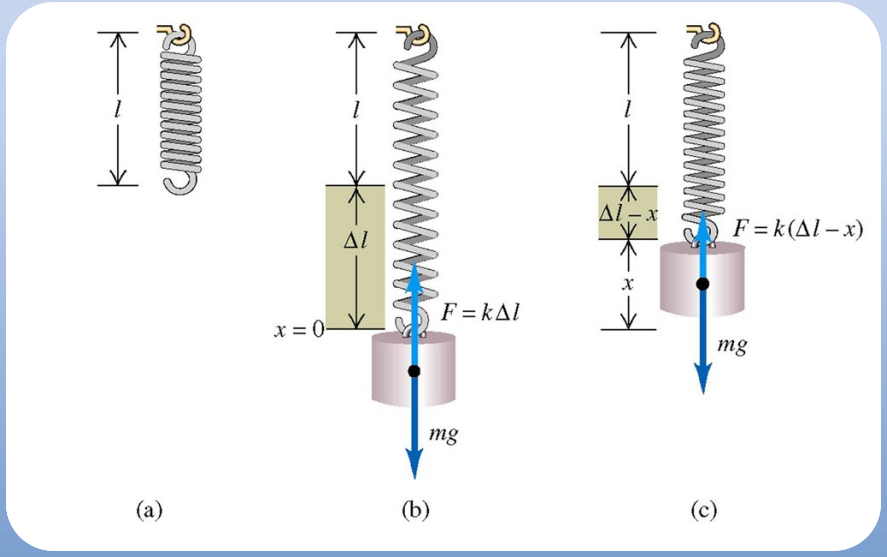
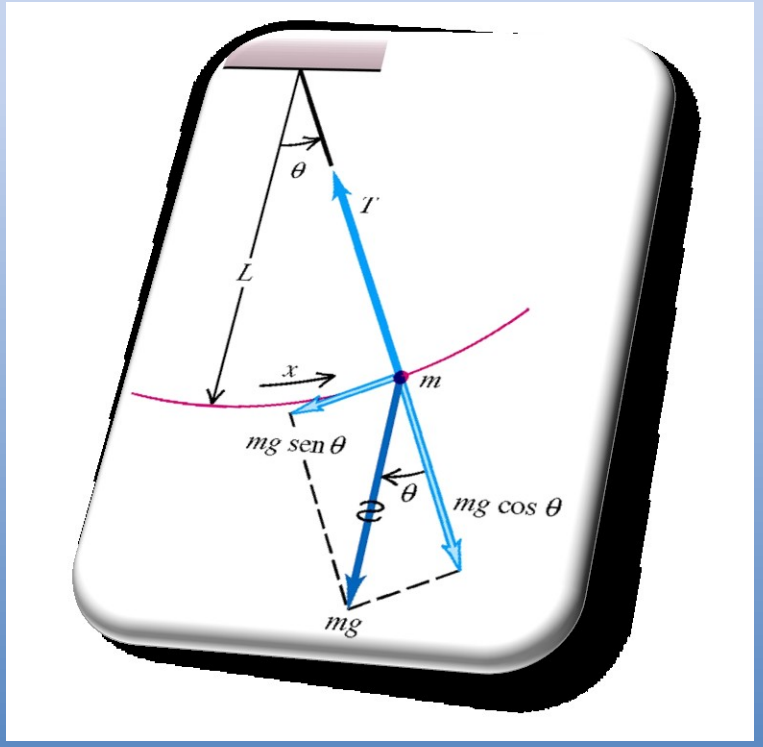
Oscilador Harmônico

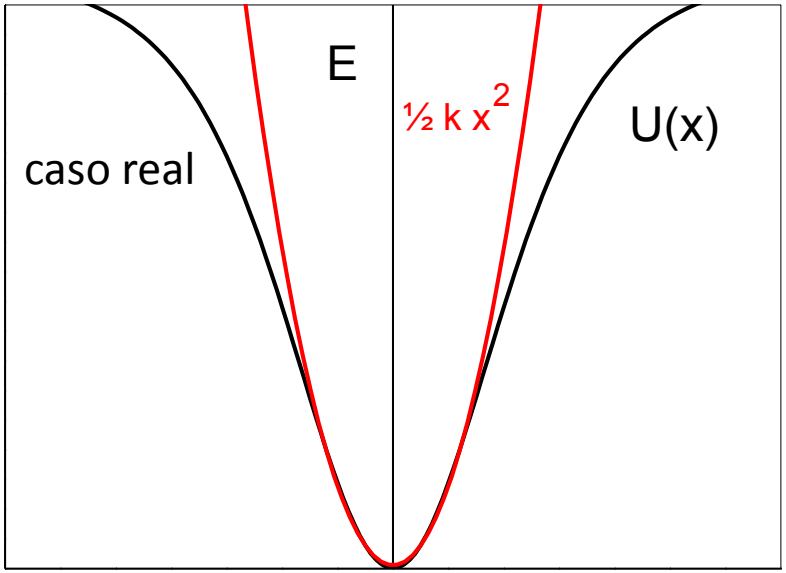
Oscilações: Vibrações localizadas
Ondas: propagação de energia

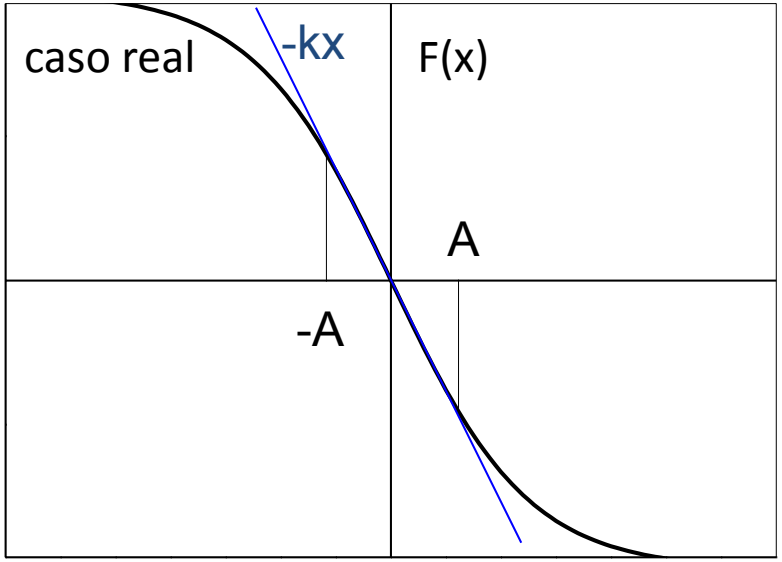
Ex: -posição de um bloco de massa m preso a uma mola
-ângulo de desvio da vertical de um pêndulo





Próximo da posição de equilíbrio temos um poço de potencial





$F(x) = -dU(x)/dx$

$dU(x) = F(x)\,dx$

$U(x) = 1/2kx^2$

Força restauradora:
$F(x) = -kx$

Simulação de uma mola que sofre deformação na compressão e no estiramento

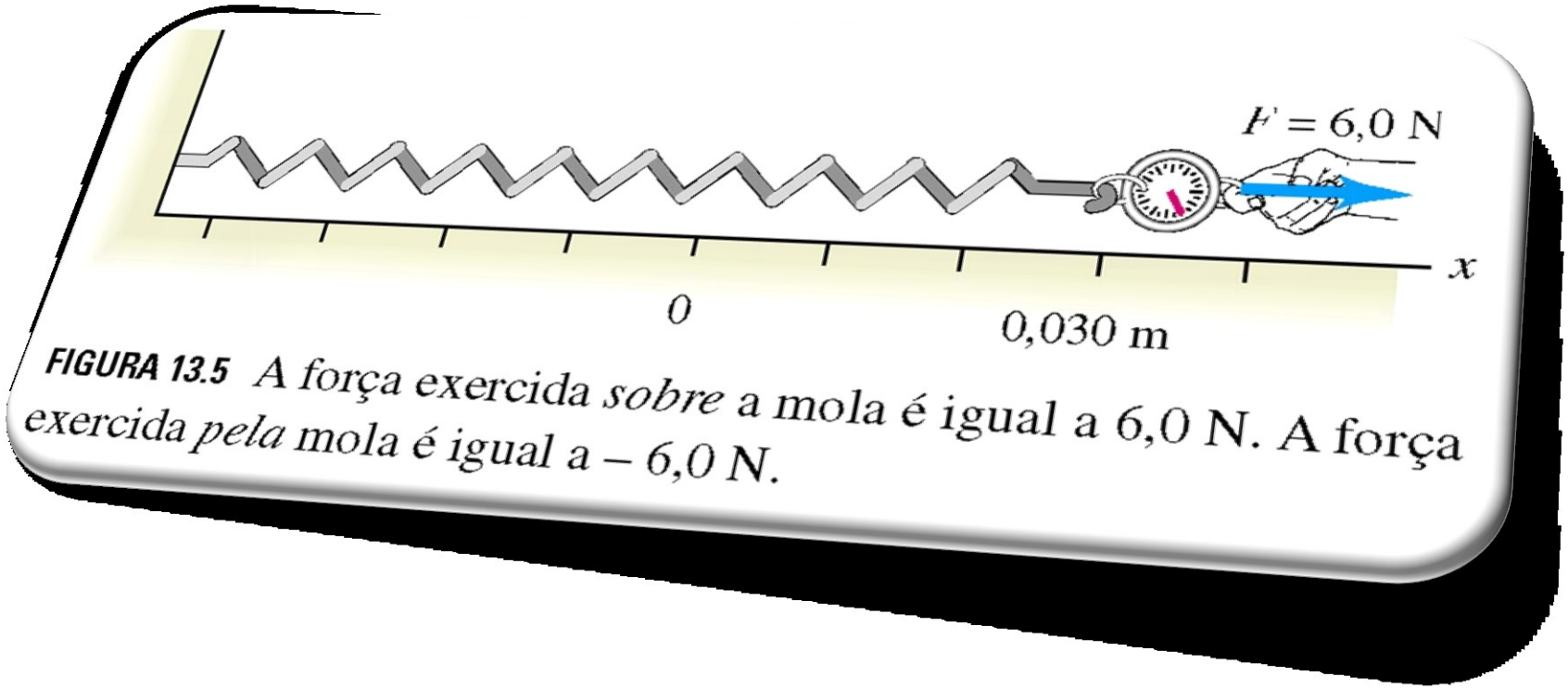
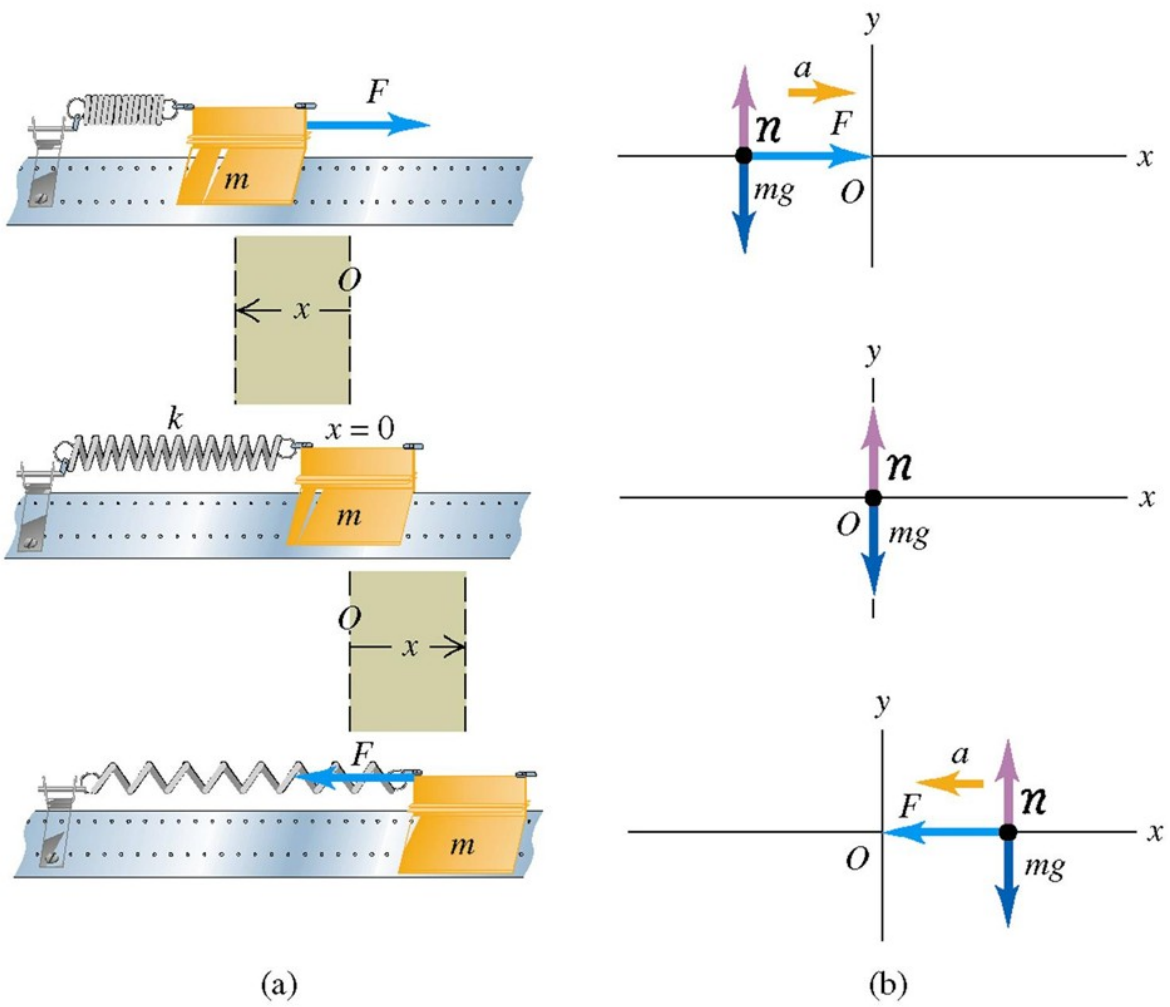
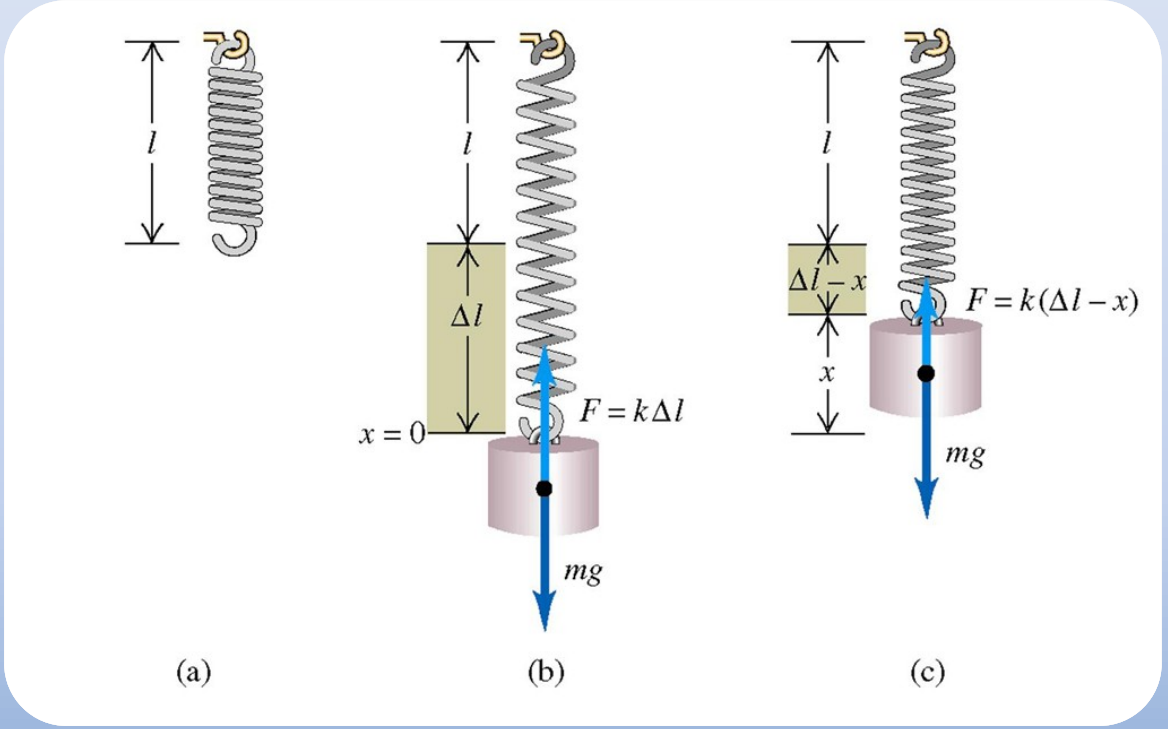


FIGURA 13.5 A força exercida *sobre* a mola é igual a 6,0 N. A força exercida *pela* mola é igual a – 6,0 N.


F
m
O
x
k
x = 0
m
O
x
F
m
(a)
y
a
n
F
x
mg
O
y
n
x
O
mg
y
a
n
F
x
O
mg
(b)


l
l
Δl
x = 0
F = kΔl
mg
l
Δl − x
x
F = k(Δl − x)
mg
(a)
(b)
(c)

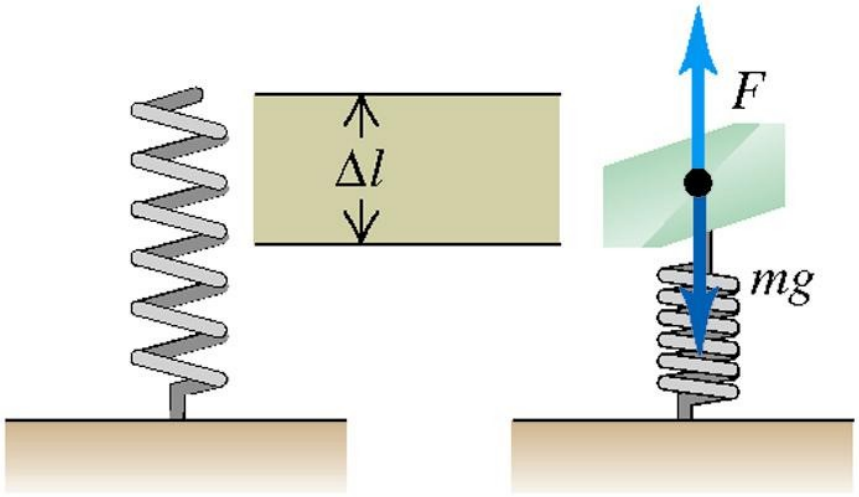
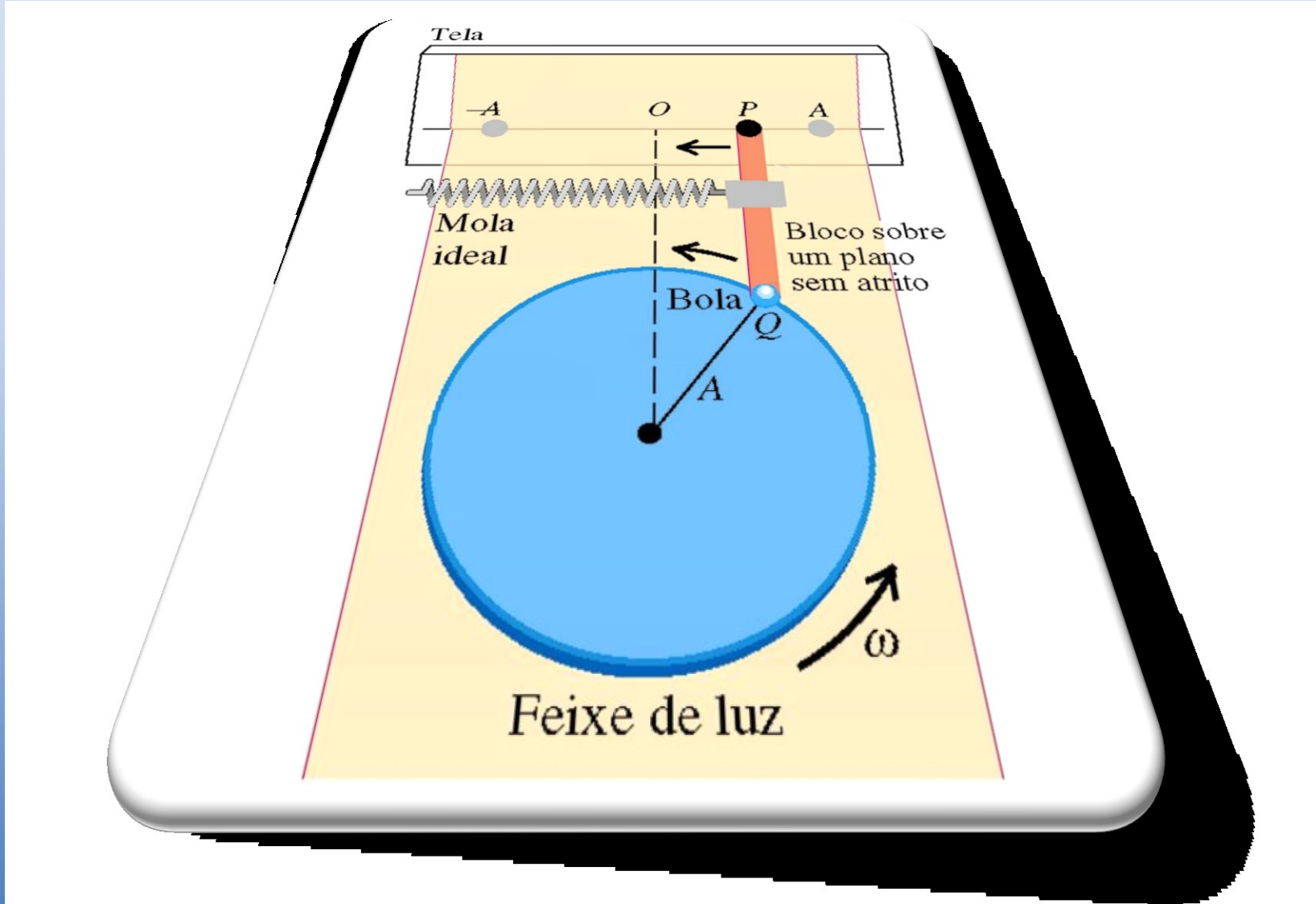
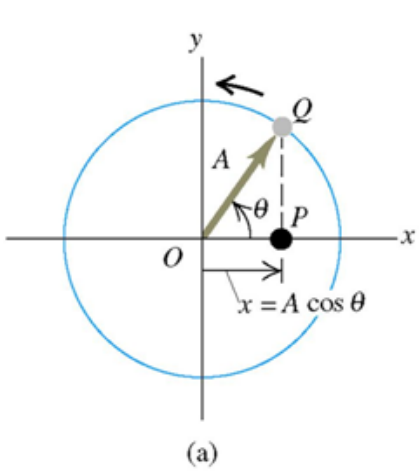
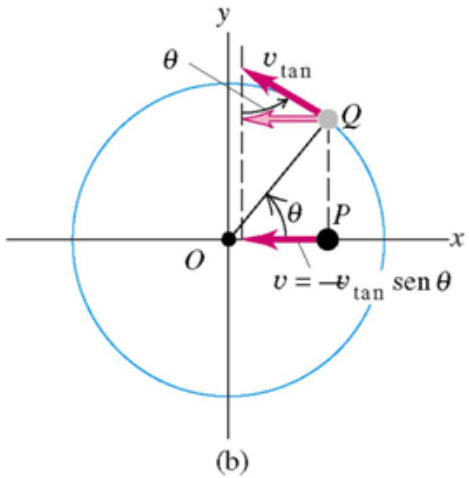


FIGURA 13.15 Quando o peso mg comprime a mola até uma distância Δl, a constante da mola é dada por $k = mg/\Delta l$ e a freqüência angular do MHS vertical é dada por $\omega = \sqrt{k/m}$.

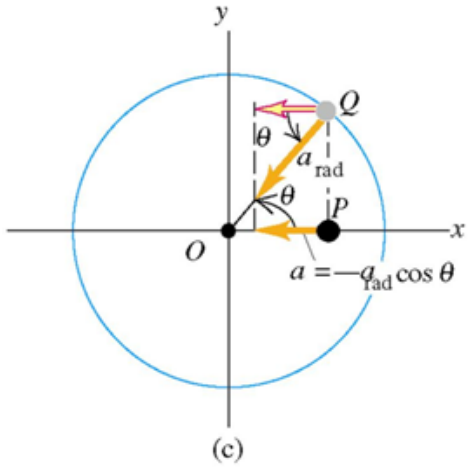

Tela
A
O
P
A
Mola
ideal
Bloco sobre
um plano
sem atrito
Bola
Q
A
ω
Feixe de luz


y
Q
A
θ
P
O
x
x = A cos θ

(a)


y
θ
v tan
Q
θ
P
O
x
v = −v tan sen θ

(b)


y
Q
θ
a rad
θ
P
O
x
a = −a rad cos θ

(c)

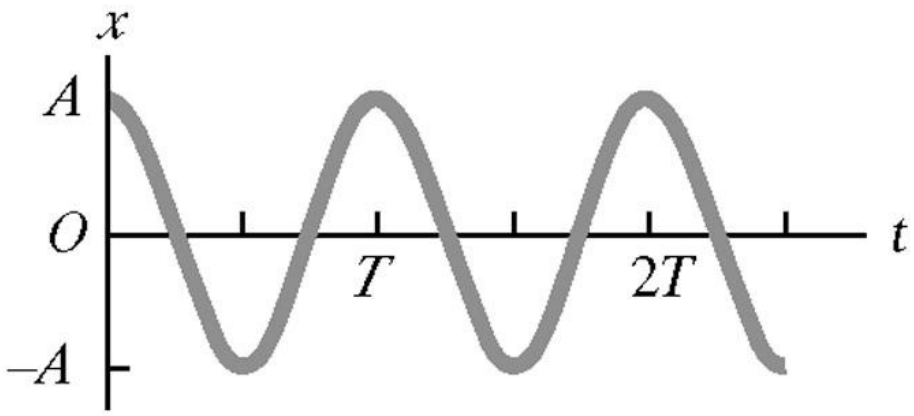
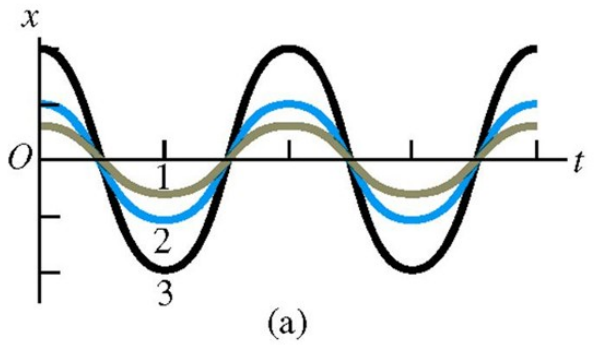


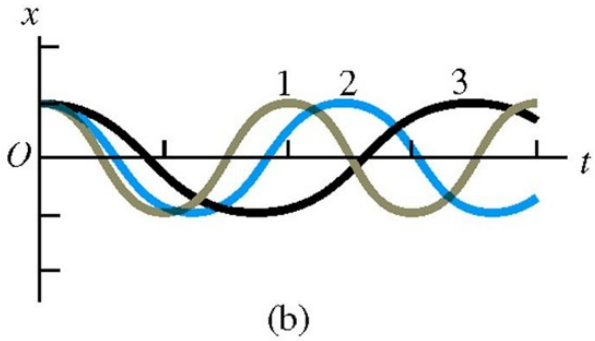
FIGURA 13.6 Gráfico de x contra t (Equação (13.13)) em um movimento harmônico simples. No caso indicado $\phi = 0$.

$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$



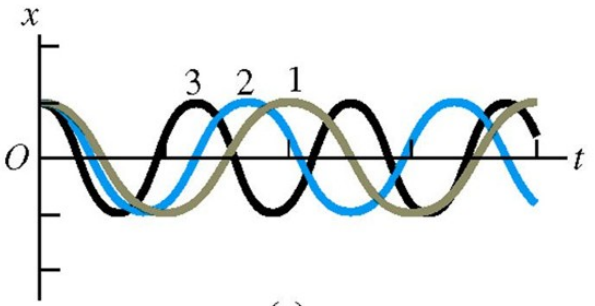
(a)

Amplitude (1 < 2 < 3)



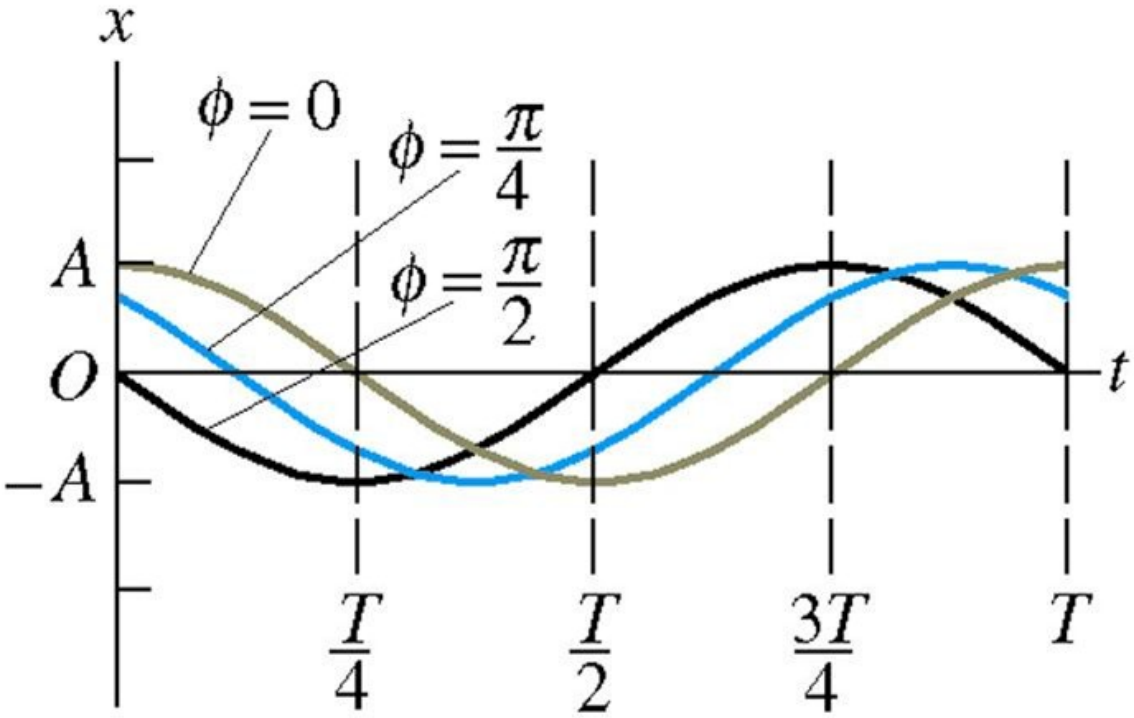
(b)

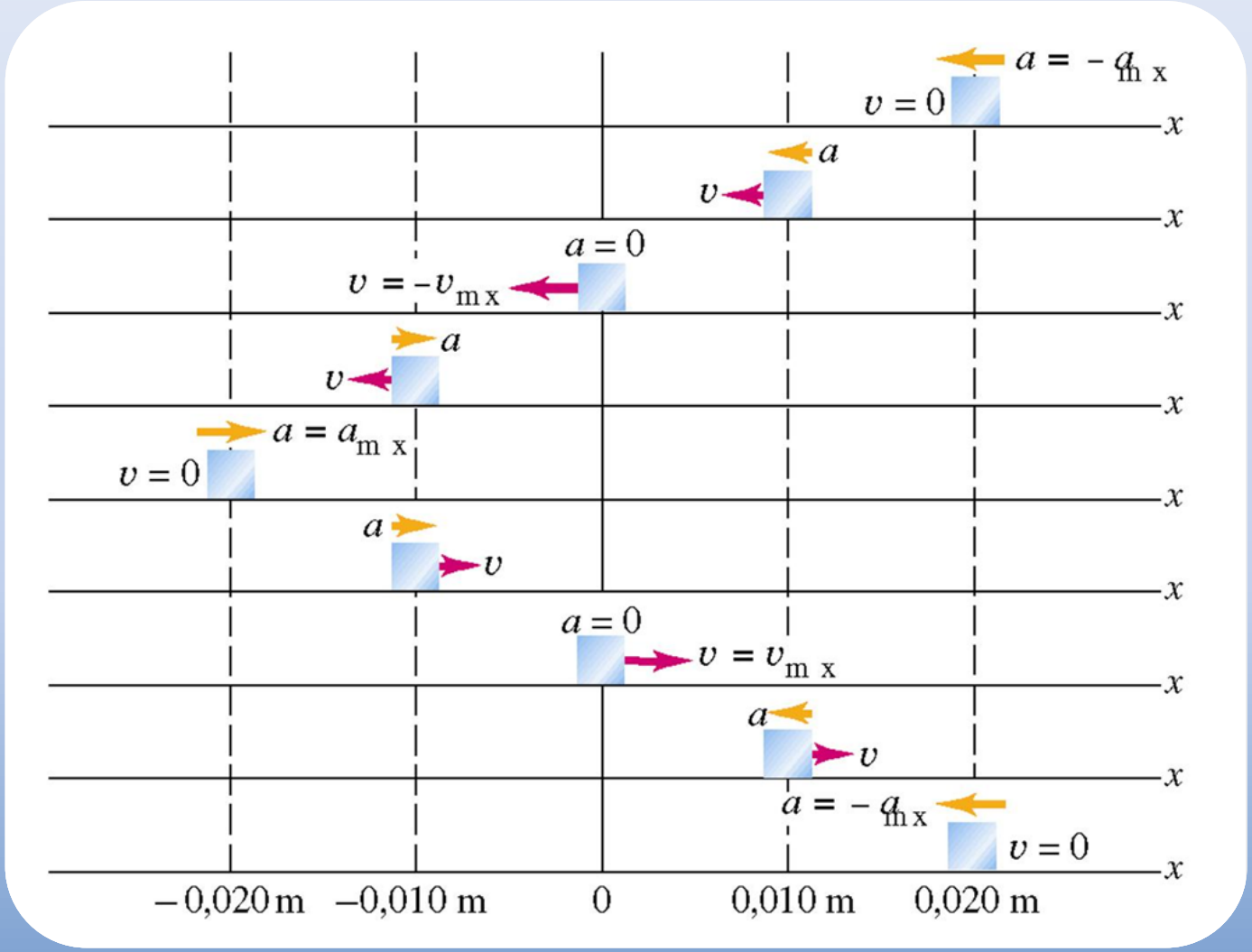
massa (1 < 2 < 3)

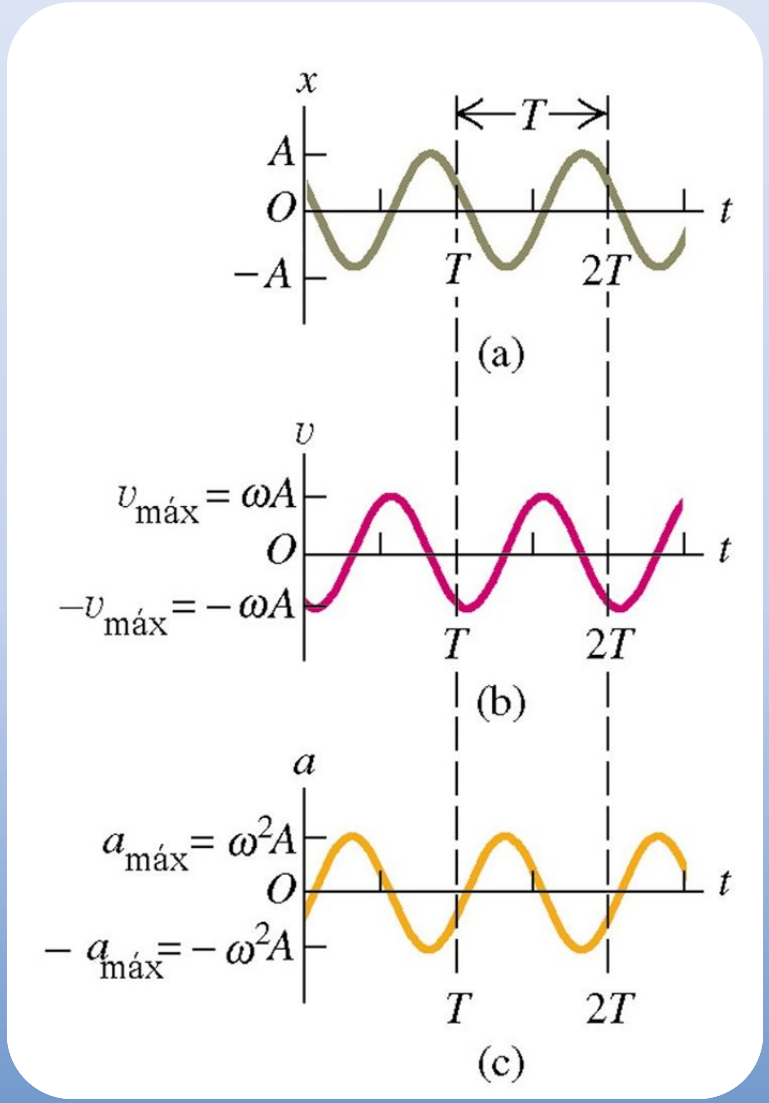


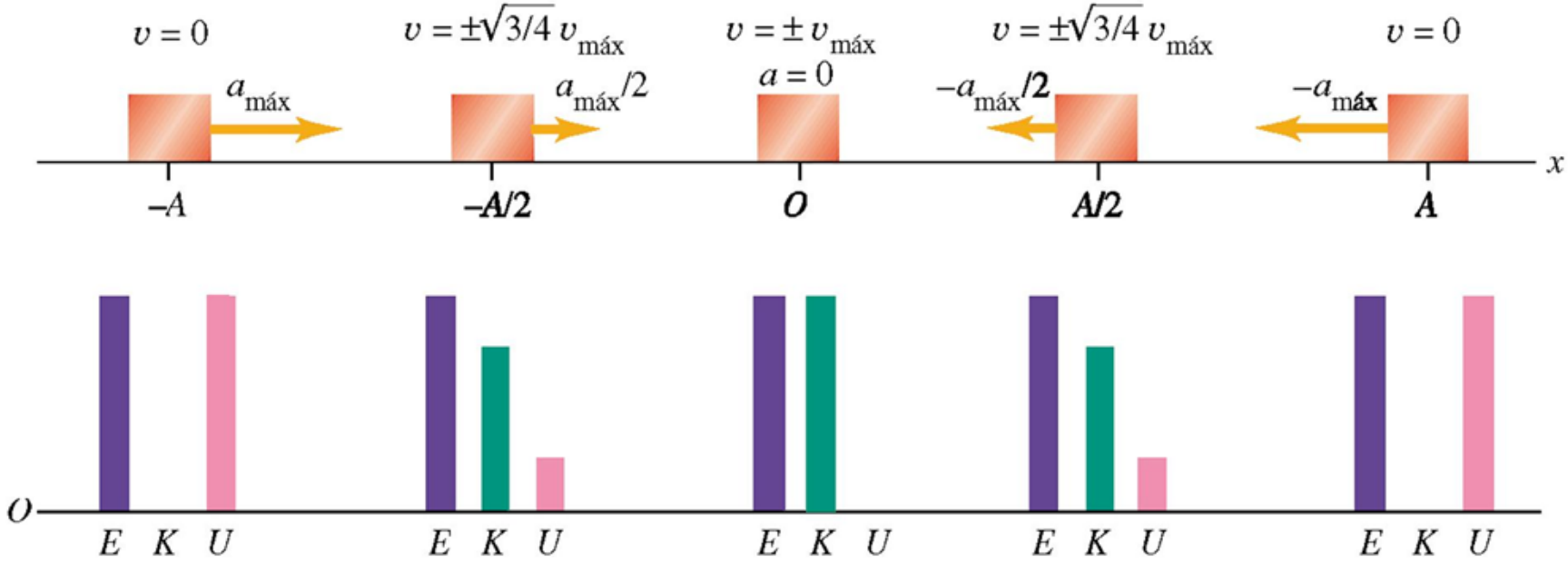
(c)

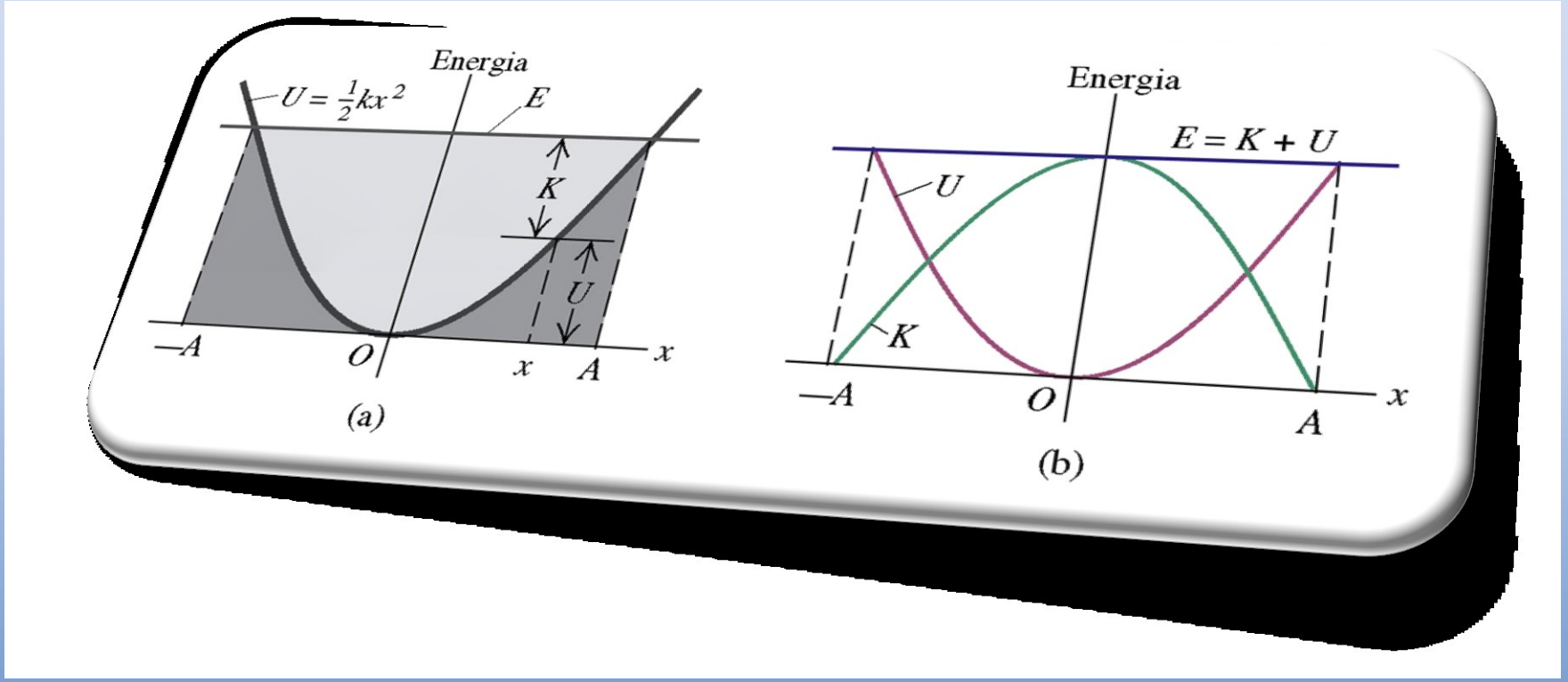
k (1 < 2 < 3)


x
$\phi = 0$
$\phi = \frac{\pi}{4}$
$\phi = \frac{\pi}{2}$
A
O
−A
t
$\frac{T}{4}$
$\frac{T}{2}$
$\frac{3T}{4}$
T


$a = -a_{mx}$
$v = 0$
a
v
$a = 0$
$v = -v_{mx}$
a
v
$a = a_{mx}$
$v = 0$
a
v
$a = 0$
$v = v_{mx}$
a
v
$a = -a_{mx}$
$v = 0$
x
x
x
x
x
x
x
x
$-0{,}020\,\text{m}$
$-0{,}010\,\text{m}$
0
$0{,}010\,\text{m}$
$0{,}020\,\text{m}$


x
T
A
O
t
−A
T
2T
(a)
v
$v_{máx} = \omega A$
O
t
$-v_{máx} = -\omega A$
T
2T
(b)
a
$a_{máx} = \omega^2 A$
O
t
$-a_{máx} = -\omega^2 A$
T
2T
(c)


v = 0
v = ±√3/4 v máx
v = ± v máx
v = ±√3/4 v máx
v = 0
a máx
a máx/2
a = 0
−a máx/2
−a máx
x
−A
−A/2
O
A/2
A
O
E K U
E K U
E K U
E K U
E K U


Energia
$U = \frac{1}{2}kx^2$
E
K
U
−A
O
x
A
x
(a)
Energia
E = K + U
U
K
−A
O
A
x
(b)

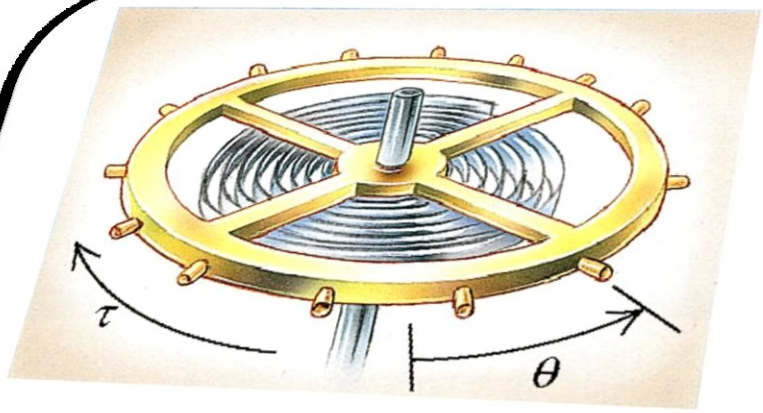


FIGURA 13.16 *A roda catarina de um relógio mecânico. A mola helicoidal exerce um torque restaurador proporcional ao deslocamento angular a partir da posição de equilíbrio. Logo, o movimento é um MHS.*

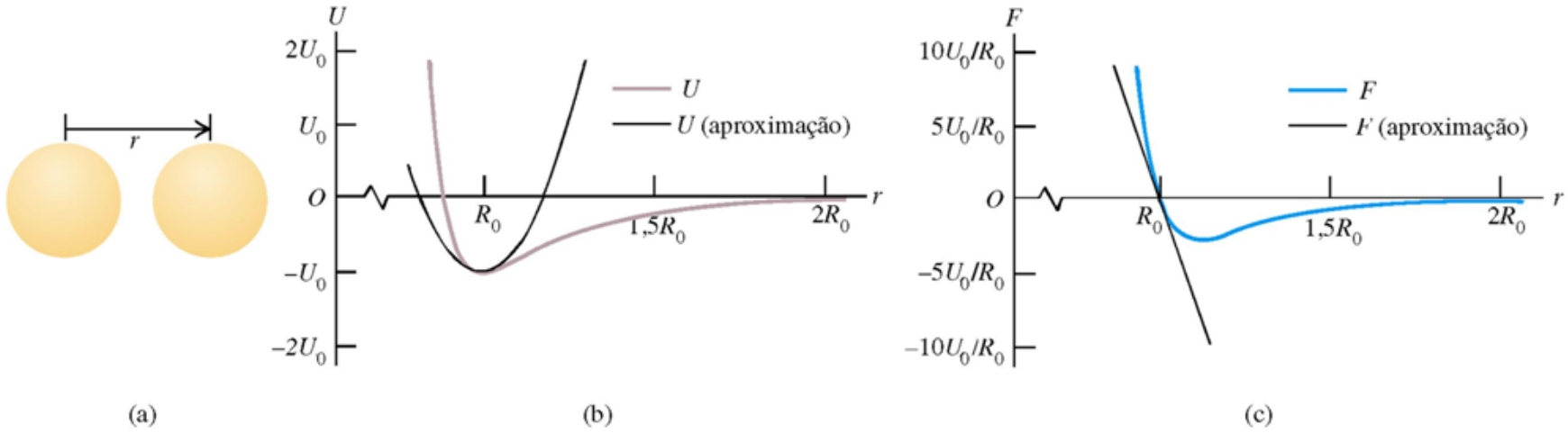
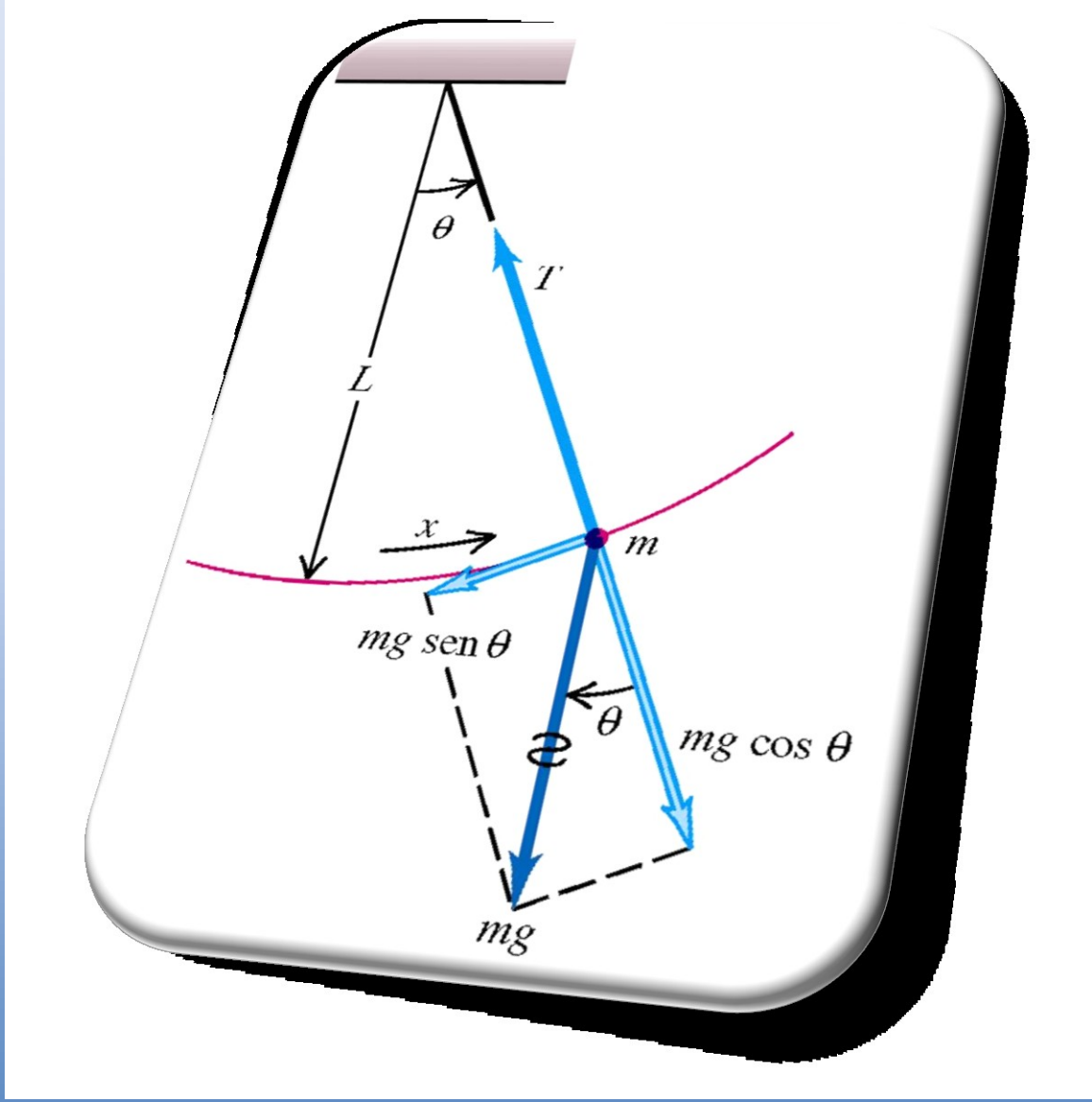


FIGURA 13.17 (a) Dois átomos separados por uma distância r. (b) Energia potencial U da interação de van der Waals em função de r. O valor de U é mínimo para a distância de equilíbrio $r = R_0$. Nas vizinhanças de $r = R_0$, U pode ser aproximada por uma parábola. (c) A força F sobre o átomo do lado direito em função de r. Para a distância de equilíbrio $r = R_0$, F é igual a zero. Nas vizinhanças de $r = R_0$, F pode ser aproximada por uma linha reta.


θ
T
L
x
m
mg sen θ
θ
mg cos θ
mg