KEEP CALM AND STUDY PHYSICS

# Energia potencial gravitacional e energia potencial elástica

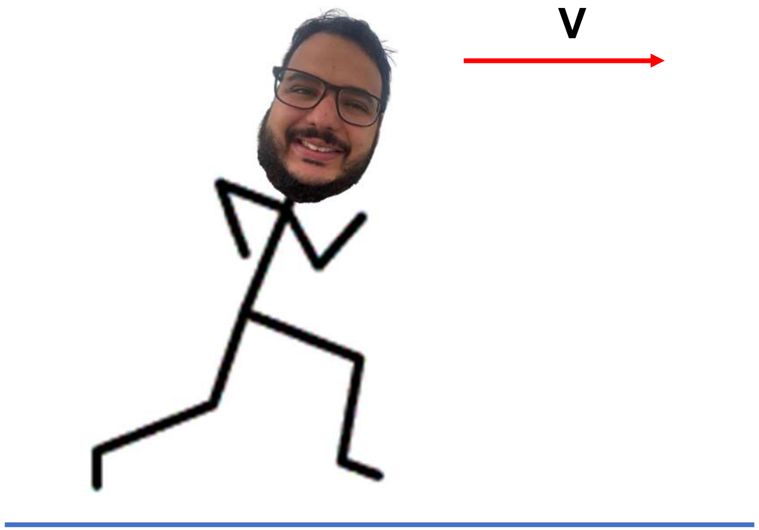
Aulas 26 e 27 / Pg. 371 / Alfa 4

Apresentação, orientação e tarefa: **fisicasp.com.br**

**Professor Caio**

## 1. Modalidades de energia

**Energia cinética**: associada ao movimento do corpo.



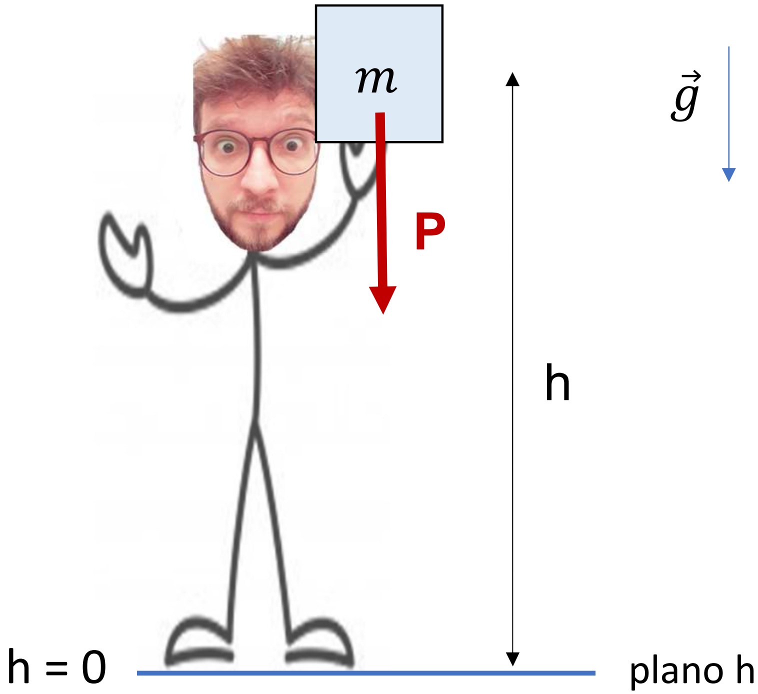

Como calcular?

$$E_c = \frac{1}{2}\, m \,.\, v^2$$

SI: J kg m/s

## 1. Modalidades de energia

**Energia potencial gravitacional:** associada à posição do corpo. Energia armazenada.



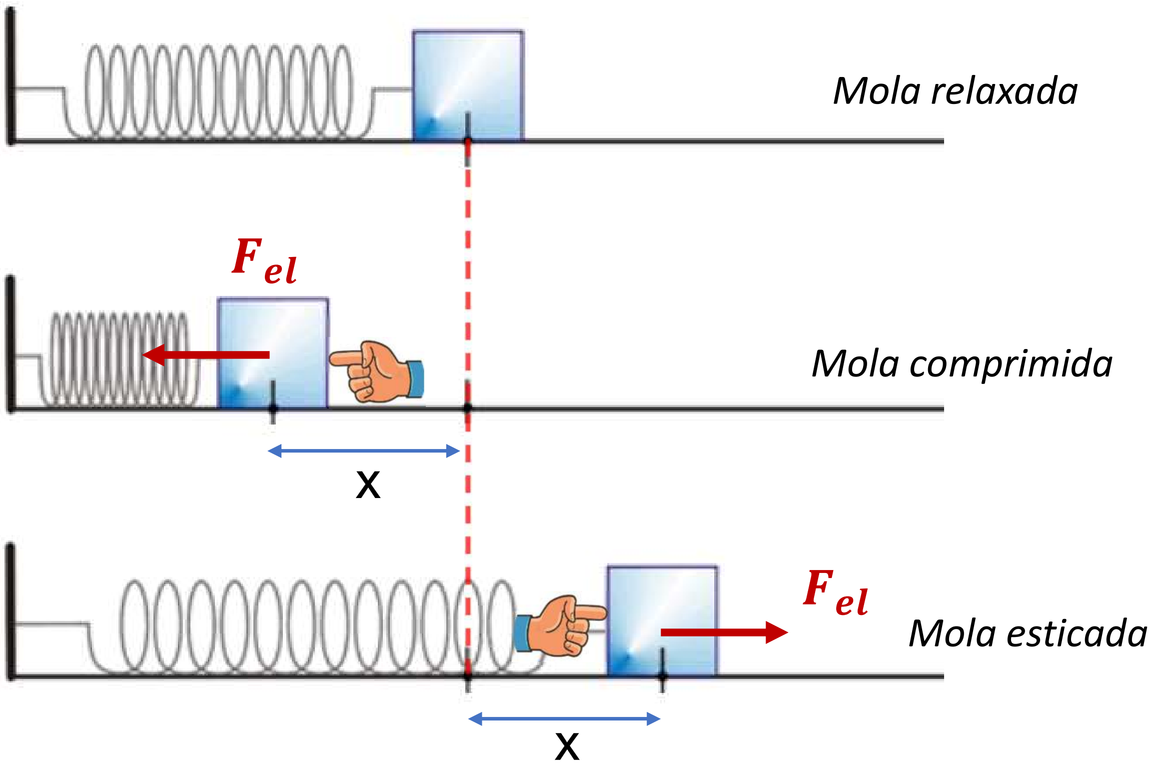

plano horizontal de referência - PHR

Como calcular?

$$E_{p\ grav} = m \,.\, g \,.\, h$$

SI: J kg m/s² m

**Energia potencial elástica**: associada à posição do corpo. Energia armazenada.



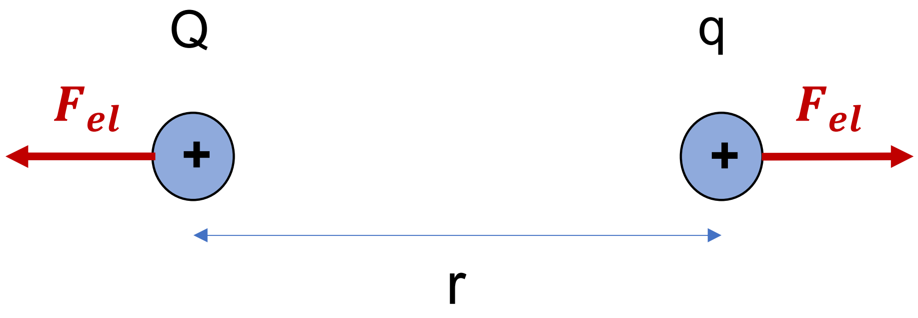

Como calcular?

$$E_{p\ elástica} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

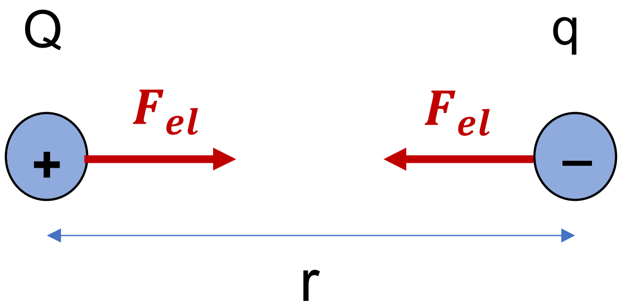
SI: J | N/m (constante elástica) | m (deformação)

# 1. Modalidades de energia

**Energia potencial *elétrica***: associada à posição do corpo. Energia armazenada.




OU




Como calcular?

$$E_{p\ elétrica} = \frac{k\ .\boxed{Q\ .\ q}}{r}$$

SI: J  $\frac{N\ .\ m^2}{C^2}$  m  C

*(constante eletrostática do meio)*

*(quantidade de carga elétrica de cada corpo)*

## 2. Visão geral

### Forças conservativas

- Força peso
- Força elástica
- Força elétrica

O trabalho não depende da trajetória

### O teorema da energia potencial

$$\underset{\text{F conservativa}}{\tau} = E_{p\,(i)} - E_{p\,(f)}$$

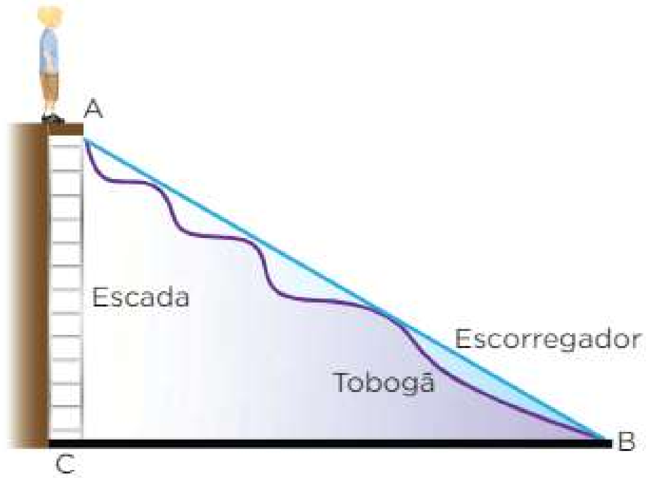
$\underset{\text{Força conservativa (FC)}}{\tau}$ : calcula a quantidade de energia potencial convertida em outra modalidade, ou vice-versa.

### Movimento espontâneo e forçado

- Movimento espontâneo $\rightarrow$ $E_p$ : diminui $\rightarrow$ $\tau_{FC} > 0$ (motor)
- Movimento forçado $\rightarrow$ $E_p$ : aumenta $\rightarrow$ $\tau_{FC} < 0$ (resistente)

# Exercícios da apostila

1. Em um parque de diversões, há um brinquedo onde, da mesma altura, partem um escorregador de formato retilíneo, que forma 30° com a horizontal, e um tobogã, de formato ondulado. Ambos terminam no mesmo ponto no chão.



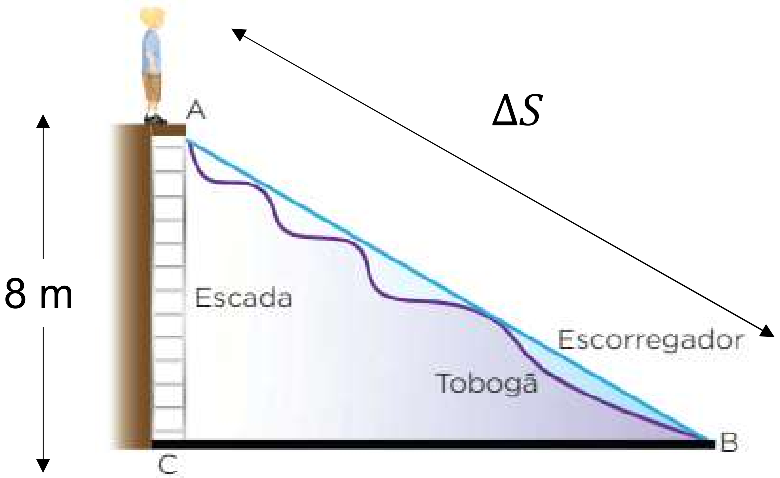

Na figura estão indicados os pontos A, no início do escorregador e do tobogã, B, no final deles, e C, na parte mais baixa da escada. Um garoto de massa 50 kg encontra-se no ponto A, a 8 metros de altura.

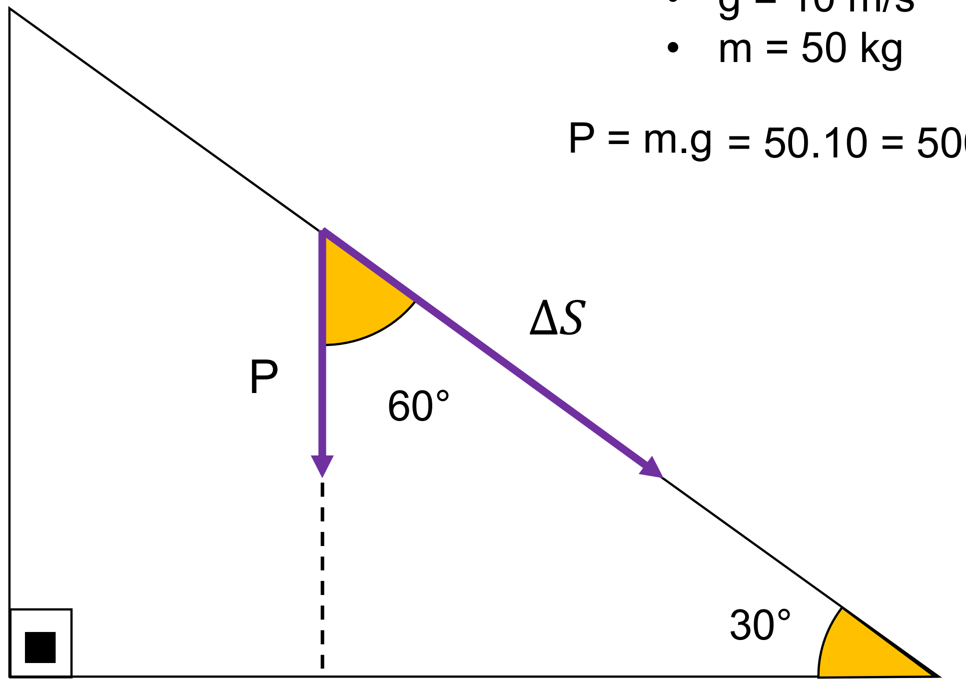
Considere $g = 10\ m/s^2$

a) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele decida descer pelo escorregador do ponto A até o ponto B.

b) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele desista de escorregar e resolva descer a escada, partindo do ponto A, e depois caminhar até o ponto B.

c) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele decida descer pelo tobogã do ponto A até o ponto B.




- g = 10 m/s²
- m = 50 kg

P = m.g = 50.10 = 500 N

$$\text{sen } 30° = \frac{8}{\Delta S} \rightarrow 0{,}5 = \frac{8}{\Delta S} \rightarrow \Delta S = \frac{8}{0{,}5} = 16\ m$$

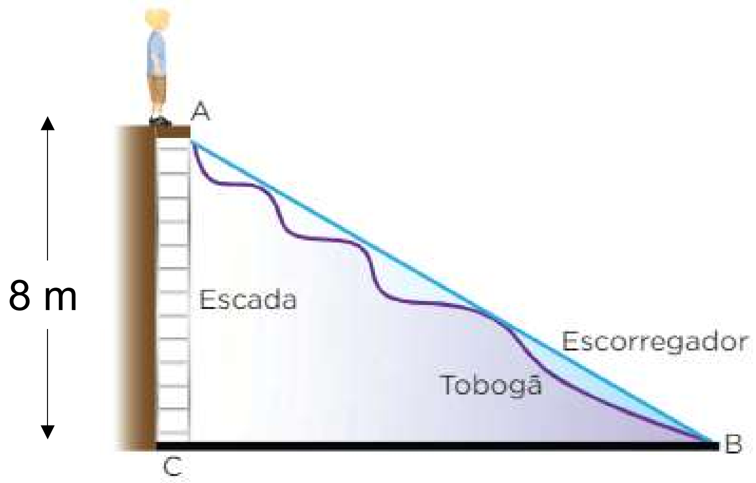
a) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele decida descer pelo escorregador do ponto A até o ponto B.

$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos\theta$$

$$\tau = P \cdot \Delta S \cdot \cos 60°$$

$$\tau = 500 \cdot 16 \cdot 0{,}5$$

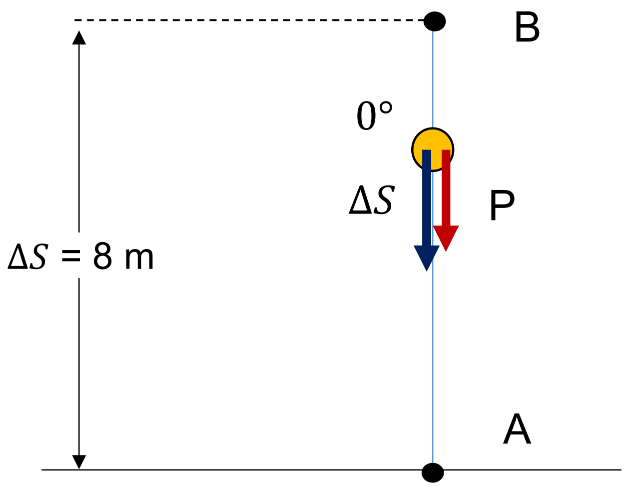
$$\boxed{\therefore \tau = 4000\ J}$$




P = m.g = 50.10 = 500 N

b) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele desista de escorregar e resolva descer a escada, partindo do ponto A, e depois caminhar até o ponto B.

A para C

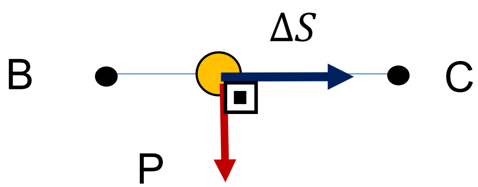



$\tau$ = P.$\Delta S$.cos0°

$\tau = 500.\,8\,.\,(1)$

$\boxed{\tau_{AB} = 4000\ \text{J}}$

C para B




$\tau$ = P.$\Delta S$.cos 90°

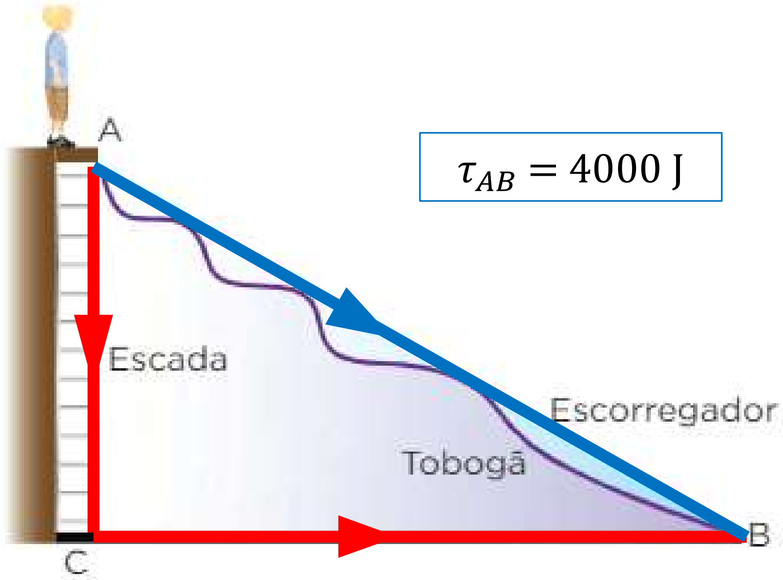
$\tau_{BC} = 500.\Delta\text{S}.(0)$

$\boxed{\tau_{BC} = 0}$

$\boxed{\tau_{ABC} = 4000\ \text{J}}$

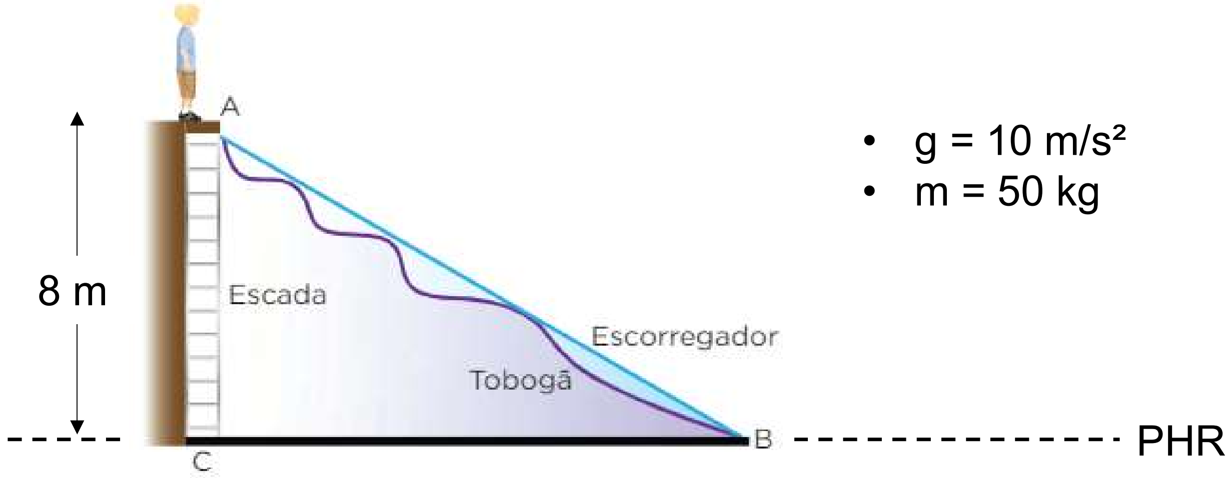
Conclusão:

O trabalho da força peso não depende da trajetória




$$\tau_{AB} = 4000\ \text{J}$$

$$\tau_{ABC} = 4000\ \text{J}$$




- g = 10 m/s²
- m = 50 kg

c) Calcule o trabalho da força peso aplicada no garoto caso ele decida descer pelo tobogã do ponto A até o ponto B.

$\tau = E_{p\,(i)} - E_{p\,(f)}$

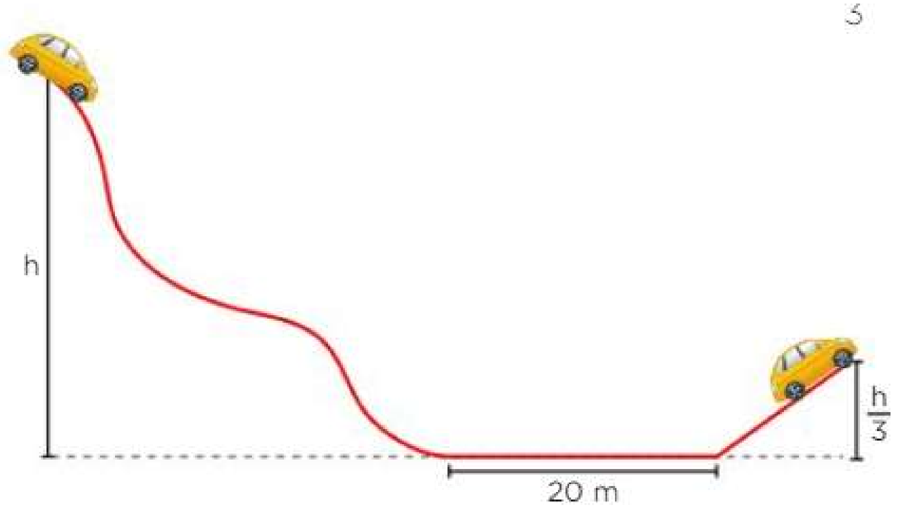
$\tau = m.g.h_i - m.g.h_f$

$\tau = 50.10.8 - 50.10.0$

$\tau = 4\,000 - 0$

$\boxed{\therefore \tau_{AB} = 4\,000\ J}$

2. Abandona-se um carrinho em uma pista ondulada, de altura h, e sem atrito, que termina em uma pista horizontal. Nesse trecho horizontal, de comprimento 20 m, o carrinho fica sujeito à ação de uma força de atrito. Depois de percorrer esse trecho horizontal, o carrinho sobe um plano inclinado, sem atrito, atingindo uma altura h/3.




Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre o carrinho e a pista horizontal é igual a 0,5, a altura h de onde o carrinho é abandonado é igual a:

a) 10 m
b) 15 m
c) 20 m
d) 25 m
e) 30 m

Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre o carrinho e a pista horizontal é igual a 0,5, a altura h de onde o carrinho é abandonado é igual a:

$$\tau_R = \tau_P + \tau_A + \tau_N$$

$$\tau_R = E_{c\,(f)} - E_{c\,(i)} = 0$$

$$\tau_P = E_{p\,(i)} - E_{p\,(f)}$$

$$\tau_P = mgh_{(i)} - mgh_{(f)}$$

$$\tau_P = mg(h_{(i)} - h_{(f)})$$

$$\tau_P = mg\frac{2h}{3}$$

$$\tau_A = A.\Delta S.\cos 180°$$

$$N = P = m.g$$

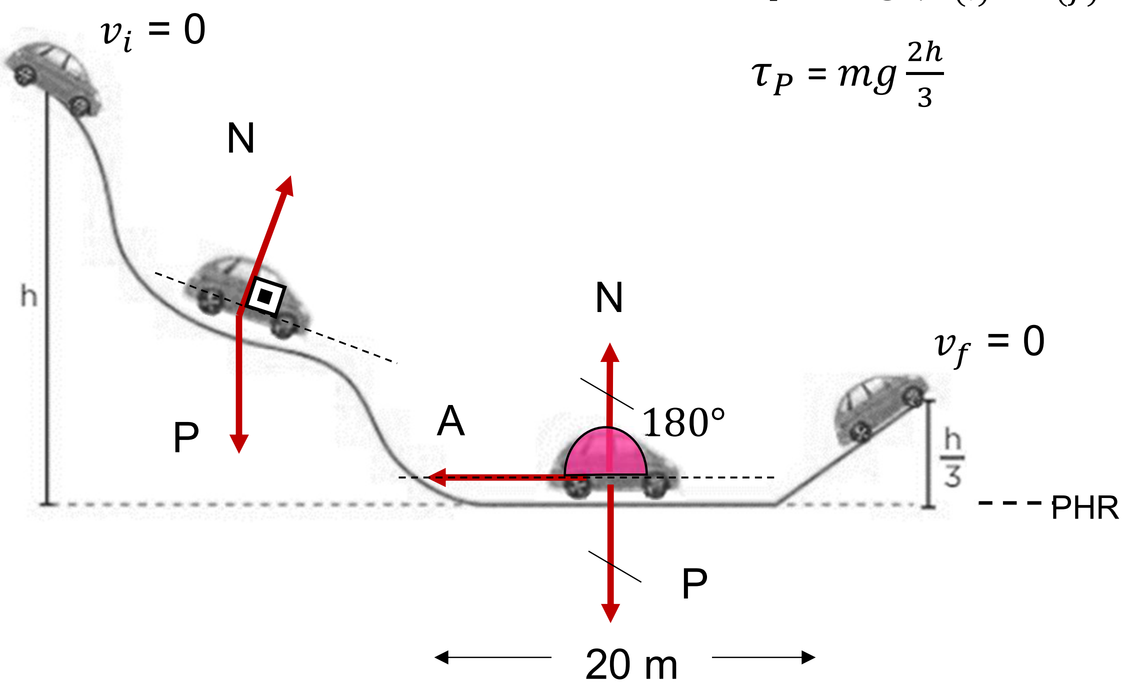
$$A = \mu.\text{N} = 0{,}5.\text{mg}$$

$$\tau_A = 0{,}5\text{mg}.20.(-1)$$

$$\tau_A = -10\ \text{mg}$$

$$\tau_N = \text{N}.\Delta S.\cos 90°$$

$$\tau_N = \text{N}.\Delta S.(0) = 0$$




$$\tau_R = \tau_P + \tau_A + \tau_N$$

$$0 = \cancel{\text{mg}}\frac{2\text{h}}{3} - 10\cancel{\text{mg}} + 0$$

$$0 = \frac{2\text{h}}{3} - 10$$

$$\frac{2\text{h}}{3} = 10$$

$$\boxed{h = 15\ \text{m}}$$

$$\tau_P = mg(h_{(i)} - h_{(f)})$$

$$\tau_P = \text{mg}(h - \frac{h}{3})$$

$$\tau_P = \text{mg}(\frac{3h - h}{3})$$

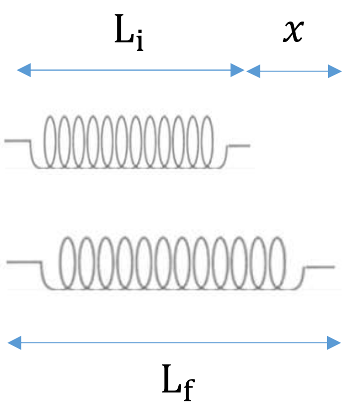
$$\tau_P = mg\,\frac{2h}{3}$$

3. (Unesp) Uma minicama elástica é constituída por uma superfície elástica presa a um aro lateral por 32 molas idênticas, como mostra a figura. Quando uma pessoa salta sobre esta minicama, transfere para ela uma quantidade de energia que é absorvida pela superfície elástica e pelas molas.

Considere que, ao saltar sobre uma dessas minicamas, uma pessoa transfira para ela uma quantidade de energia igual a 160 J, que 45% dessa energia seja distribuída igualmente entre as 32 molas e que cada uma delas se distenda 3,0 mm. Nessa situação, a constante elástica de cada mola, em N/m, vale

a) 5,0 . $10^5$
b) 1,6 . $10^1$
c) 3,2 . $10^3$
d) 5,0 . $10^3$
e) 3,2 . $10^0$

Considere que, ao saltar sobre uma dessas minicamas, uma pessoa transfira para ela uma quantidade de energia igual a 160 J, que 45% dessa energia seja distribuída igualmente entre as 32 molas e que cada uma delas se distenda 3,0 mm. Nessa situação, a constante elástica de cada mola, em N/m, vale




$$E_{transferida\ \text{às}\ 32\ molas} = 45\%\ \text{de}\ 160J$$

$$E_{transferida\ \text{às}\ 32\ molas} = 0{,}45\ .160J$$

$$E_{transferida\ \text{às}\ 32\ molas} = 72J$$

÷ 32

$$E_{transferida\ \text{à}\ 1\ mola} = 2{,}25J$$

Para uma mola

$$E_{transferida\ \text{à}\ 1\ mola} = 2{,}25J$$

$$x = 3\ mm = 3.10^{-3}\text{m}$$

$$E_{p\ el} = \frac{1}{2}\text{k}\ .\ \text{x}^2$$

$$2{,}25 = \frac{1}{2}\text{k}\ .\ (3.10^{-3})^2$$

$$2{,}25 = \frac{1}{2}\text{k}\ .\ 9.10^{-6}$$

$$\frac{2\ .\ 2{,}25}{9\ .\ 10^{-6}} = \text{k}$$

$$\text{k} = \frac{4{,}5}{9\ .\ 10^{-6}}$$

$$\boxed{\text{k} = 0{,}5\ .\ 10^{6} = 5\ .\ 10^{5}\ \text{N/m}}$$

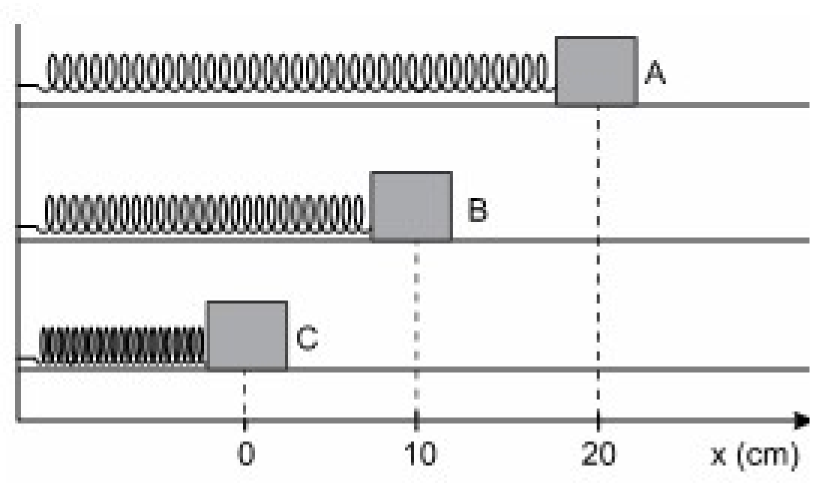
3. (Unesp) Uma minicama elástica é constituída por uma superfície elástica presa a um aro lateral por 32 molas idênticas, como mostra a figura. Quando uma pessoa salta sobre esta minicama, transfere para ela uma quantidade de energia que é absorvida pela superfície elástica e pelas molas.

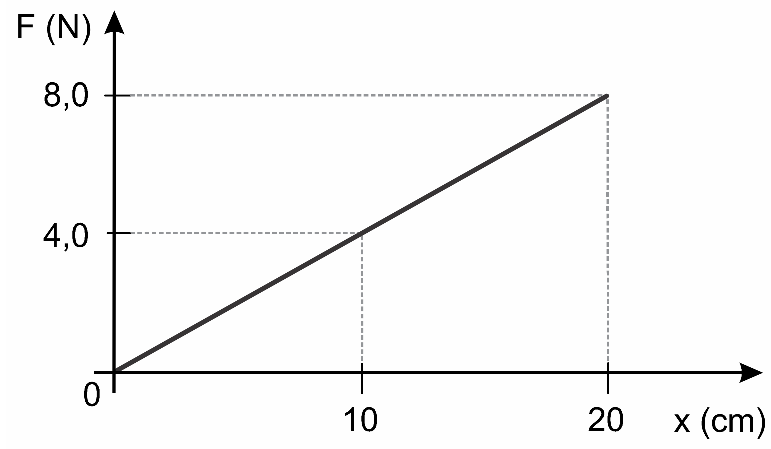
Considere que, ao saltar sobre uma dessas minicamas, uma pessoa transfira para ela uma quantidade de energia igual a 160 J, que 45% dessa energia seja distribuída igualmente entre as 32 molas e que cada uma delas se distenda 3,0 mm. Nessa situação, a constante elástica de cada mola, em N/m, vale

a) $5{,}0 \ . \ 10^5$
b) $1{,}6 \ . \ 10^1$
c) $3{,}2 \ . \ 10^3$
d) $5{,}0 \ . \ 10^3$
e) $3{,}2 \ . \ 10^0$

# Mais um exercício do Caio

1. (Famerp 2018) A figura mostra o deslocamento horizontal de um bloco preso a uma mola, a partir da posição A e até atingir a posição C.

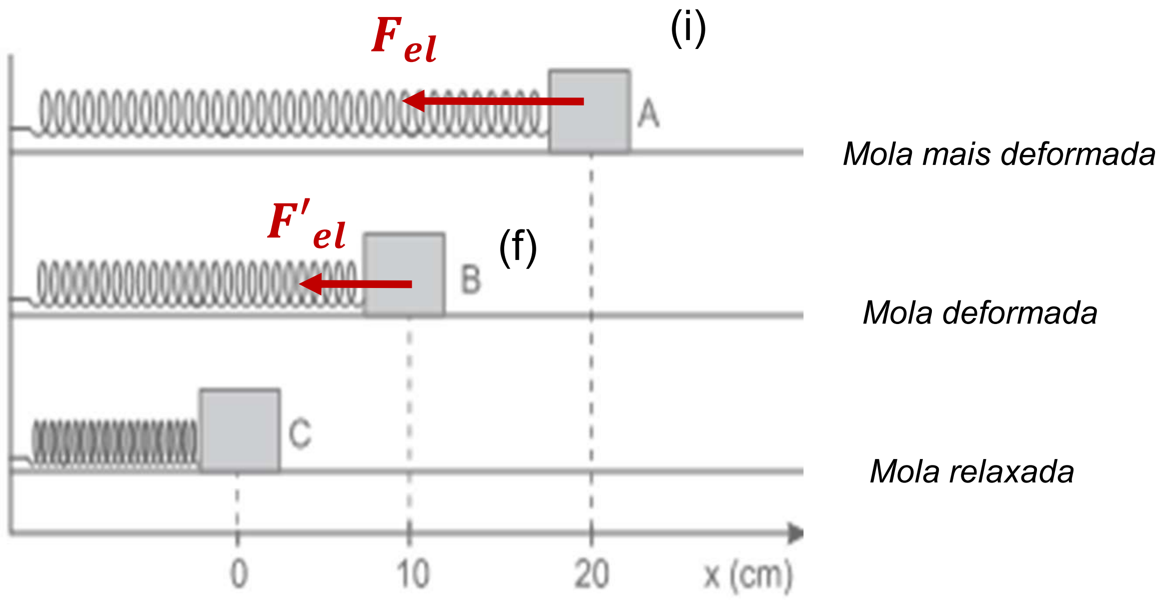


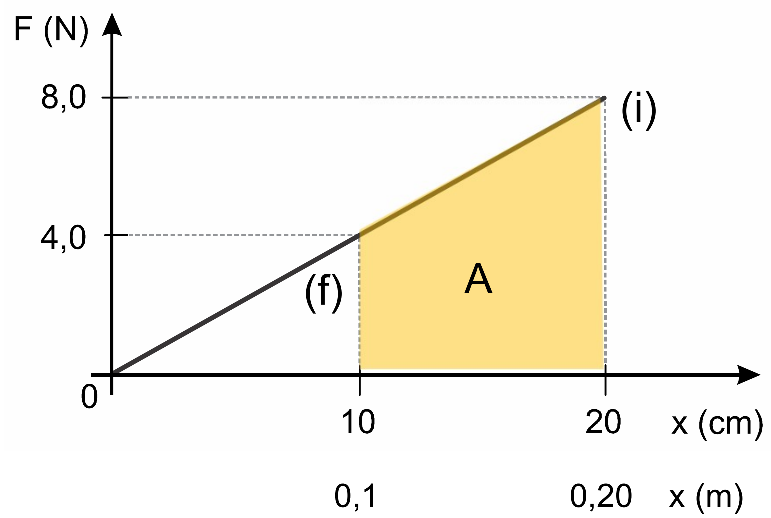




O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.

O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

a) 0,6 J b) -0,6J c) -0,3J d) 0,8J e) 0,3J




O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.

O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

$\cancel{\tau = \mathrm{F}\,.\,\Delta S\,.\cos\theta}$

*Só vale para F constante!*

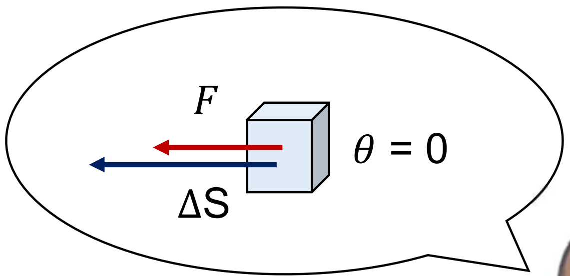
*Não podemos usar neste caso.*

$$|\tau_F| \overset{N}{=} A$$

$$A = \frac{(B+b).h}{2}$$

$$A = \frac{(8+4)0{,}1}{2} = 0{,}6$$

$$\boxed{\tau_F = 0{,}6\ \mathrm{J}}$$




## Revisão: trabalho de uma força variável

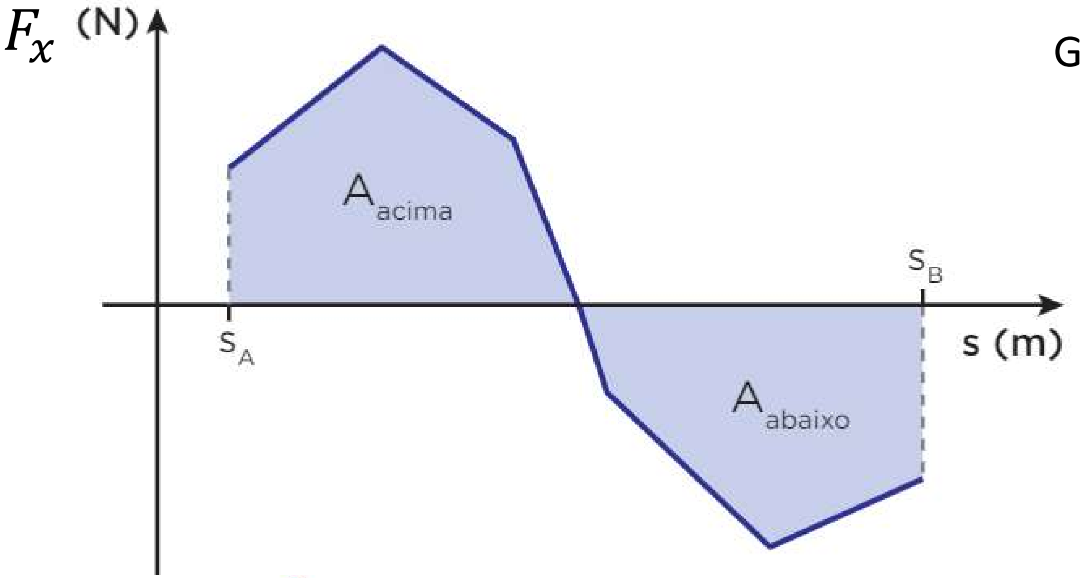
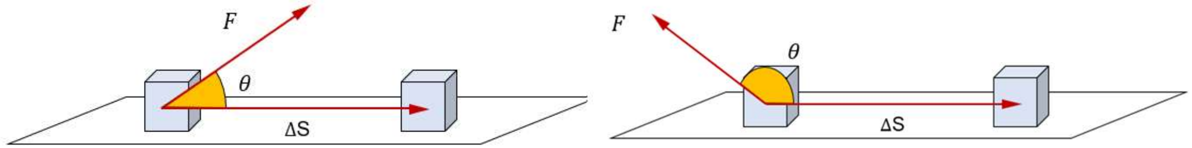
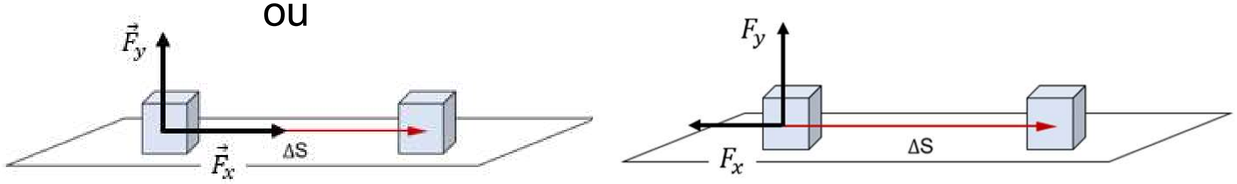


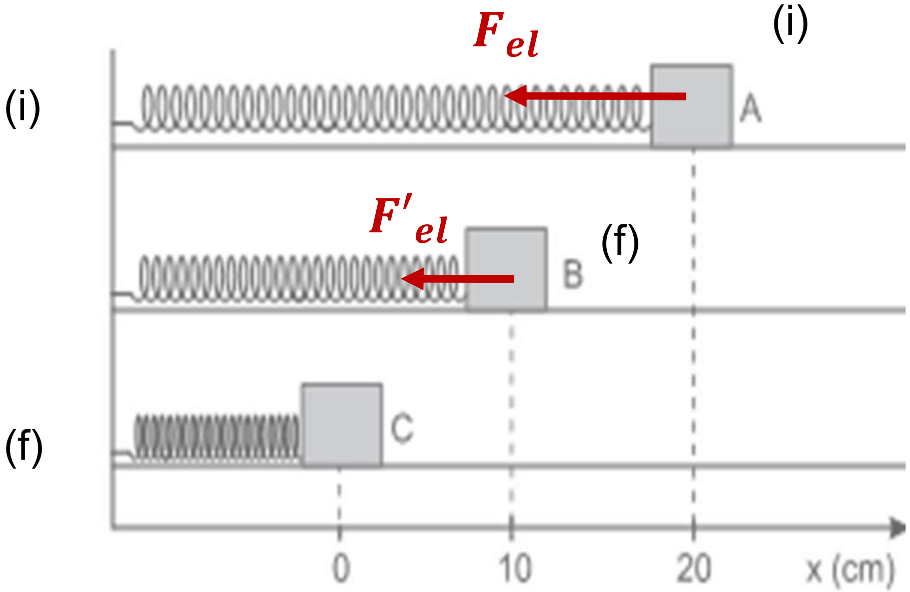

Gráfico da projeção de F na direção da trajetória

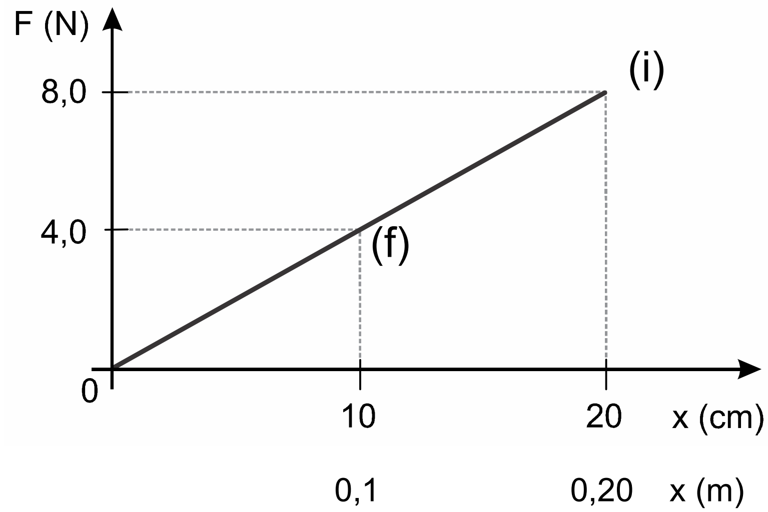



ou




$$\boxed{\tau_F \overset{N}{=} A_{acima} - A_{abaixo}}$$




O gráfico representa o módulo da força que a mola exerce sobre o bloco em função da posição deste.

O trabalho realizado pela força elástica aplicada pela mola sobre o bloco, quando este se desloca da posição A até a posição B, é

***Cálculo da constante***

Para x = 20 cm

$F_{el} = k \cdot x$

$k = \frac{F}{x} = \frac{8}{0{,}2} = 40\ \frac{N}{m}$

***Cálculo do trabalho***

$$\tau = E_{p\,(i)} - E_{p\,(f)}$$

$$\tau = \frac{k \cdot {x^2}_i}{2} - \frac{k \cdot {x^2}_f}{2}$$

$$\tau = \frac{40 \cdot (0{,}2)^2}{2} - \frac{40 \cdot (0{,}1)^2}{2}$$

$$\tau = \frac{40 \cdot 0{,}04}{2} - \frac{40 \cdot 0{,}01}{2}$$

$$\boxed{\tau = 0{,}8 - 0{,}2 = 0{,}6\ \text{J}}$$