



[www.estudar.com.br](http://www.estudar.com.br)

Lista de Exercícios  
Movimento Harmônico  
Simples  
Física II FEI





## 1. Equação do Movimento Harmônico Simples

*Elaboração própria*

Um bloco de massa  $m = 6,0 \text{ kg}$  está preso a uma mola de constante elástica  $k$  é solto a partir do repouso a uma distância igual  $3,0 \text{ m}$ , posição na qual sua aceleração vale  $100 \text{ m/s}^2$ .

- Nessas condições, calcule a constante elástica da mola.
- Calcule a frequência angular e o período do movimento.
- O bloco foi solto a partir do repouso em uma nova posição, de modo que a energia mecânica do sistema é o dobro da energia mecânica do primeiro caso. Calcule a nova amplitude do movimento.
- Neste novo movimento, determine a posição, a velocidade e a aceleração do bloco em  $t = 0,20 \text{ s}$ .



## 2. Movimento Harmônico Simples

*Elaboração própria*

Uma partícula de massa  $m$  está sujeita a uma força do tipo  $\vec{F} = -k(x - u)\hat{i}$ , sendo  $u$  uma constante positiva. Considerando que há a atuação única dessa força, e que a partícula realiza pequenas oscilações em torno do ponto de equilíbrio, responda ao que se pede.

- Que tipo de movimento essa partícula realiza? Justifique por meio da equação do movimento dela e considere movimento em uma dimensão.
- Sabendo que a solução da equação diferencial:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

é do tipo:

$$x(t) = a \cos(\omega_0 t) + b \sin(\omega_0 t)$$

Determine a solução particular para a partícula começando o movimento a partir da posição  $x_0$  com velocidade nula.

- A partir da equação do movimento, determine a frequência e o período de oscilação dessa partícula.
- Usando as mesmas condições iniciais do item c, ache a amplitude desse movimento. Considere  $x_0 > u$ .



### 3. Movimento Harmônico Simples

*Elaboração própria*

Um bloco de massa  $0,25 \text{ kg}$  está preso a uma mola ideal que segue a Lei de Hooke. A outra extremidade da mola é fixada em um anteparo rígido. Sabe-se que o bloco realiza um movimento harmônico simples com função horária do tipo:

$$x(t) = 4 \cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$$

Em que  $x$  é medido em metros e  $t$  em segundos. A partir do enunciado, do sistema de coordenadas  $x$  e da função horária desse bloco, determinar:

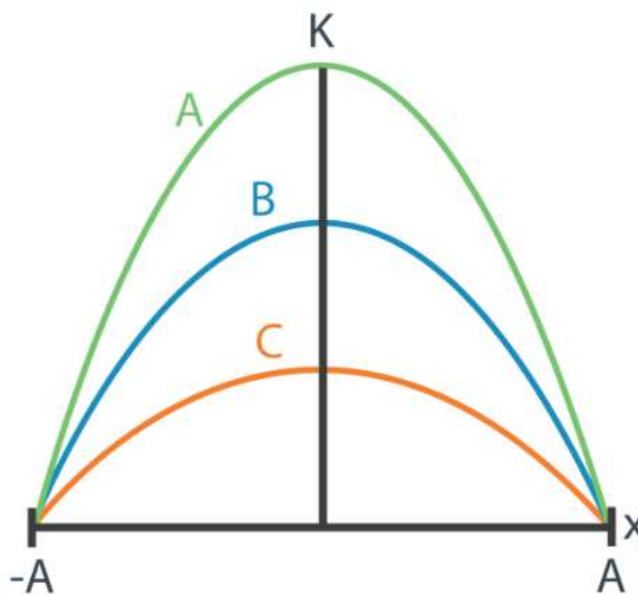
- A posição de equilíbrio desse MHS.
- A posição inicial  $x(t = 0 \text{ s})$  desse MHS.
- A frequência e o período.
- A amplitude.
- As funções horárias da velocidade ( $v(t)$ ) e da aceleração ( $a(t)$ ).
- A constante elástica da mola.
- Os gráficos de energia cinética, potencial e mecânica desse MHS.



## 4. Energia do MHS

*Elaboração própria*

3 osciladores harmônicos foram testados e os gráficos de energia cinética ( $K$ ) de cada um foram feitos, como mostrado abaixo:



Sabe-se que os três sistemas são constituídos de blocos com mesma massa. Dessa forma, é correto afirmar que:

- A. O oscilador **A** completa uma oscilação em um tempo menor que os outros dois.
- B. Os três osciladores possuem o mesmo período de oscilação.
- C. A frequência de oscilação associada à curva **B** é menor que aquela da curva **C**.
- D. A constante elástica do oscilador **A** é maior que a dos osciladores **B** e **C**, sendo a constante elástica do oscilador **B** menor que a do oscilador **C**.
- E. A constante elástica do oscilador **B** é maior que a do oscilador **A**.



## 5. Condições Iniciais do MHS

*Elaboração própria*

A expressão que indica a solução particular de um movimento harmônico simples que começa na posição  $x_0 = 2 \text{ m}$  e possui velocidade inicial  $v_0 = 4\sqrt{3} \text{ m/s}$  é:

A.  $x(t) = 4 \cos\left(2t + \frac{\pi}{3}\right)$

B.  $x(t) = 4 \cos\left(2t - \frac{\pi}{3}\right)$

C.  $x(t) = 2 \cos(2t)$

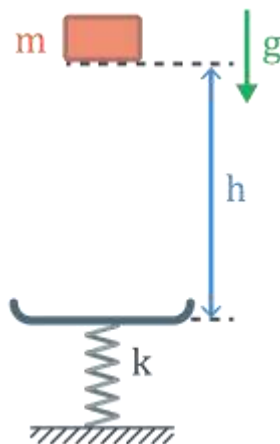
D.  $x(t) = 4 \sin\left(2t - \frac{\pi}{3}\right)$

E.  $x(t) = 2 \sin\left(2t + \frac{\pi}{2}\right)$

## 6. Amplitude no MHS

*Elaboração própria*

Um bloco de massa  $m$  cai de uma altura  $h$  em relação ao prato de uma balança, como representado na figura abaixo.





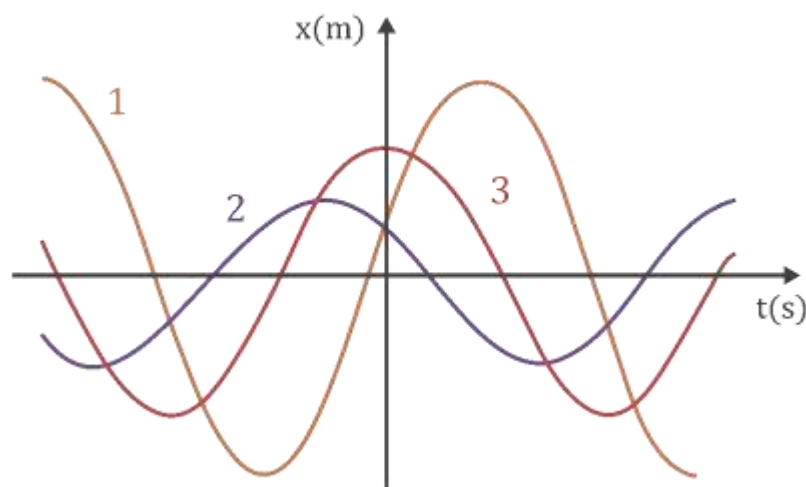
O prato é preso na extremidade de uma mola ideal de constante elástica  $k$ , e esta é fixada em um chão rígido. O local possui aceleração da gravidade  $g$ . Considerando que a massa fica grudada no prato ao atingi-lo, calcule:

- A amplitude do MHS resultante, considerando a massa do prato desprezível.
- A amplitude do MHS resultante, considerando a massa do prato igual a  $M$ .

## 7. Energia Mecânica: Equação do Movimento

*P3 2017.1 Diurno Física II FEI, Exercício 3 Adaptado*

A figura abaixo mostra as curvas da posição em função do tempo  $x(t)$  obtidas em três experimentos (1, 2 e 3), fazendo um mesmo sistema massa-mola oscilar em um MHS. Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta.





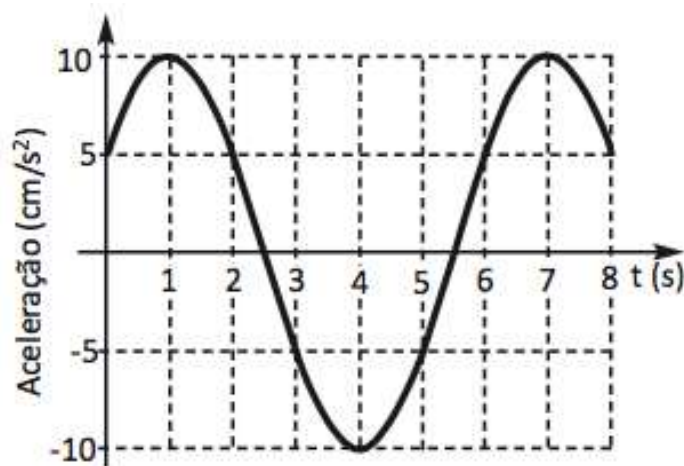
- I. No instante  $t = 0 \text{ s}$ , a energia cinética da massa referente ao experimento 1 é a mesma que a referente ao experimento 2;
- II. No instante  $t = 0 \text{ s}$ , a energia potencial da mola do experimento 3 é maior que a energia potencial da mola do experimento 2;
- III. A energia mecânica é igual nos três experimentos.

- A. Todas as afirmações são verdadeiras.
- B. Todas as afirmações são falsas.
- C. Somente as afirmações I e II são falsas.
- D. Somente as afirmações I e III são falsas.
- E. Somente as afirmações II e III são falsas.

## 8. Movimento Harmônico Simples

*P1 2017.2 Diurno Física II FEI, Exercício 1 Adaptado*

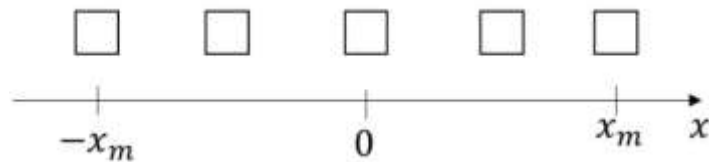
Um corpo de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$  preso a uma mola ideal de constante elástica  $k$ , realiza um movimento harmônico simples. O gráfico abaixo mostra a aceleração em função do tempo desse corpo.







- Mostre que amplitude do movimento é igual a  $9,1 \text{ cm}$ .
- Determine a energia mecânica do sistema.
- Marque com um  $X$  a posição ocupada pelo corpo em  $t = 6,0 \text{ s}$ .

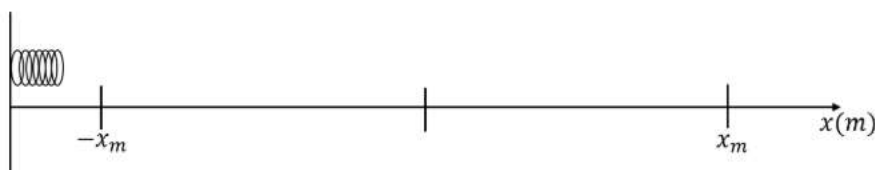


## 9. Movimento Harmônico Simples

P1 2017.1 Diurno Física II FEI, Exercício 3 Adaptado

Um sistema de massa-mola é formado por um bloco de massa  $m = 0,200 \text{ kg}$  preso a uma mola de constante  $k$ . Em um determinado instante de tempo  $t$ , a posição, a velocidade e a aceleração do bloco valem, respectivamente,  $x = 0,450 \text{ m}$ ,  $v = -8,1 \text{ m/s}$  e  $a = -235 \text{ m/s}^2$ .

- Mostre que a constante elástica da mola vale  $k = 104,4 \text{ N/m}$ .
- Calcule o período do movimento.
- Mostre que a amplitude do movimento vale  $x_m = 0,572 \text{ m}$ .
- Determine o módulo e o sentido da força resultante que atua sobre o bloco no instante  $t = 0,300 \text{ s}$ . Complete desenho abaixo indicando a posição do bloco e a força resultante. Se necessário, use  $\phi = 0 \text{ rad}$ .



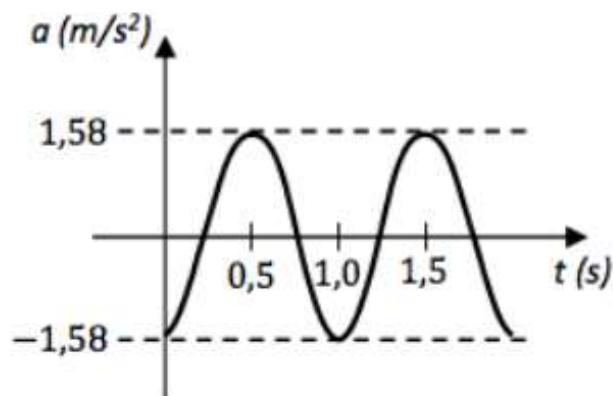


## 10. Movimento Harmônico Simples

P2 2018.1 Diurno Física II FEI, Exercício 1 Adaptado

Um bloco de massa  $m$  acoplado a uma mola de constante elástica  $k$  realiza um MHS. A aceleração da função do tempo é apresentada na figura abaixo. Analise cada uma das afirmações abaixo e assinale a resposta correta.

- I. A força restauradora é proporcional ao deslocamento  $x$ .
- II. A amplitude do movimento é  $4,0 \text{ cm}$ .
- III. O bloco tem velocidade máxima no instante  $t = 0,25 \text{ s}$ .



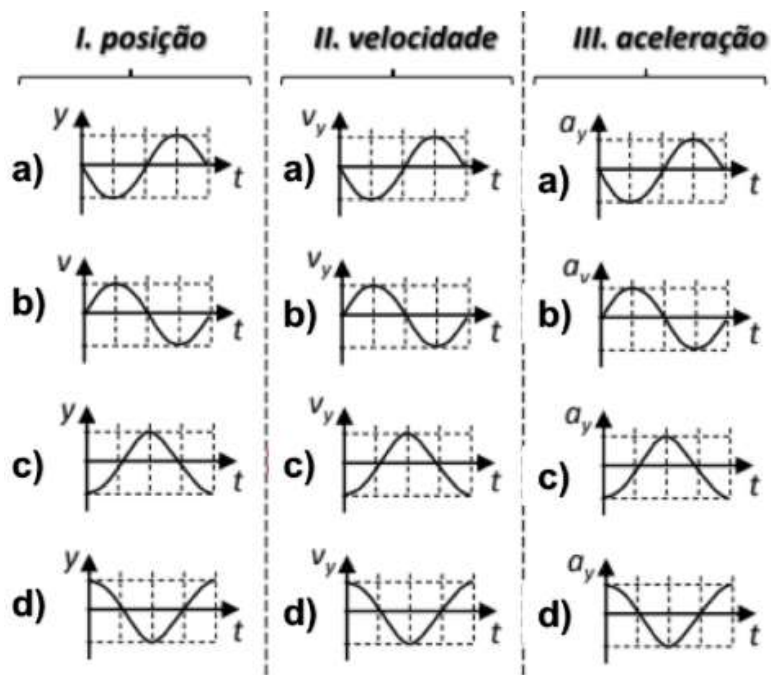
- A. Somente a frase I é verdadeira.
- B. Somente a frase II é verdadeira.
- C. Somente a frase III é verdadeira.
- D. Todas as frases são verdadeiras.
- E. Todas as frases são falsas.
- F. Somente as frases I e II são verdadeiras.
- G. Somente as frases II e III são verdadeiras.



## 11. Movimento Harmônico Simples

P2 2018.1 Noturno Física II FEI, Exercício 3 Adaptado

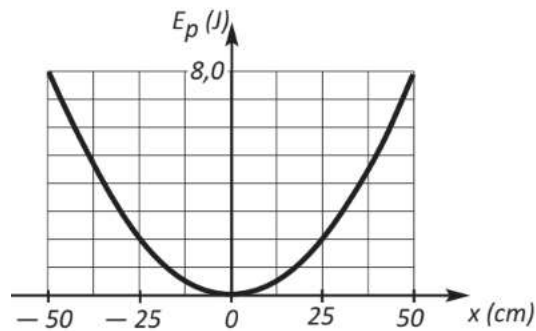
A figura abaixo representa um sistema mecânico que ilustra o funcionamento de um brinquedo de parque de diversões. A biela realiza um movimento circular no sentido horário, com velocidade constante, que acoplada ao eixo da manivela, faz o carrinho subir e descer dentro do cilindro num movimento oscilatório (MHS) de amplitude  $y_m$ . Se iniciarmos a marcação do tempo quando o ponto  $P$  passa em  $y = 0$ , deslocando-se para baixo, assinale a alternativa que representa corretamente os gráficos da posição, velocidade e aceleração em função do tempo.



## 12. Sistema Massa-Mola: Energia

P3 2017.1 Noturno Física II FEI, Exercício 1 Adaptado

A figura abaixo mostra a energia potencial de um sistema massa-mola horizontal.



Um bloco de massa  $m = 5,0 \text{ kg}$  está preso a uma mola de constante elástica  $k$  e oscila com uma amplitude  $x_m = 50 \text{ cm}$ .

Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta.

- I. A velocidade do bloco na posição  $x = 25 \text{ cm}$  vale  $0,9 \text{ m/s}$ .
  - II. A constante elástica da mola vale  $64 \text{ N/m}$ .
  - III. Na posição  $x = 25 \text{ cm}$  a aceleração do bloco vale  $-0,05 \cdot k \text{ (m/s}^2\text{)}$ .
- A. Todas as afirmações são verdadeiras.
  - B. Todas as afirmações são falsas.
  - C. Somente as afirmações I e II são verdadeiras.
  - D. Somente as afirmações I e III são verdadeiras.
  - E. Somente as afirmações II e III são verdadeiras.

### 13. Sistema Massa-Mola: Energia

P3 2017.1 Noturno Física II FEI, Exercício 1 Adaptado

Um bloco de massa  $m = 0,250 \text{ kg}$  está oscilando acoplado a uma mola de constante elástica  $k$ .



A velocidade máxima do bloco vale  $v_{max} = 0,15 \text{ m/s}$  e ele leva  $0,500 \text{ s}$  para se deslocar entre as posições máximas positivas ( $+x_{max}$ ) e negativa ( $-x_{max}$ ).

- Calcule o valor da constante elástica da mola.
- Calcule a amplitude do movimento.
- Em um determinado instante de tempo  $t_1$ , a aceleração da partícula vale  $a_1(t) = -0,25 \cdot a_{max}$ . Em um outro instante de tempo  $t_2 > t_1$ , aceleração da partícula vale  $a_2(t) = 0,50 \cdot a_{max}$ .

Represente em um diagrama a posição o bloco em relação à posição de equilíbrio e o sentido da força restauradora nos instantes  $t_1$  e  $t_2$ . Justifique sua resposta.



## 14. Sistema Massa-Mola: Energia

*P3 2017.2 Diurno Física II FEI, Exercício 3 Adaptado*

Um corpo de massa  $m = 4 \text{ kg}$  está acoplado a uma mola de constante elástica  $k = 800 \text{ N/m}$  e pode se mover apenas ao longo do eixo  $Ox$ . O corpo é deslocado  $0,5 \text{ m}$  a partir da posição de equilíbrio e recebe uma velocidade inicial de  $20 \text{ m/s}$ .

a. O período do movimento harmônico simples desse corpo vale:

- A.  $0,071 \text{ s}$
- B.  $14,1 \text{ s}$
- C.  $0,44 \text{ s}$
- D.  $0,05 \text{ s}$

b. A amplitude do movimento harmônico simples desse corpo vale:

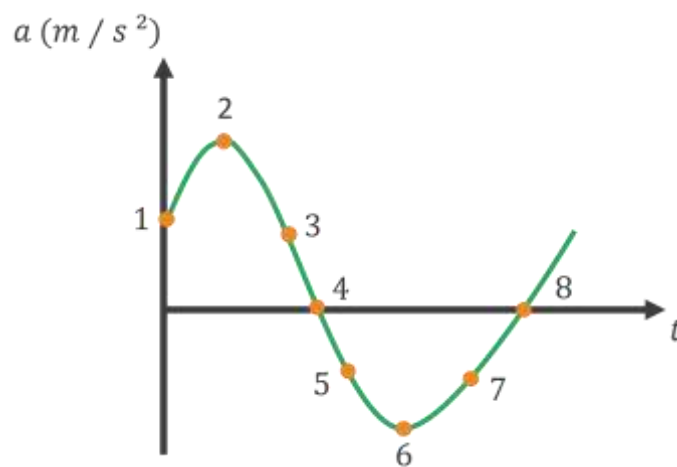
- A.  $0,5 \text{ m}$
- B.  $0,71 \text{ m}$
- C.  $1,0 \text{ m}$
- D.  $1,5 \text{ m}$



## 15. Sistema Massa-Mola: Energia

P3 2017.2 Diurno Física II FEI, Exercício 1 Adaptado

O gráfico apresentado abaixo mostra a aceleração  $a(t)$  de uma partícula que executa um MHS de amplitude  $x_m$ . Baseado no gráfico, responda os itens abaixo.



- Qual(is) ponto(s) indicado(s) (de 1 a 8) corresponde(m) à aceleração da partícula na posição  $x = -x_m$ ?
- No ponto 4, a velocidade da partícula é positiva, negativa ou nula?
- No ponto 5, a partícula está:

- Em  $x = -x_m$
- Em  $x = +x_m$
- Em  $x = 0$
- Em  $x = 0$  e  $x = -x_m$
- Em  $x = 0$  e  $x = +x_m$



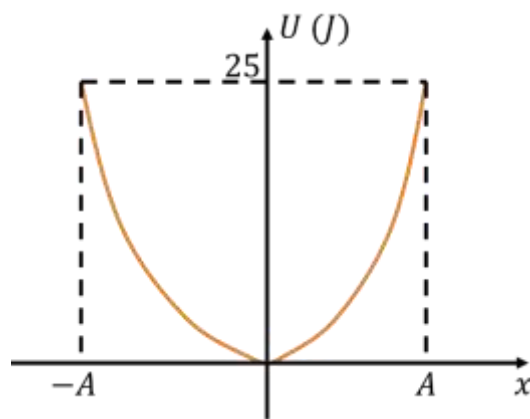
d. No ponto 1, a energia mecânica da partícula é:

- A. Nula.
- B. Igual à energia potencial elástica.
- C. Igual à energia cinética.
- D. Igual à soma das energias cinética e potencial elástico.

## 16. Sistema Massa-Mola: Análise de Solução

*Elaboração própria*

Um corpo de massa  $m = 2 \text{ kg}$  está acoplado a uma mola ideal de constante elástica  $k = 200 \cdot \pi^2 \text{ N/m}$  e oscila sobre uma superfície horizontal sem atrito. O gráfico abaixo representa a energia potencial em função da posição.

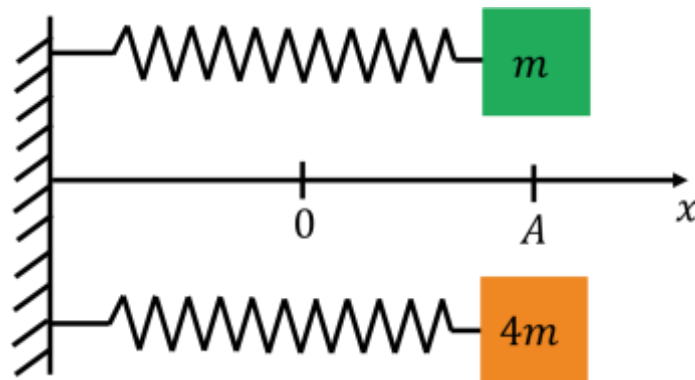


- a. Calcule a amplitude, a frequência angular e o período do MHS descrito pelo corpo.
- b. Determine as equações do movimento (deslocamento, velocidade e aceleração em função do tempo), sabendo que o corpo é solto a partir do repouso da posição de máximo de deslocamento em  $t = 0 \text{ s}$ .





c. Um segundo sistema massa-mola foi montado ao lado do primeiro, conforme mostra a figura abaixo (vista superior). Em relação ao sistema original, esse novo sistema possui uma mola de mesma constante elástica, mas um corpo de massa quatro vezes maior. Ambos os corpos são soltos a partir do repouso e de uma mesma posição inicial. Determine todos os instantes nos quais os dois corpos se cruzarão (ou seja, estarão na mesma coordenada).



## 17. Sistema Massa-Mola com Velocidade Inicial Não Nula

*Elaboração própria*

Um sistema massa-mola ideal é composto por uma mola de constante elástica  $k$  e um corpo de massa  $m$ . O corpo é solto a partir de uma posição  $x_0$  com velocidade inicial de módulo  $v_0$ . Determine as equações do movimento (deslocamento, velocidade e aceleração em função do tempo) nos seguintes casos:

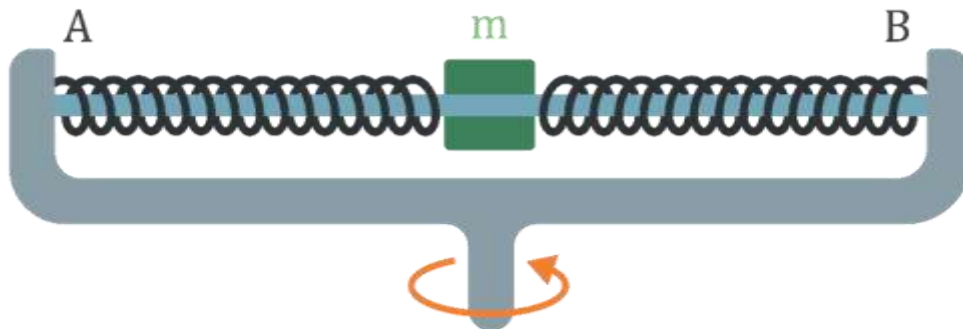
- $x_0 = 0$  e  $v_0 > 0$
- $x_0 = 0$  e  $v_0 < 0$
- $x_0 > 0$  e  $v_0 > 0$



## 18. Sistema Massa-Mola Girante

*Elaboração própria*

A figura a seguir mostra uma luva de massa  $m = 0,20 \text{ g} = \text{kg}$  fixa entre duas molas idênticas cuja constante elástica equivalente é  $k = 20 \text{ N/m}$ . A luva pode deslizar sem atrito sobre uma barra horizontal  $AB$ . O sistema gira com uma velocidade angular constante  $\omega = 4,4 \text{ rad/s}$  ao redor de um eixo vertical passando pelo ponto médio da barra.



- Encontre o período de pequenas oscilações da luva.
- Para quais valores de  $\omega$  não há oscilação da luva?



## Gabarito

1.

a.  $k = 200 \text{ N/m}$

b.  $\omega = \sqrt{\frac{100}{3}} \text{ rad/s}$  e  $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{3}}{10}$

c.  $x_{m,2} = 3 \cdot \sqrt{2} \text{ m}$

d.  $x(0,2) = 1,71 \text{ m}$ ;  $v(0,2) = -22,40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ;  $a(0,2) = -57,16 \text{ m/s}^2$

2.

a. Realiza um MHS.

b.  $x(t) = u + (x_0 - u) \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$

c.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  e  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

d.  $A = x_0 - u$

3.

a.  $x_{eq} = 0 \text{ m}$

b.  $x(t = 0 \text{ s}) = -2\sqrt{2} \text{ m}$

c.  $f = 1 \text{ Hz}$  e  $T = 1 \text{ s}$ .

d.  $A = 4 \text{ m}$

e.  $v(t) = -8\pi \sin\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$  e  $a(t) = -16\pi^2 \cos\left(2\pi t + \frac{3\pi}{4}\right)$

f.  $k = \pi^2 \text{ N/m}$

g. Gráfico.

4. Alternativa A.



5. Alternativa B.

6.

a.  $A = \frac{mg}{k} \sqrt{1 + \frac{2kh}{mg}}$

b.  $A = \frac{mg}{k} \sqrt{1 + \frac{2kh}{(m+M)g}}$

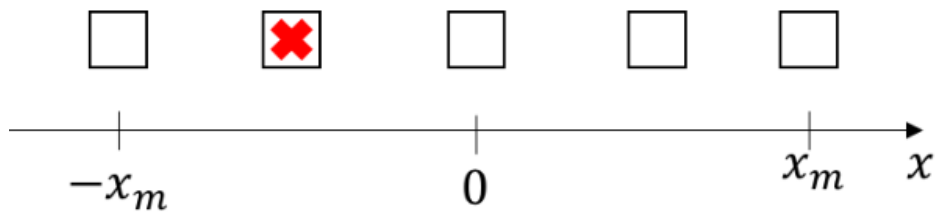
7. Alternativa D.

8.

a. Demonstração.

b.  $E_m = 9,2 \cdot 10^{-3} J$

c. Imagem abaixo.



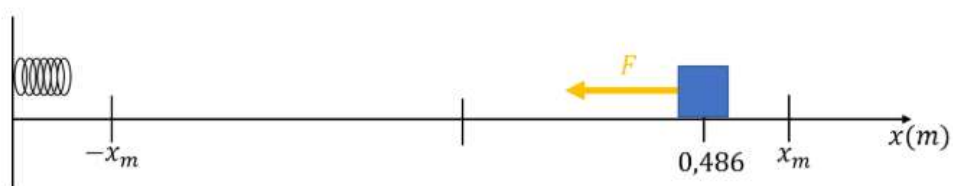
9.

a. Demonstração.

b.  $T = 0,275 s$

c. Demonstração.

d. Imagem abaixo;  $F = -50,7 N$





10. Alternativa D.

11. Alternativa A (posição); Alternativa D (velocidade); Alternativa B (aceleração).

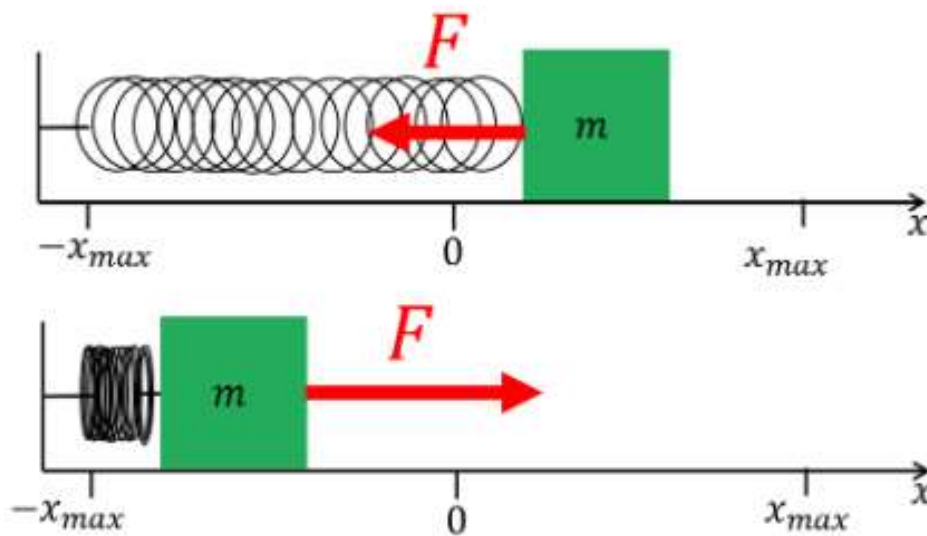
12. Alternativa E.

13.

a.  $k = 9,87 \text{ N/m}$

b.  $x_m = 23,9 \text{ mm}$

c. Desenho abaixo.



14.

a. Alternativa C.

b. Alternativa D.



15.

- a. Ponto 2
- b. Positiva
- c. Alternativa E.
- d. Alternativa D.

16.

a.  $A = \frac{1}{2 \cdot \pi} \text{ m}; \omega = 10 \cdot \pi \text{ rad/s}; T = 0,2 \text{ s}$

b.  $x(t) = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \cos(10 \cdot \pi \cdot t) \text{ [SI]}; v(t) = -5 \cdot \sin(10 \cdot \pi \cdot t) \text{ [SI]};$

$a(t) = -50 \cdot \cos(10 \cdot \pi \cdot t) \text{ [SI]}$

c.  $t_j = \frac{2 \cdot j}{15} \text{ s}, j \in \mathbb{N}$

17.

a.  $x(t) = \frac{v_0}{\omega} \cdot \cos\left(\omega \cdot t + \frac{3 \cdot \pi}{2}\right); v(t) = -v_0 \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{3 \cdot \pi}{2}\right);$

$a(t) = -\omega \cdot v_0 \cdot \cos\left(\omega \cdot t + \frac{3 \cdot \pi}{2}\right)$

b.  $x(t) = \frac{v_0}{\omega} \cdot \cos\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right); v(t) = -v_0 \cdot \sin\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right);$

$a(t) = -\omega \cdot v_0 \cdot \cos\left(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$

c.  $x(t) = A \cdot \cos\left(\omega \cdot t - \arccos\left(\frac{x_0}{A}\right)\right);$

$v(t) = -\omega \cdot A \cdot \sin\left(\omega \cdot t - \arccos\left(\frac{x_0}{A}\right)\right);$

$a(t) = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos\left(\omega \cdot t - \arccos\left(\frac{x_0}{A}\right)\right); \text{ com } A = \sqrt{\frac{v_0^2}{\omega^2} + x_0^2}$



18.

a.  $T = 0,7 \text{ s}$

b.  $\omega \geq 10 \text{ rad/s}$