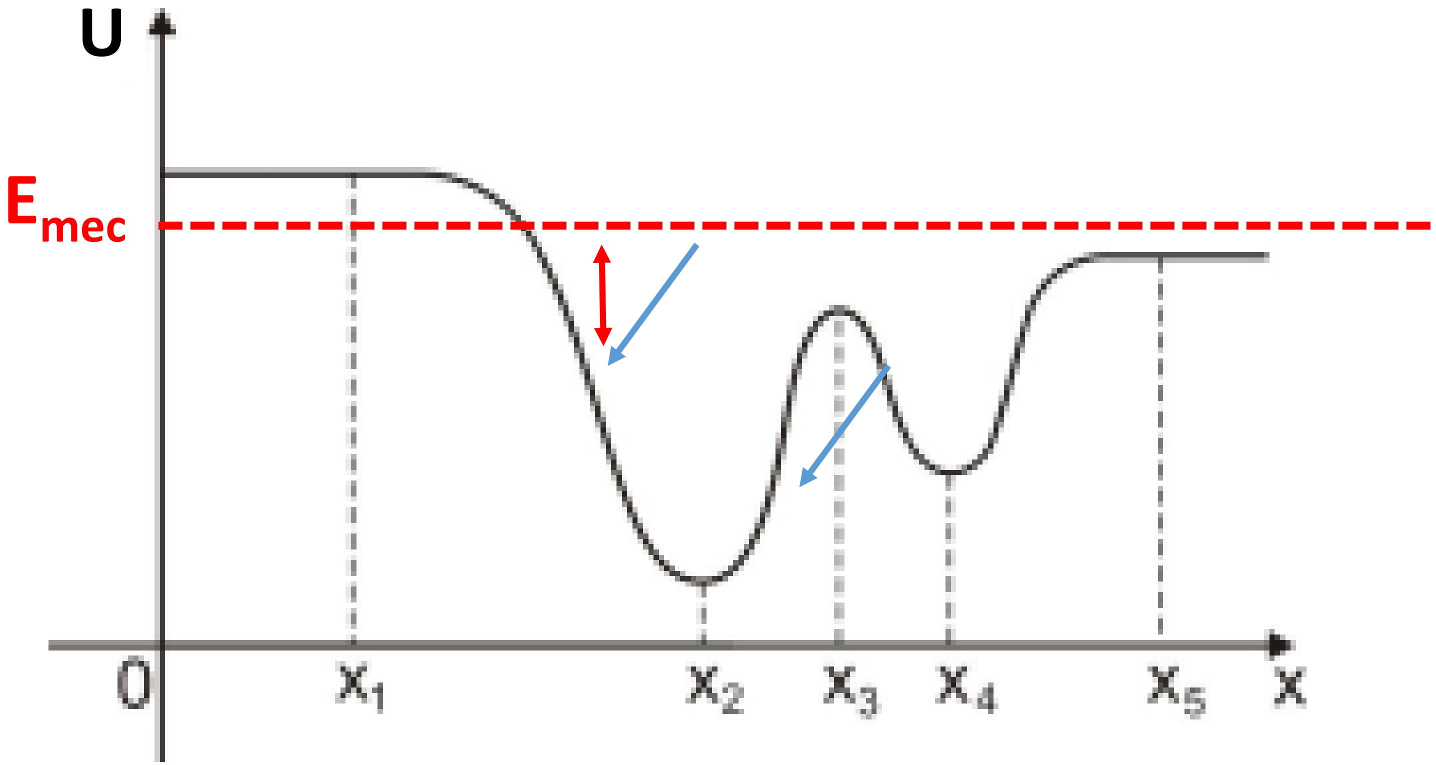
Graficamente

$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$



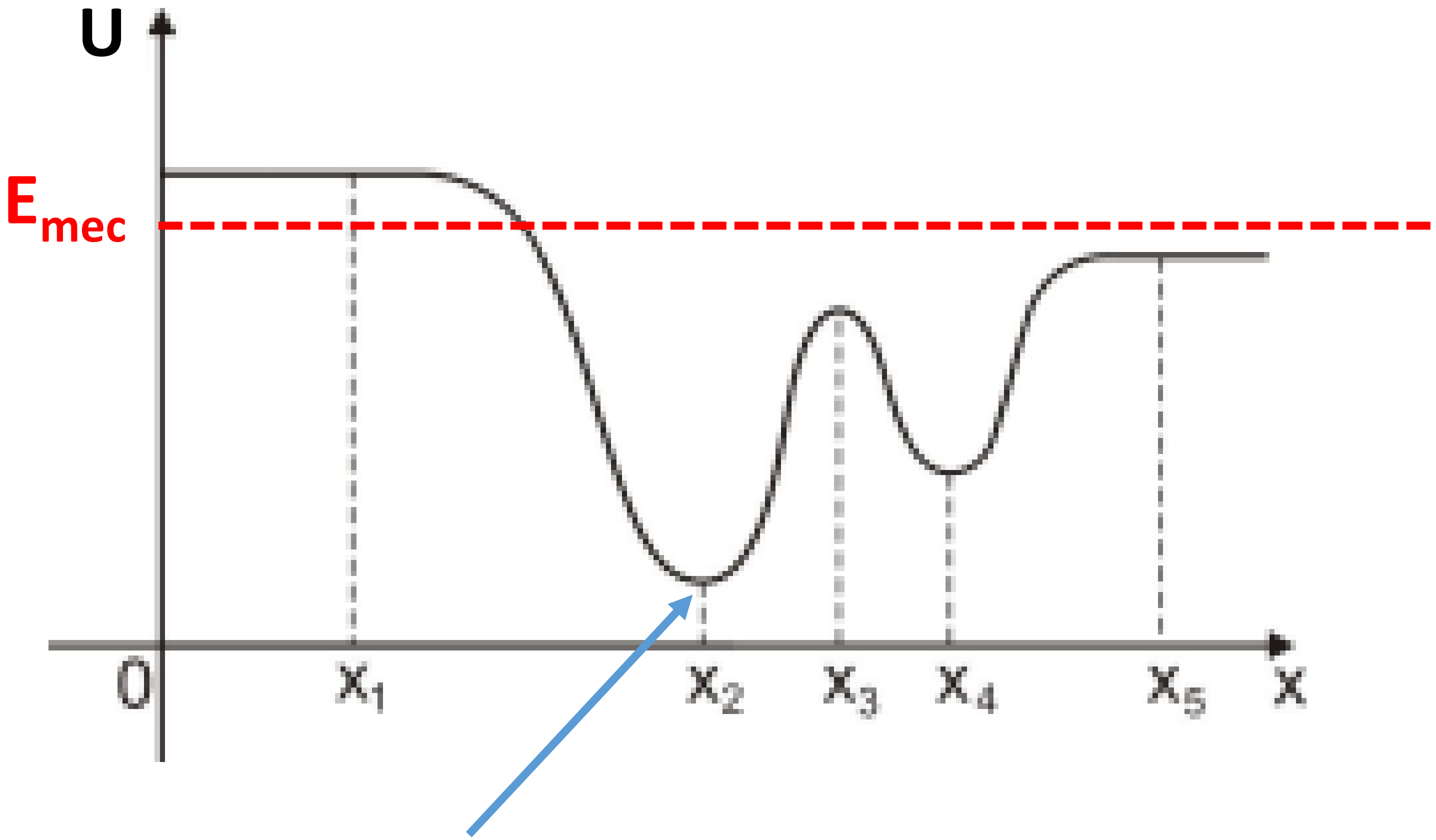
Graficamente

$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$



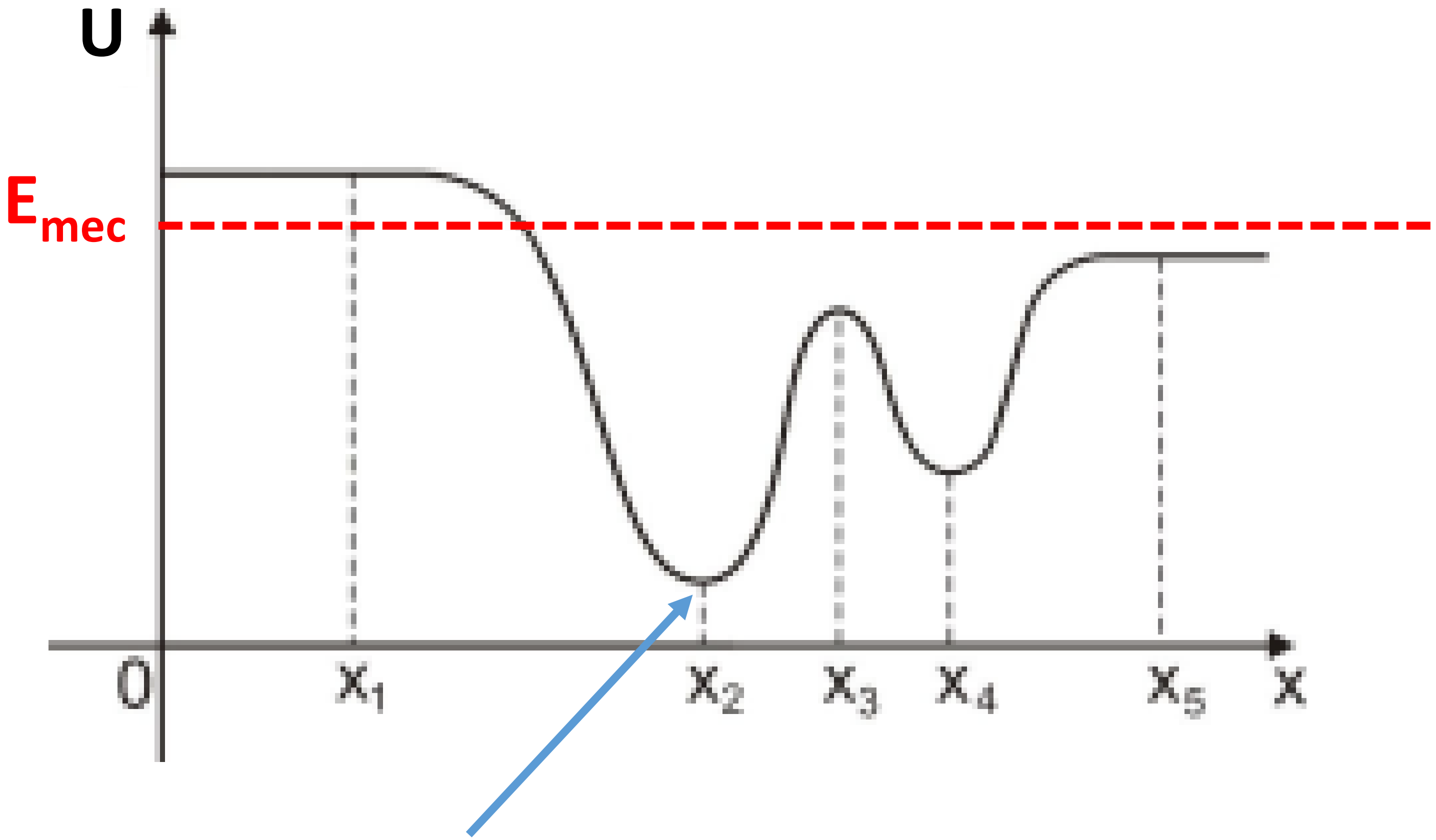
Graficamente

$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$



Graficamente

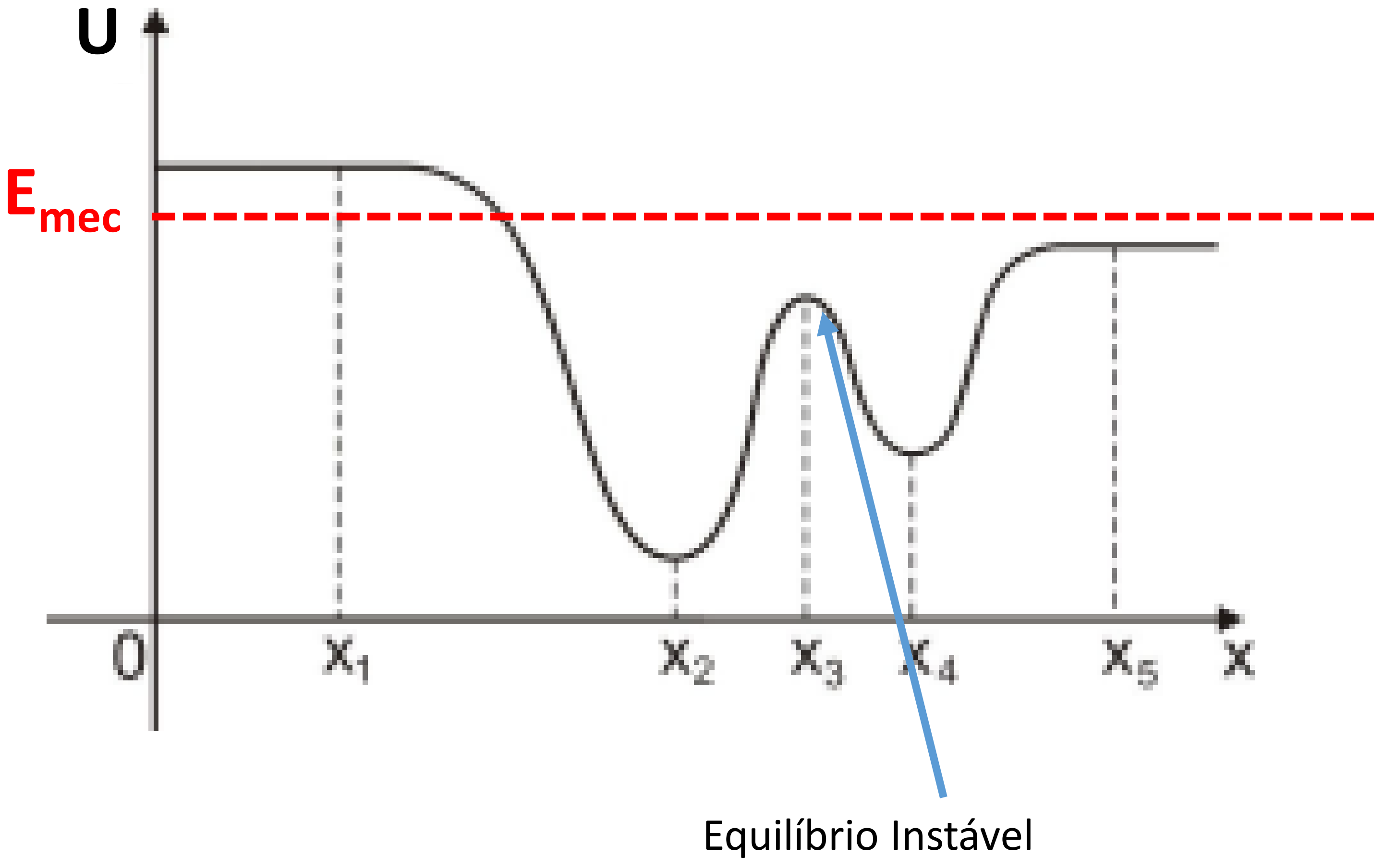
$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$



Equilíbrio Estável → Poço potencial → Forças restauradoras

Graficamente

$$F(x) = -\frac{dU}{dx}$$



Sistema com força dissipativa

$$W = F(x)\Delta x = \mathrm{f_{at}d}$$

$$\Delta Et = \mathrm{f_{at}d}$$

$$\boldsymbol{\Delta Eme_c = \mathbf{W} - \Delta Et}$$

Conservação de Energia

Energia total de um sistema: **E**

*A energia **E** de um sistema pode mudar apenas pela transferência de energia para dentro do sistema ou para fora do sistema*

Conservação de Energia

Energia total de um sistema: **E**

*A energia **E** de um sistema pode mudar apenas pela transferência de energia para dentro do sistema ou para fora do sistema*

Tipo de transferência de energia ←→ Trabalho

$$W = \Delta E = \Delta E_{mec} + \Delta E_t + \Delta E_{interna}$$

Conservação de Energia

Energia total de um sistema: **E**

A energia ***E*** *de um sistema pode mudar apenas pela transferência de energia para dentro do sistema ou para fora do sistema*

Tipo de transferência de energia $\leftarrow\rightarrow$ Trabalho

$$W = \Delta E = \Delta E_{mec} + \Delta E_t + \Delta E_{interna}$$

Experimental!

Sistema Isolado

Energia total de um sistema isolado (**E**) não pode variar

$$\Delta \boldsymbol{E} = \boldsymbol{0} = \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

Sistema Isolado

Energia total de um sistema isolado (**E**) não pode variar

$$\Delta \boldsymbol{E} = \mathbf{0} = \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

$$\boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec2}} - \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec1}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}} = \mathbf{0}$$

Sistema Isolado

Energia total de um sistema isolado (**E**) não pode variar

$$\Delta \boldsymbol{E} = \mathbf{0} = \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

$$\boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec2}} - \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec1}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}} = \mathbf{0}$$

$$\boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec2}} = \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec1}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

Sistema Isolado

Energia total de um sistema isolado (**E**) não pode variar

$$\Delta \boldsymbol{E} = \mathbf{0} = \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

$$\boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec2}} - \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec1}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} + \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}} = \mathbf{0}$$

$$\boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec2}} = \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{mec1}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{t}} - \Delta \boldsymbol{E}_{\boldsymbol{interna}}$$

Quando só forças conservativas agem

Transferência interna de Energia

A parede exerce uma força F na patinadora, mas não transfere energia para ela.

Transferência interna de Energia

A parede exerce uma força F na patinadora, mas não transfere energia para ela.

A parede não realiza trabalho sobre a patinadora,

maaaas, a patinadora ganha energia cinética!

Transferência interna de Energia

A parede exerce uma força F na patinadora, mas não transfere energia para ela.

A parede não realiza trabalho sobre a patinadora,

maaaas, a patinadora ganha energia cinética!

O aumento é devido às transferências internas das reações
bioquímicas do músculos!

Potência

Taxa de variação do trabalho realizado por uma força no tempo

$$Pot = \frac{dW}{dt}$$

Potência

Uma força pode transferir energia, sem realizar trabalho!

Potência

Uma força pode transferir energia, sem realizar trabalho!

$$\mathbf{P} = \frac{d\boldsymbol{E}}{d\boldsymbol{t}}$$

Potência é a taxa com a qual uma força transfere energia de uma forma pra outra