



Física

Professor Alexandre Monteiro

Física

Professor Alexandre Monteiro

Sumário

1	INTRODUÇÃO AO ASSUNTO SOBRE ENERGIAS	2
2	ENERGIA CINÉTICA	3
2.1	FÓRMULA DA ENERGIA CINÉTICA	3
2.2	TEOREMA DO TRABALHO ENERGIA CINÉTICA	4
2.3	PROCESSO DE FRENAGEM	7
3	ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL	9
3.1	FÓRMULA DA ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL	9
3.2	REFERENCIAL ADOTADO	10
4	ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA	13
4.1	FÓRMULA DA ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA	14
4.2	VARIAÇÕES DA ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA	14
4.2.1	<i>Sistema de molas na horizontal</i>	<i>15</i>
4.2.2	<i>Sistema de molas na vertical</i>	<i>18</i>
5	ENERGIA MECÂNICA DO SISTEMA	19
5.1	SISTEMA CONSERVATIVO	20
5.2	SISTEMA NÃO CONSERVATIVO	22
	QUESTÕES DE RENDIMENTO	25

ENERGIAS

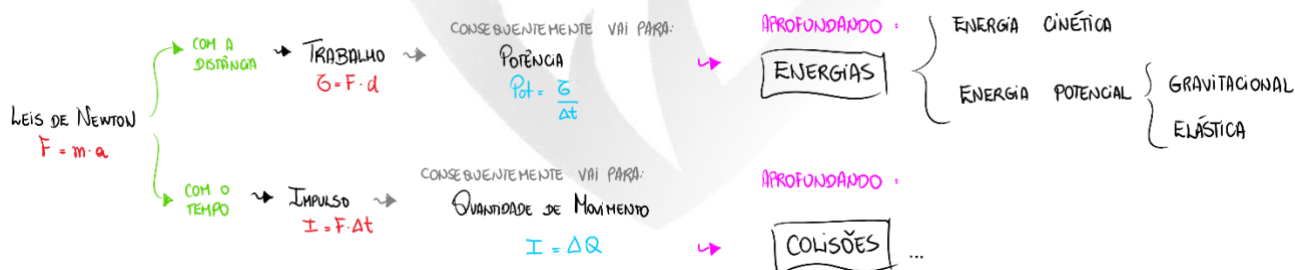
1 Introdução ao assunto sobre Energias

Agora vamos iniciar os estudos sobre Energias. Já adianto para você que basicamente temos três energias amplamente explorada em provas: Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Energia Potencial Elástica.

Na aula passada, comentei com você que Trabalho é Energia e agora podemos compreender um pouco mais sobre isso.

Primeiramente, já podemos adiantar que a unidade da energia é a mesma que do trabalho. **A unidade da Energia é dada em Joules (J).**

Esquematizando os nossos estudos, estamos aprofundando em questões que abordam as forças aplicadas das Leis de Newton com a distância.



Vamos comentar sobre cada uma das situações possíveis de prova que envolvem este tópico sobre Energias.

2 ENERGIA CINÉTICA

Quando um bloco de massa m desliza sobre o plano horizontal por uma distância d devido a uma força horizontal F , temos que este corpo está realizando Trabalho W . Esse Trabalho realizado é Energia que está **associada com o movimento**. Essa Energia é chamada de **Energia Cinética**.

2.1 Fórmula da Energia Cinética

A Energia Cinética (E_c) envolve a massa (m) e a velocidade (v), conforme observa-se abaixo:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{ou} \quad E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

As fórmulas acima representam a mesma coisa, matematicamente falando, porém, para os seus olhos podem ser diferentes. Você pode decorar tanto um como outro. O que for mais fácil e intuitivo para você já serve.

O valor da Energia Cinética é sempre positivo. Não importa se o movimento é progressivo ($v > 0$) ou retrógrado ($v < 0$), pois o valor da velocidade é elevado ao quadrado na fórmula da Energia o que garante que o valor será sempre positivo.

Questão de Entendimento:

01 (Questão criada)

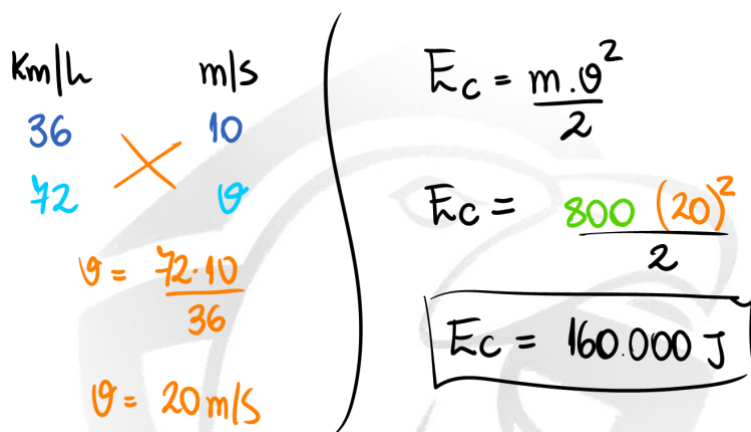
A energia cinética de um automóvel de massa 800 kg com velocidade de módulo 72 km/h é igual a

- a) 160.000 J
- b) 2.073.600 J
- c) 320.000 J
- d) 4.147.200 J

**Resolução**

Para resolver essa questão, vamos simplesmente aplicar a fórmula. Porém, temos que ter atenção para o valor da velocidade. A questão apresenta a velocidade igual a 72 km/h, porém a unidade correta para colocar na fórmula é em m/s. Transformando, teremos que 72 km/h é igual a 20 m/s.

Também temos que ter atenção para a massa considerada. A questão apresenta o valor de 800 kg. A unidade está adequada para ser aplicada na fórmula, porém, se não tivesse, teríamos que transformar para quilogramas.



Handwritten calculations showing the conversion of velocity from km/h to m/s and the calculation of kinetic energy (E_c).

Conversion of velocity:

$$\begin{array}{cc} \text{km/h} & \text{m/s} \\ 36 & 10 \\ 72 & 19 \end{array}$$

Calculation:

$$v = \frac{72 \cdot 10}{36}$$
$$v = 20 \text{ m/s}$$

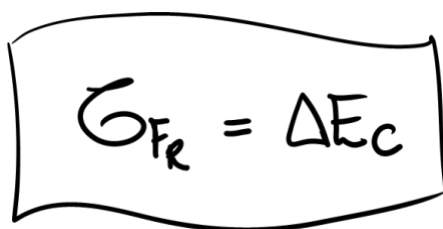
Kinetic energy formula and calculation:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$
$$E_c = \frac{800 (20)^2}{2}$$
$$E_c = 160.000 \text{ J}$$

Gabarito: Letra A.

2.2 Teorema do Trabalho Energia Cinética

Esse teorema é resultado de uma demonstração matemática a qual permite que possamos dizer que a **Variação da Energia Cinética** é exatamente o **Trabalho da Força Resultante** do sistema. Isso é expresso pela seguinte fórmula:


$$W_{Fr} = \Delta E_c$$

Atenção! A fórmula é sobre a variação da energia cinética e não somente a energia cinética. Diante disso, compreenda a seguir como é o desdobramento matemático da fórmula:

$$\begin{array}{c} \textcircled{G_{F_R}} = \textcircled{\Delta E_c} \\ \downarrow \qquad \downarrow \\ F_R \cdot d = E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}} \\ \qquad \downarrow \qquad \downarrow \\ \qquad \frac{m v_f^2}{2} \qquad \frac{m v_i^2}{2} \end{array}$$

Questão de Entendimento:

02 (Questão criada)

Um automóvel de massa 1.000.000 g, com velocidade de módulo 36 km/h, é acelerado até atingir a velocidade de módulo 108 km/h. O trabalho da força resultante, em J, exercida sobre o automóvel é igual a:

- a) 5.184.000.000 J
- b) 5.184.000 J
- c) 400.000 J
- d) 400.000.000 J



Resolução

Antes de aplicar as fórmulas, vamos ter atenção para os valores e transformá-los para as unidades adequadas:

$$m = 1.000.000 \text{ g} = 1.000 \text{ kg}$$

$$v_{\text{inicial}} = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{final}} = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

Sempre fique atento para essa análise antes de aplicar a fórmula.
Agora, vamos calcular:

$$G_{Fr} = \Delta E_c$$

$$G_{Fr} = E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}}$$

$$G_{Fr} = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2}$$

$$G_{Fr} = \frac{m}{2} (v_f^2 - v_i^2)$$

$$G_{Fr} = \frac{1.000}{2} (30^2 - 10^2)$$

$$G_{Fr} = 500 (900 - 100)$$

$$G_{Fr} = 500 \cdot 800$$

$$G_{Fr} = 400.000 \text{ J}$$

Gabarito: Letra C

2.3 Processo de Frenagem

Observe o seguinte cenário: “Um veículo que percorre uma via com uma certa velocidade e, então, inicia o processo de frenagem. O motorista pisa no freio, faz aplicar a força atrito dos pneus com o asfalto e o veículo diminui a sua velocidade por causa dessa força atrito durante uma certa distância”.

Perceba que temos a força atrito sendo aplicada como a força resultante do sistema, a qual provoca a desaceleração do veículo. Essa força atrito realiza um Trabalho Resistente. Esse Trabalho Resistente está associado com a variação da energia cinética durante o processo de frenagem.

Diante de contexto como esse, vamos aplicar o **Teorema do Trabalho Energia Cinética**, em que a **Força Resultante** é a **Força Atrito**.

$$T_{FR} = \Delta E_C$$


$$F_R \cdot d$$
$$f_{at} \cdot d$$

Isso caiu na prova da Polícia Rodoviária Federal. Veja:

Questão de Entendimento:

03 (CEBRASPE|2013|PRF)

Considerando que um veículo com massa igual a 1.000 kg se mova em linha reta com velocidade constante e igual a 72 km/h, e considerando, ainda, que a aceleração da gravidade seja igual a 10 m/s², julgue o item a seguir.

Quando o freio for acionado, para que o veículo pare, a sua energia cinética e o trabalho da força de atrito, em módulo, deverão ser iguais.



A questão relata que o veículo tem uma velocidade inicial de 72 km/h (que equivale a 20 m/s) e no final para (velocidade final é igual a zero). Diante disso, observar como fica o Teorema do Trabalho Energia Cinética.

$$\sigma_{FR} = \Delta E_C$$

↓

$$\underline{F_R \cdot d} = E_{C_{final}} - E_{C_{initial}}$$

↓

$$\underbrace{fat \cdot d} = - E_{C_{initial}}$$

$$\sigma_{fat} = - E_{C_{initial}}$$

Diante disso, observamos o trabalho da força atrito deve ser igual a energia cinética do veículo no início do processo de frenagem.

O sinal negativo indica que o trabalho é resistente.

Gabarito: Certo.

Se a questão pedisse para encontrar o valor do trabalho da força atrito, faríamos o seguinte cálculo.

$$T_{\text{fat}} = - E_{\text{C inicial}}$$

$$T_{\text{fat}} = - \frac{m v_{\text{inicial}}^2}{2}$$

$$T_{\text{fat}} = - \frac{1000 \cdot (20)^2}{2}$$

$$T_{\text{fat}} = - 500 \cdot 400$$

$$T_{\text{fat}} = - 200.000 \text{ J}$$

3 ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Agora, vamos começar a falar sobre a Energia Potencial (tanto Gravitacional quanto Cinética). Enquanto a Energia Cinética está associada com o movimento, a Energia Potencial está associada com uma Energia que está armazenada.

Essa energia armazenada tem um referencial de valor zero para análise. Nós vamos entender esse referencial tanto para a Energia Potencial Gravitacional quanto para a Energia Potencial Elástico.

3.1 Fórmula da Energia Potencial Gravitacional

A fórmula da Energia Potencial Gravitacional é basicamente o Trabalho da Força Gravitacional quando percorre uma distância h .

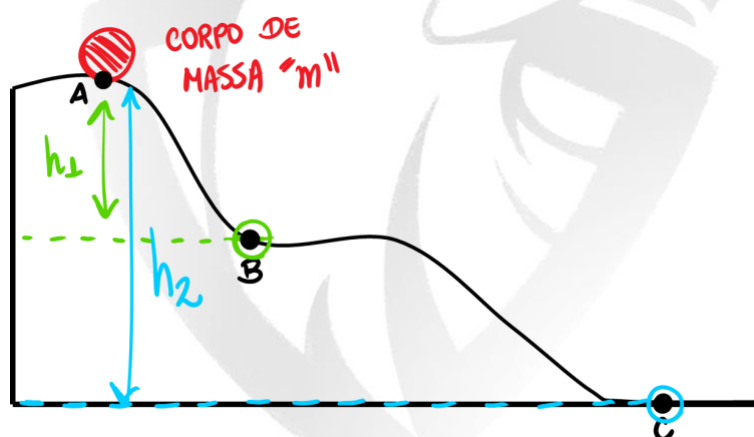
$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

É O TRABALHO DA FORÇA GRAVITACIONAL

A Energia Potencial Gravitacional tem como parâmetros a massa (m), a gravidade (g) e a altura (h).

3.2 Referencial adotado

O referencial para a Energia Potencial Gravitacional é importante para obter o valor da altura relativa que será utilizada no cálculo.



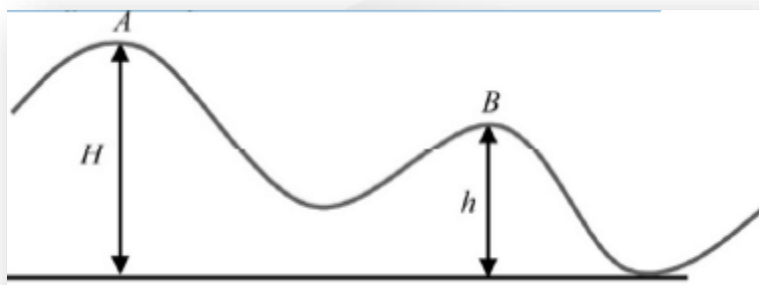
Perceba na figura acima os referenciais em que podemos adotar. A escolha para o referencial depende do ponto final que o corpo vai chegar. Se o corpo sair do ponto A e ir até o ponto B, vamos considerar a energia potencial gravitacional com base na altura 1 (h_1). Mas se fosse para o ponto C, escolheríamos a altura 2 (h_2).

Dependendo do referencial adotado, o valor a Energia Potencial Gravitacional pode ser negativo. É estranho pensar assim, mas veja que o valor da altura pode ser negativo ($h < 0$).

Questão de Entendimento:**04 CEBRASPE | 2023)**

No que se refere a gravidade, energia mecânica e trabalho, julgue o item que se segue.

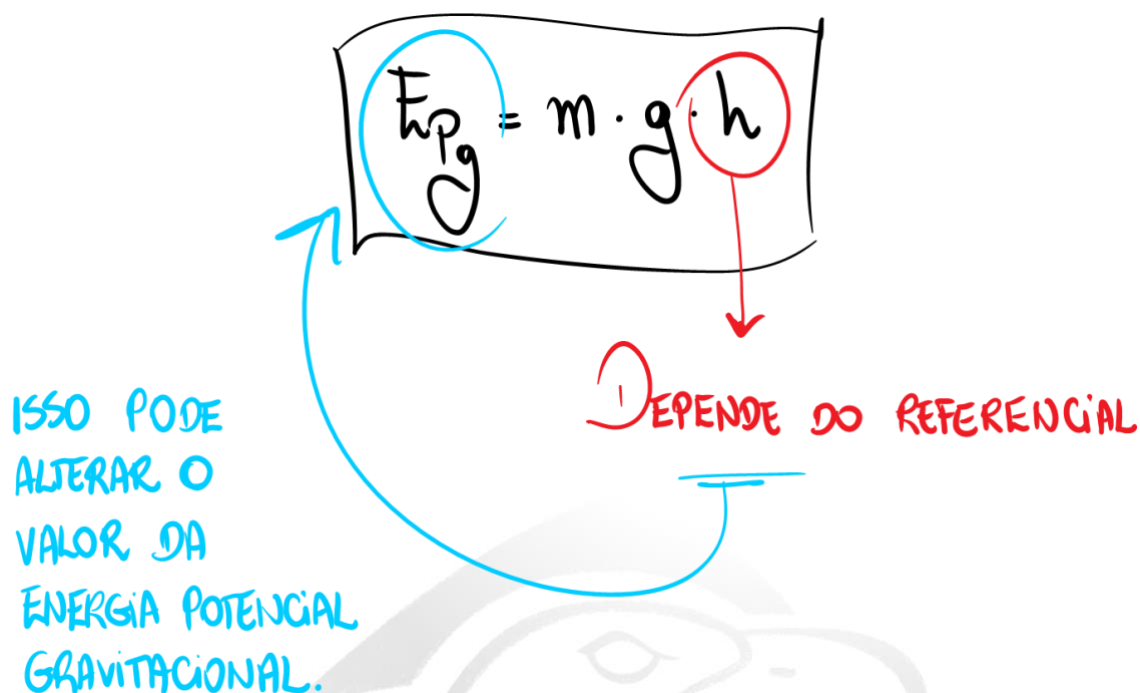
Se, em um local em que a aceleração da gravidade é g , um carrinho de montanha-russa de massa m passar pelo ponto A, como mostrado na figura a seguir, com velocidade v , então a energia potencial gravitacional do carrinho será sempre igual a $m \times g \times h$, independentemente do referencial adotado.

**Resolução**

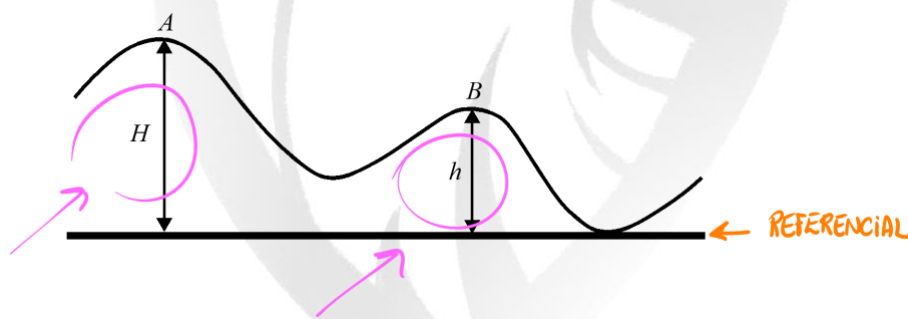
A fórmula da energia potencial gravitacional é o seguinte:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

A fórmula tem a altura como um parâmetro importantíssimos para ser considerado. Dependendo do referencial, o valor da altura pode mudar e isso também vai mexer com o valor da energia potencial gravitacional.



Perceba um detalhe que a questão oferece com a imagem:

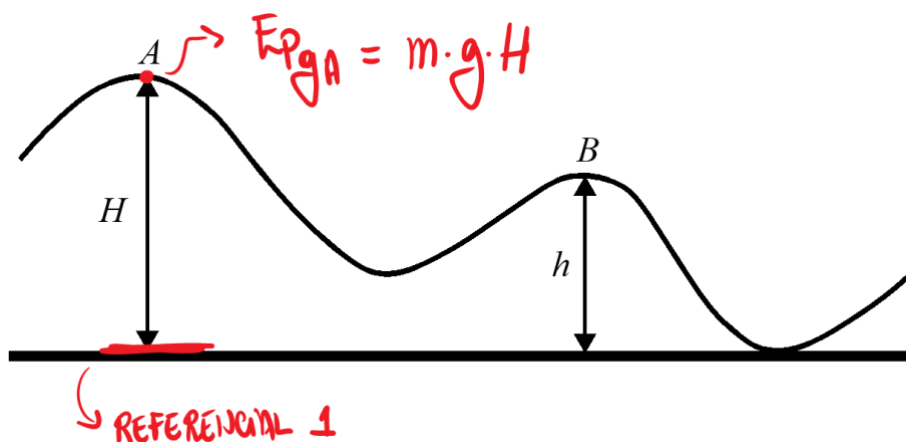


As letras "h" e "H" são mostradas na figura. Veja que ambos estão de acordo com um único referencial.

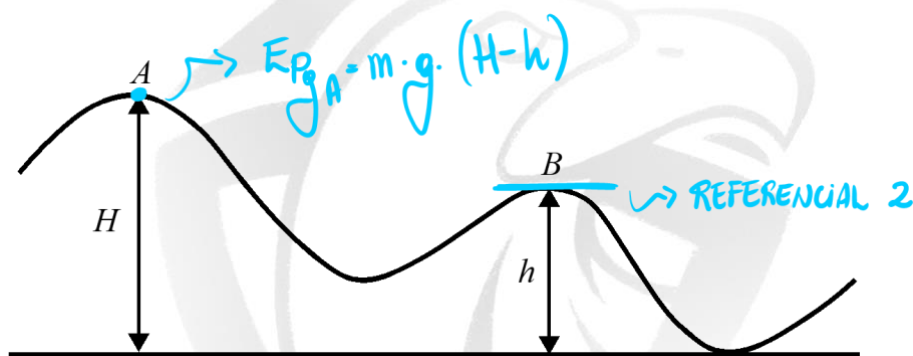
Então, dizer que a energia potencial gravitacional no ponto A é sempre $m \times g \times h$, já está errado porque para o referencial que apontamos agora o correto seria $m \times g \times H$.

Outro erro da questão é sobre o referencial. Dependendo do referencial, teremos os respectivos valores de energia potencial gravitacional. Veja um exemplo da comparação entre dois referenciais a seguir:

Exemplo de referencial 1 e a respectiva fórmula:



Exemplo de referencial 1 e a respectiva fórmula:



Gabarito: Errado

4 ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

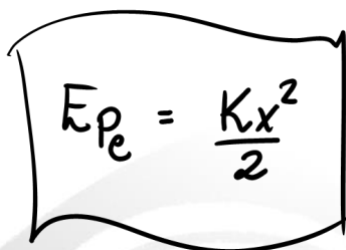
A Energia Potencial Elástica é uma energia que é armazenada quando há deformação do estado natural da mola. Quando não há deformação na mola (nem de compressão nem de distensão), não há Energia Potencial Elástica.

4.1 Fórmula da Energia Potencial Elástica

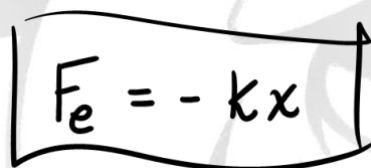
A fórmula da Energia Potencial Elástica leva em consideração os seguintes parâmetros:

K = Constante Elástica da mola

x = Deformação da mola


$$E_{pe} = \frac{Kx^2}{2}$$

Lembrando que a força elástica tem outra fórmula que é a chamada Lei de Hooke:


$$F_e = -kx$$

4.2 Variações da Energia Potencial Elástica.

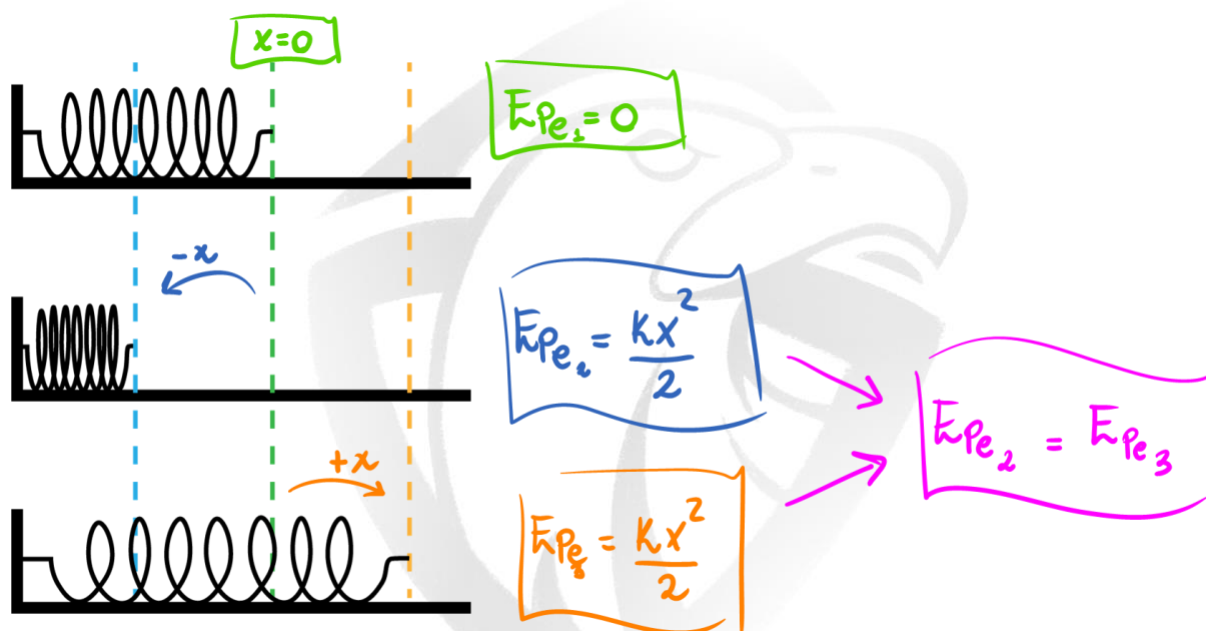
Os possíveis valores da Energia Potencial Elástica só podem ser positivos, pois, independentemente do valor positivo ou negativo de deformação x , temos que este valor está elevado ao quadrado, o que faz tornar o resultado sempre positivo.

A força elástica, por sua vez, pode ter valor negativo sim. Aliás, já comentamos sobre isso em aulas passadas. A força elástica é uma força restauradora, ou seja, sempre tende para o sentido do equilíbrio do sistema. Então, os valores podem ser tanto negativo quanto positivo, dependendo do sentido da deformação da mola.

Show! Além disso, é importante observar como varia os valores da Energia Potencial Elástica a depender da situação.

4.2.1 Sistema de molas na horizontal

Quando a questão tratar do sistema de mola na horizontal, teremos o seguinte:



Perceba que quando o valor da deformação é igual a zero ($x = 0$), a mola está na sua posição de equilíbrio. Neste caso, a Energia Potencial Elástica é nula. Por outro lado, quando há um mesmo valor de deformação, seja de compressão ($x < 0$) ou de distensão ($x > 0$), os valores de Energia Potencial Elástica serão os mesmos.

Questão de Entendimento:**05 (Questão criada)**

A mola da figura abaixo sofre uma deformação de forma que o valor da energia potencial elástica adquirida é igual a 0,16 J.



Considerando que o valor da constante elástica é igual a 50 N/m, a deformação da mola em metros, foi de:

- a) 8
- b) 0,8
- c) 0,08
- d) 0,008
- e) 0,0008

**Resolução**

Para resolver essa questão, vamos simplesmente aplicar a fórmula. Perceba que todos os valores estão no sistema internacional de medidas, ou seja, todas as unidades estão ajustadas e prontas para aplicar na fórmula. Consequentemente, o valor de x que será encontrado estará na unidade padrão metros.

$$E_p = \frac{kx^2}{2}$$

$$0,16 = \frac{50 \cdot x^2}{2}$$

$$x^2 = \frac{2 \cdot 0,16}{50}$$

$$x^2 = \frac{0,32}{50}$$

$$x^2 = 0,0064$$

$$x^2 = 64 \cdot 10^{-4}$$

$$x^2 = \sqrt{64 \cdot 10^{-4}}$$

$$x^2 = 8 \cdot 10^{-2}$$

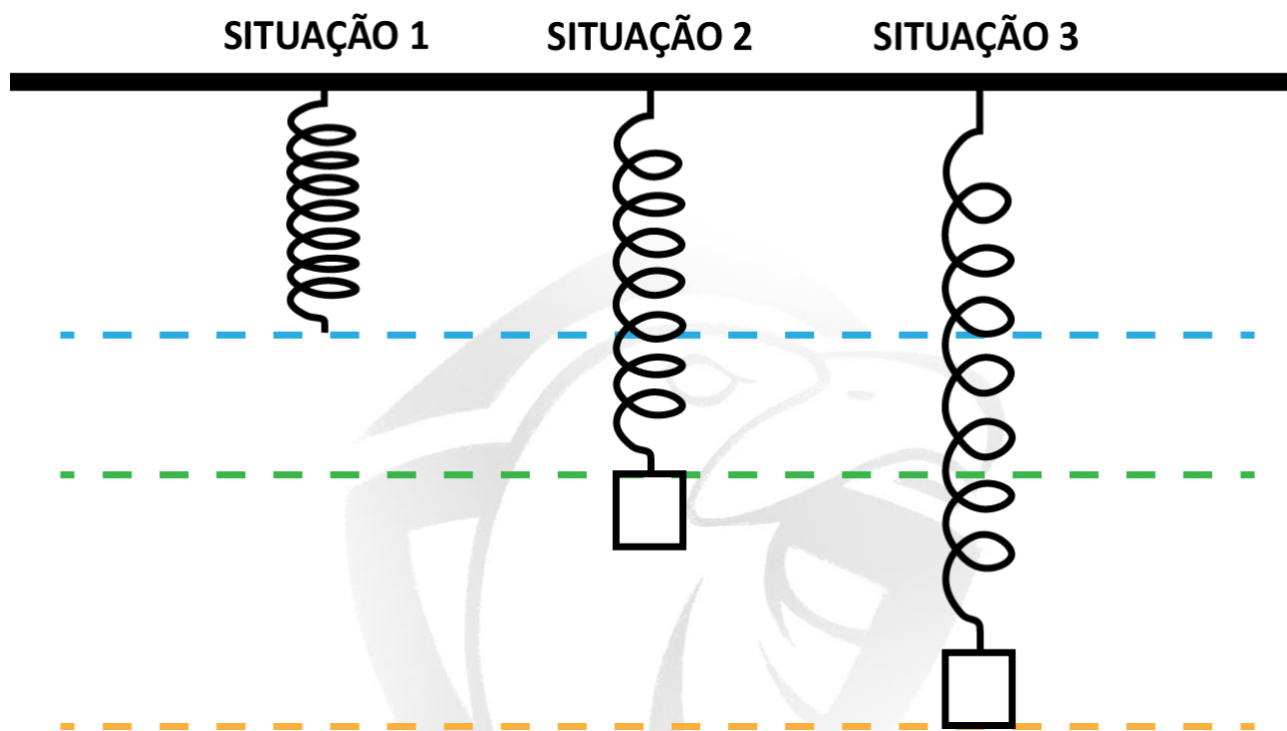
$$x = 0,08 \text{ m}$$

O valor encontrado vale 0,08 m que é o mesmo que 8 cm.

Gabarito: Letra B.

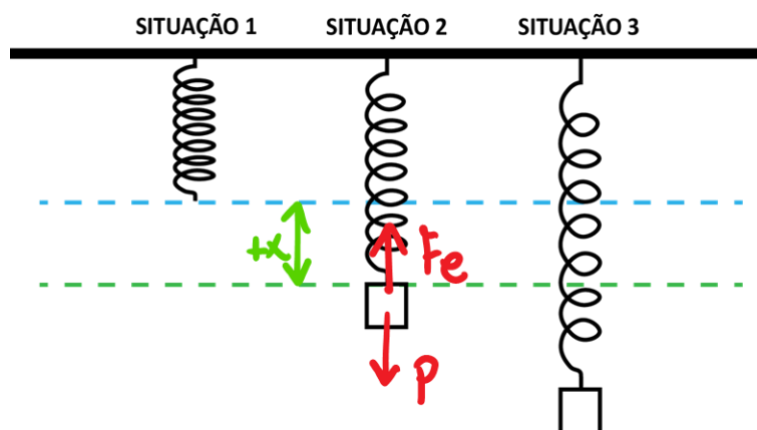
4.2.2 Sistema de molas na vertical

Por outro lado, quando for na vertical, deveremos ter mais atenção. Para isso, observe as três situações a seguir:



Na situação 1, temos a mola na sua posição de equilíbrio, ou seja, a força elástica exercida é nula e a energia potencial elástica também é nula.

Na situação 2, colocamos um bloco de massa m que provoca uma distensão da mola devido a ação da força peso. Vamos considerar que essa situação 2 é a posição de equilíbrio do **Sistema Massa Mola**, ou seja, o bloco está em repouso. Portanto, a força elástica será diferente de zero e igual ao peso. A energia potencial elástica terá valor também diferente de zero. Muito embora essa situação 2 seja a nova situação de equilíbrio, os valores da força elástica e da energia potencial elástica são diferentes de zero.



$$F_e = P$$

$$E_{pe} = \frac{kx^2}{2}$$

Na situação 3, uma força foi aplicada para tirar o sistema massa mola da situação 2 de equilíbrio, provocando assim uma oscilação. Essa oscilação será em torno da nova posição de equilíbrio (situação 2).

Caso a oscilação fosse sem o bloco de massa m , esse movimento seria em torno da posição de equilíbrio na situação 1.

5 ENERGIA MECÂNICA DO SISTEMA

Por fim, venho aqui apresentar aos senhores e senhoritas sobre a **Energia Mecânica do Sistema**. Essa energia são todas as formas de energia envolvidas no sistema que englobam a Energia Cinética, Energia Potencial Gravitacional e Energia Potencial Elástica. Expressamos isso matematicamente da seguinte forma:

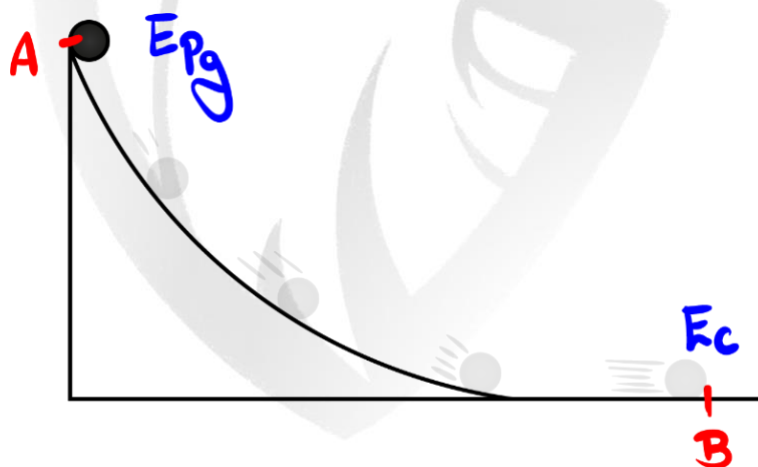
$$E_M = E_C + E_{Pg} + E_{Pe}$$

5.1 Sistema Conservativo

Quando o sistema for considerado pela questão como conservativo, isso implica dizer que não há dissipação de energia. Em outras palavras, temos que a energia mecânica continua sempre com mesmo valor.

Neste caso, as três diferentes formas de energia mecânica podem se transformar em umas e outras de forma que o somatório fica com o mesmo valor.

Observe este exemplo:

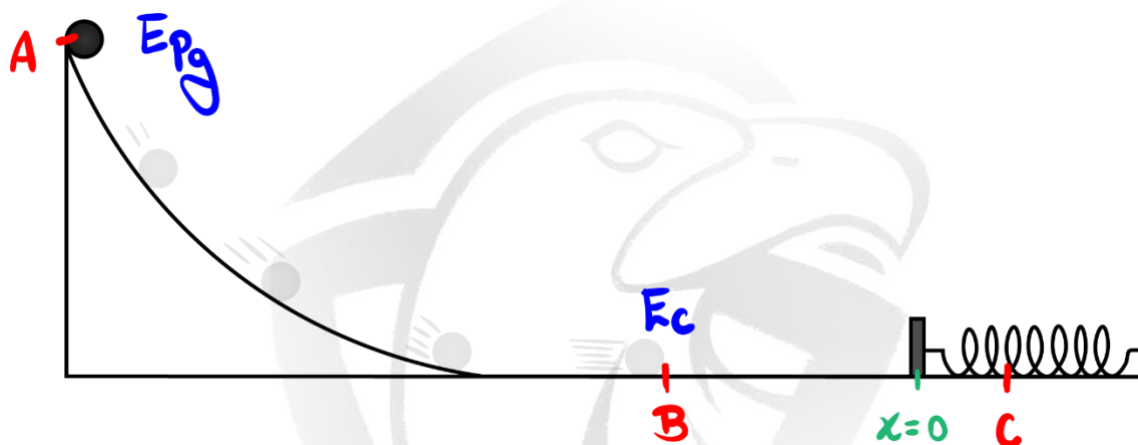


O corpo que estava em repouso na posição A desce a rampa até atingir o ponto B. Inicialmente, no ponto A, este corpo tinha apenas energia potencial gravitacional, ou seja, a energia mecânica era igual a energia potencial gravitacional. Durante a descida, essa energia potencial gravitacional será transformada em energia cinética. Isso vai acontecendo até que toda a energia potencial gravitacional se transforme em energia cinética no final da rampa. Durante o percurso horizontal até a chegada no ponto B, a energia mecânica do sistema continua sendo exclusivamente a energia cinética.

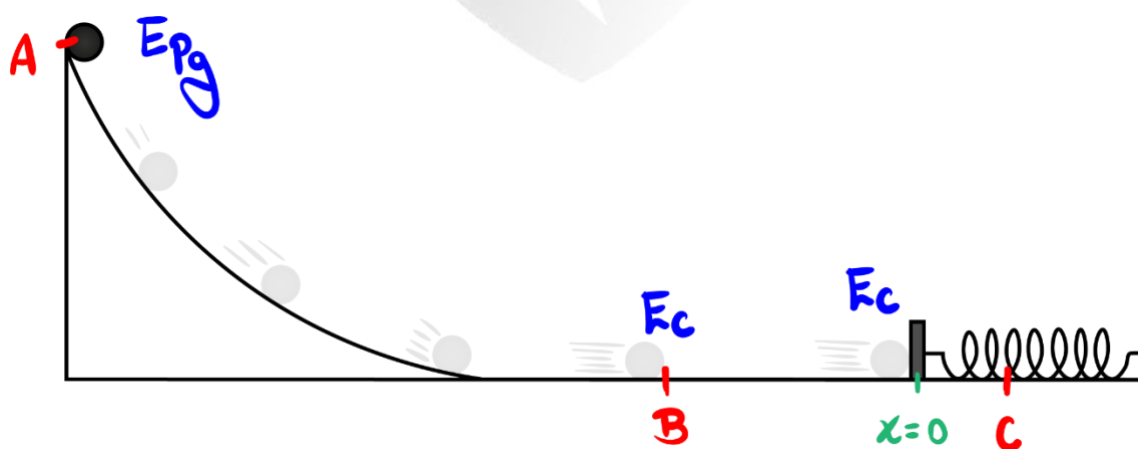
Para resumir todo esse processo, dizemos que a energia mecânica do ponto A até o B permaneceu constante devido a consideração de que não há forças dissipativas (atrito) e que a energia potencial gravitacional no ponto A é igual a energia cinética no ponto B.

$$E_{pgA} = E_{cB}$$

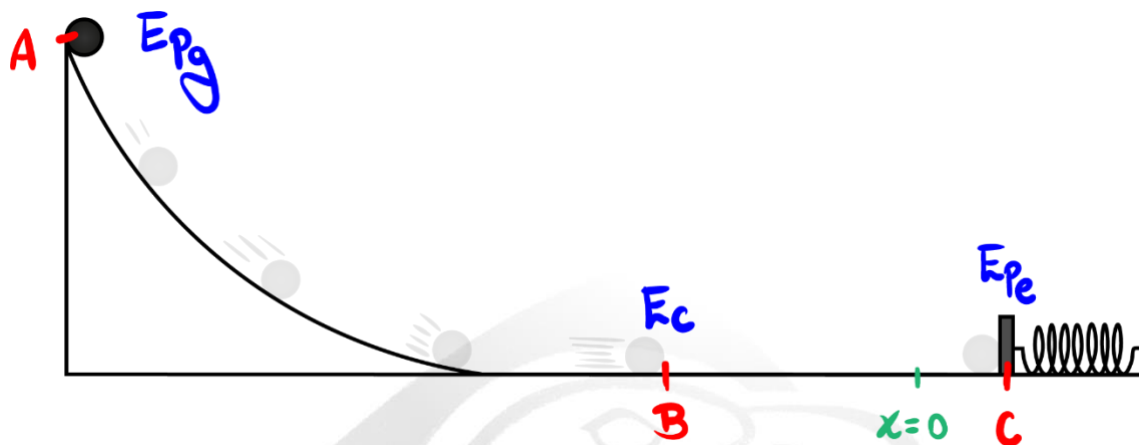
Agora, vamos aumentar mais um detalhe nesse nosso exemplo: vamos colocar uma mola no final do percurso, conforme representado na figura abaixo.



O corpo percorrerá a reta até atingir a mola permanecendo com a energia mecânica como sendo inteiramente a energia cinética, pois estamos considerando o sistema conservativo (sem forças dissipativas, sem atrito).



No momento em que atinge a mola, temos somente energia cinética. Durante o processo de compressão da mola, a energia cinética vai se transformando em energia potencial elástica até que toda a energia mecânica se torne, desta vez, apenas energia potencial elástica.



No ponto C, é o exato momento em que a energia mecânica passa a ser a energia potencial elástica por completo. Nesta posição, não temos altura (energia potencial gravitacional é nula) nem velocidade (energia cinética é nula), mas sim apenas deformação da mola (energia potencial elástica é igual a energia mecânica).

Podemos afirmar então que:

$$E_{pgA} = E_{cB} = E_{peC}$$

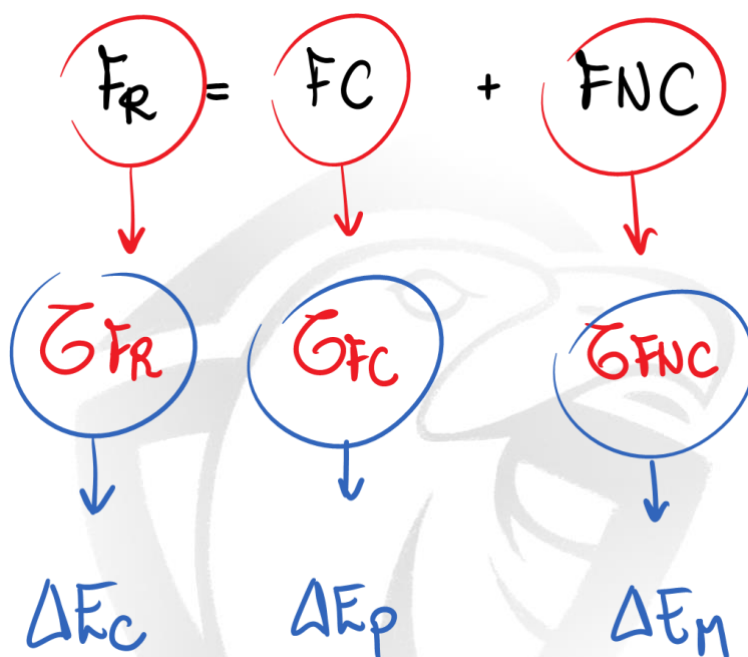
5.2 Sistema não conservativo

Quando a questão de prova não despreza as forças dissipativas, temos então um sistema não conservativo.

Neste caso, você tem que ter em mente que as forças dissipativas vão dissipar a energia mecânica do sistema, ou seja, vão diminuir o valor da energia mecânica.

As forças dissipativas são forças não conservativas e o Trabalho realizado por elas causam variação na energia mecânica.

Diante disso, tomando como base que a força resultante (FR) é o somatório das forças conservativas (FC) com a forças não conservativas (FNC), podemos associar os valores de Trabalho e Energia da seguinte forma:



Então:

- O Trabalho da força resultante é a variação da energia cinética (Teorema do Trabalho Energia);
- O Trabalho da força conservativa é a variação da energia potencial, seja gravitacional e/ou elástica;
- O Trabalho da força não conservativa (forças dissipativa como a força atrito) é a variação da energia mecânica do sistema.

Todos os conceitos apresentados até aqui são importantes para a prova. Alguns são mais recorrentes do que outros, porém, para sermos concurseiros de alto nível devemos dominar os esquemas apresentados nesta aula.

Esse processo de aprendizagem será muito mais eficiente durante a resolução das questões. Não tenha pressa em compreender tudo de uma vez só. A constância na resolução dos exercícios é o caminho para que você consiga fixar este assunto na sua mente.

Tenha paciência. Vamos juntos!



QUESTÕES DE RENDIMENTO**01 (UFPR | 2014)**

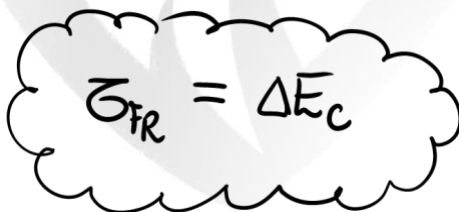
O teorema da energia cinética diz que, o trabalho total efetuado sobre uma partícula é igual a variação da energia cinética da partícula. Se uma partícula de massa $m = 2000,00\text{g}$ tem velocidade inicial de $v_i = 2,50\text{m/s}$ e depois passados um certo tempo tem velocidade final de $v_f = 5,00\text{m/s}$.

O trabalho total τ , em Joule, realizado sobre a partícula será de:

- a) 37,00 .
- b) 5,00J.
- c) 37,70J.
- d) 18,75J.
- e) 0,00J.

**Resolução**

A fórmula do Teorema do Trabalho – Energia Cinética é:


$$\tau_{\text{Tr}} = \Delta E_c$$

Aplicando os valores fornecidos pela questão, teremos:

$$m = 2.000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$$

$$v_i = 2,50 \text{ m/s}$$

$$v_f = 5,0 \text{ m/s}$$

$$W_{FR} = \Delta E_c$$

TRABALHO
DA FORÇA
RESULTANTE



TRABALHO
TOTAL

$$E_{c\text{FINAL}} - E_{c\text{INICIAL}}$$

$$\frac{m v_f^2}{2} - \frac{m v_i^2}{2}$$

$$\frac{m}{2} (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\frac{m}{2} (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\frac{2}{2} [(5)^2 - (2,5)^2]$$

$$1 \cdot (25 - 6,25)$$

$$18,75 \text{ J}$$

Gabarito: Letra D.

02 (CEBRASPE | 2023)

No que se refere a gravidade, energia mecânica e trabalho, julgue o item que se segue.

Em um sistema isolado, em que somente forças conservativas atuam, podem ocorrer variações da energia cinética e da energia potencial.

**Resolução**

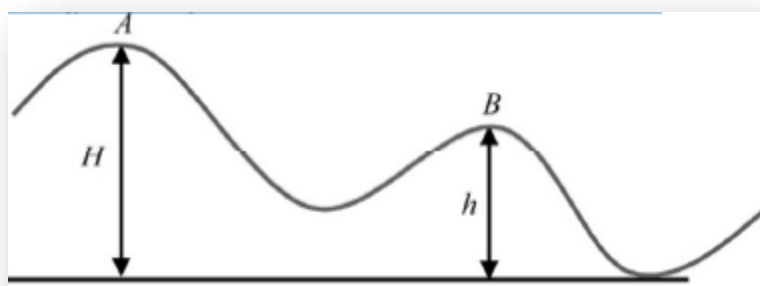
O sistema isolado é um sistema com ausência de forças externas. Essa condição garante que não há dissipação de energia, ou seja, não há forças não conservativas. Só temos forças conservativas. Isso implica dizer que a energia mecânica do sistema se conserva. Diante disso, as energias cinética e potencial podem variar, porém a soma entre eles permanece constante.

Gabarito: Certo.

03 (CEBRASPE | 2023)

No que se refere a gravidade, energia mecânica e trabalho, julgue o item que se segue.

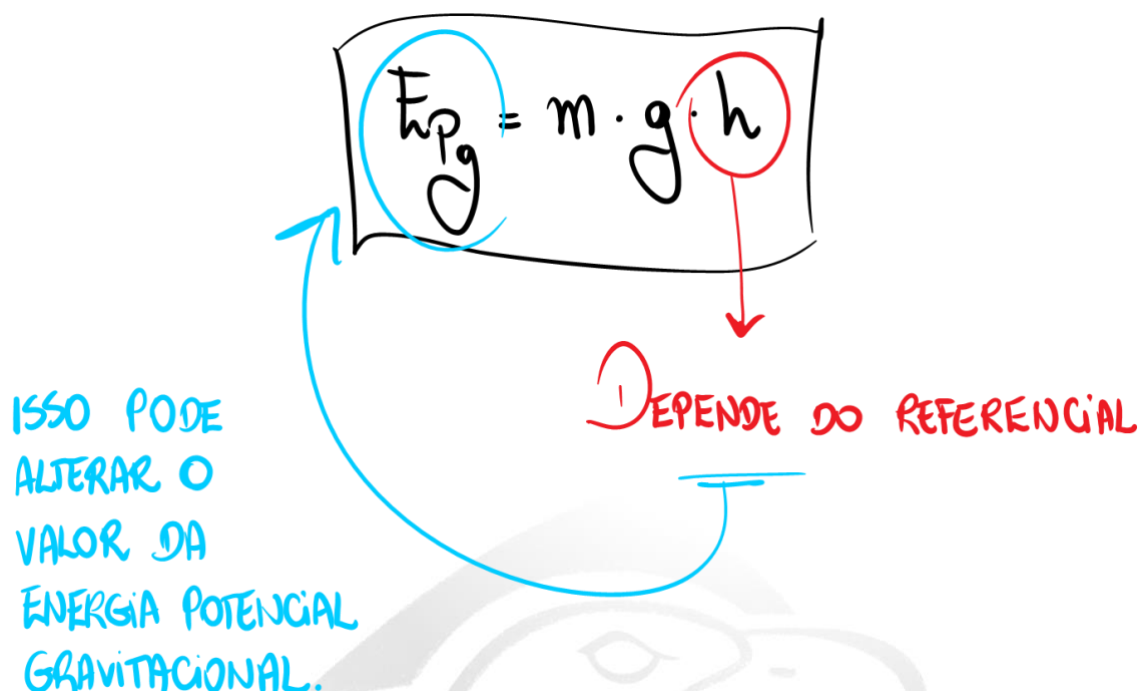
Se, em um local em que a aceleração da gravidade é g , um carrinho de montanha-russa de massa m passar pelo ponto A, como mostrado na figura a seguir, com velocidade v , então a energia potencial gravitacional do carrinho será sempre igual a $m \times g \times h$, independentemente do referencial adotado.

**Resolução**

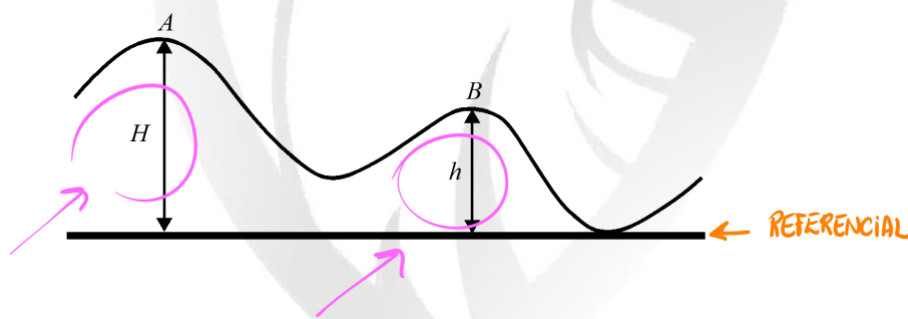
A fórmula da energia potencial gravitacional é o seguinte:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

A fórmula tem a altura como um parâmetro importantíssimos para ser considerado. Dependendo do referencial, o valor da altura pode mudar e isso também vai mexer com o valor da energia potencial gravitacional.



Perceba um detalhe que a questão oferece com a imagem:

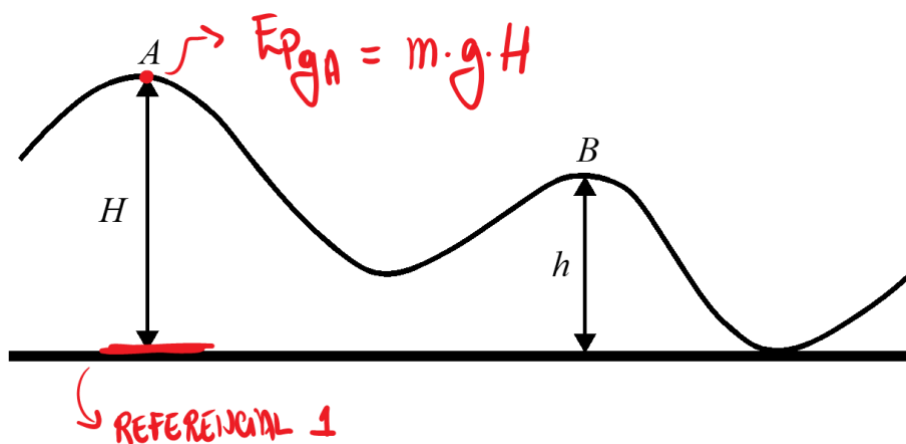


As letras “h” e “H” são mostradas na figura. Veja que ambos estão de acordo com um único referencial.

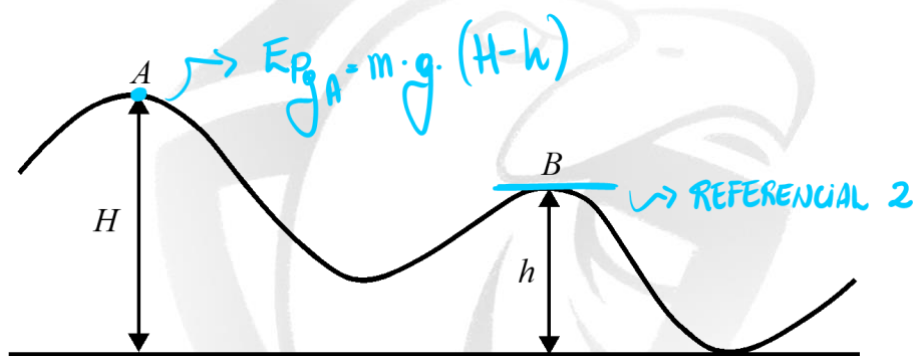
Então, dizer que a energia potencial gravitacional no ponto A é sempre $m \times g \times h$, já está errado porque para o referencial que apontamos agora o correto seria $m \times g \times H$.

Outro erro da questão é sobre o referencial. Dependendo do referencial, teremos os respectivos valores de energia potencial gravitacional. Veja um exemplo da comparação entre dois referenciais a seguir:

Exemplo de referencial 1 e a respectiva fórmula:



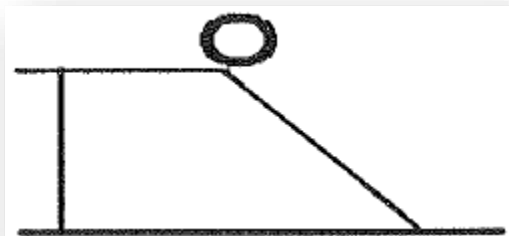
Exemplo de referencial 1 e a respectiva fórmula:



Gabarito: Errado

04 (MARINHA|EAM|2016)

Um corpo esférico desce uma rampa, a partir do repouso, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando-se todos os atritos, pode-se afirmar que, durante a descida desse corpo, a

- a) energia potencial gravitacional é constante.
- b) energia cinética é constante.
- c) soma das energias potencial e cinética é constante.
- d) energia cinética diminui.
- e) energia potencial gravitacional aumenta.

**Resolução**

A questão desprezou todas as formas de atrito e isso garante que temos um sistema conservativa em que a Energia Mecânica do sistema se conserva. Em outras palavras, a soma das energias potencial e cinética é constante.

Gabarito: Letra C.

05 (MARINHA|2013)

Sabendo que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , qual é o valor da energia potencial gravitacional que uma pessoa de massa 80 kg adquire, ao subir do solo até uma altura de 20 m ?

Dado: $E_p = m \cdot g \cdot h$

- a) 1.600 Joules
- b) 8.000 Joules
- c) 10.000 Joules
- d) 15.000 Joules
- e) 16.000 Joules

**Resolução**

A fórmula da energia potencial gravitacional é o seguinte:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

Vamos aplicar os valores fornecidos pela questão.

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

$$\begin{aligned} m &= 80 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ h &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$E_{pg} = 80 \cdot 10 \cdot 20$$

$$E_{pg} = 16.000 \text{ J}$$

Gabarito: Letra E.

06 (UECE|2011)

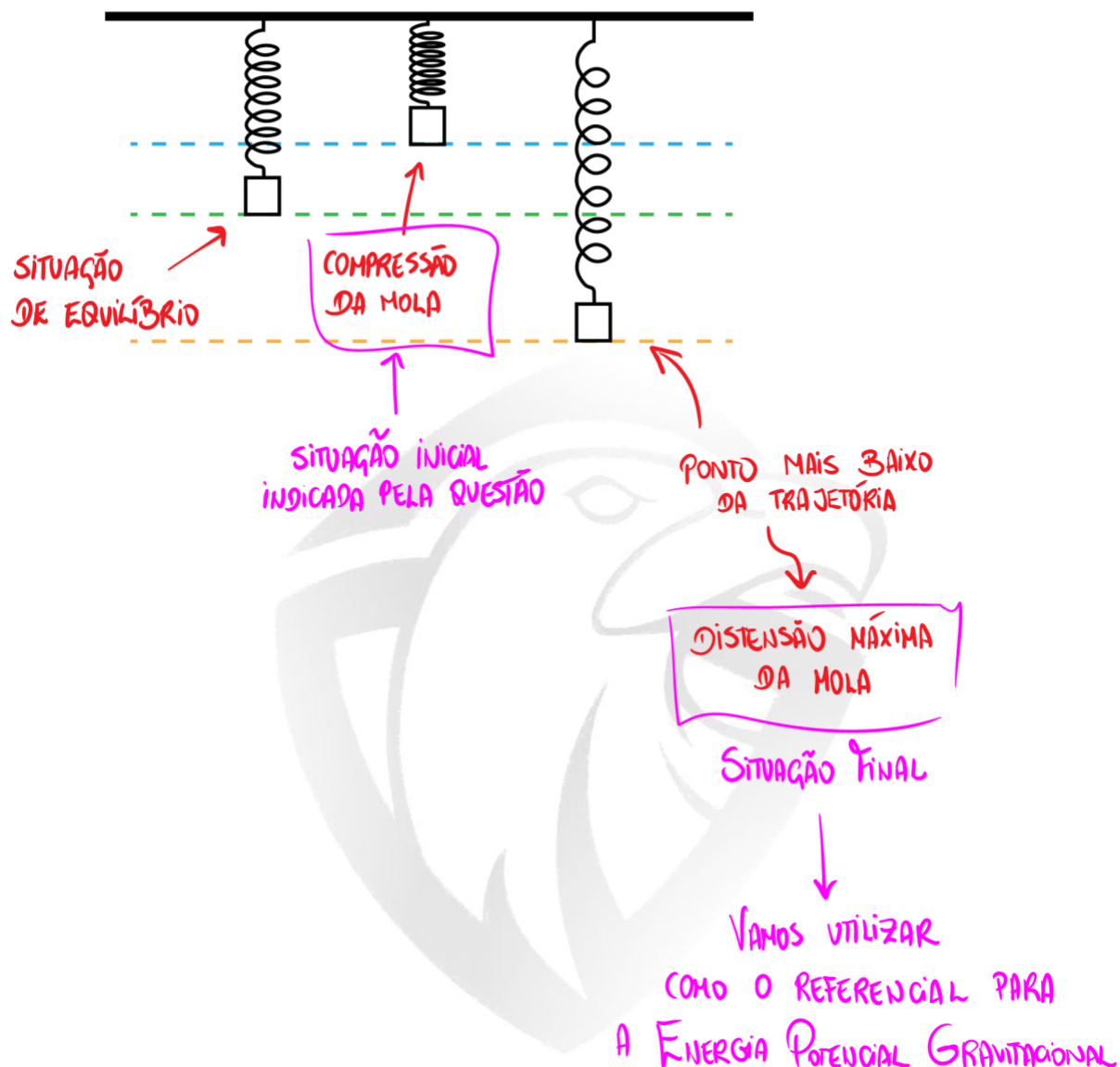
Um corpo de massa m é preso ao teto por uma mola, de massa desprezível, de constante elástica k . O corpo é lançado verticalmente para baixo a partir do repouso pela ação da mola, que se encontra inicialmente comprimida. Considere também a ação da gravidade, de módulo g , e despreze todos os atritos. Durante o movimento de descida, entre o início do movimento e o ponto mais baixo da trajetória, é correto afirmar-se que

- a) A energia potencial do sistema massa-mola cresce até atingir um máximo e passa a decrescer até atingir um mínimo; a energia potencial gravitacional da massa é crescente.
- b) A energia potencial do sistema massa-mola decresce até atingir um mínimo e passa a crescer até atingir um máximo; a energia potencial gravitacional da massa é decrescente.
- c) A energia potencial do sistema massa-mola cresce até atingir um máximo e passa a decrescer até atingir um mínimo; a energia potencial gravitacional da massa é decrescente.
- d) A energia potencial do sistema massa-mola decresce até atingir um mínimo e torna a crescer até atingir um máximo; a energia potencial gravitacional da massa é crescente.

**Resolução**

Lendo cuidadosamente cada informação apresentada pelo enunciado da questão, podemos elaborar o seguinte esquema:

SISTEMA MASSA E MOLA NA VERTICAL:



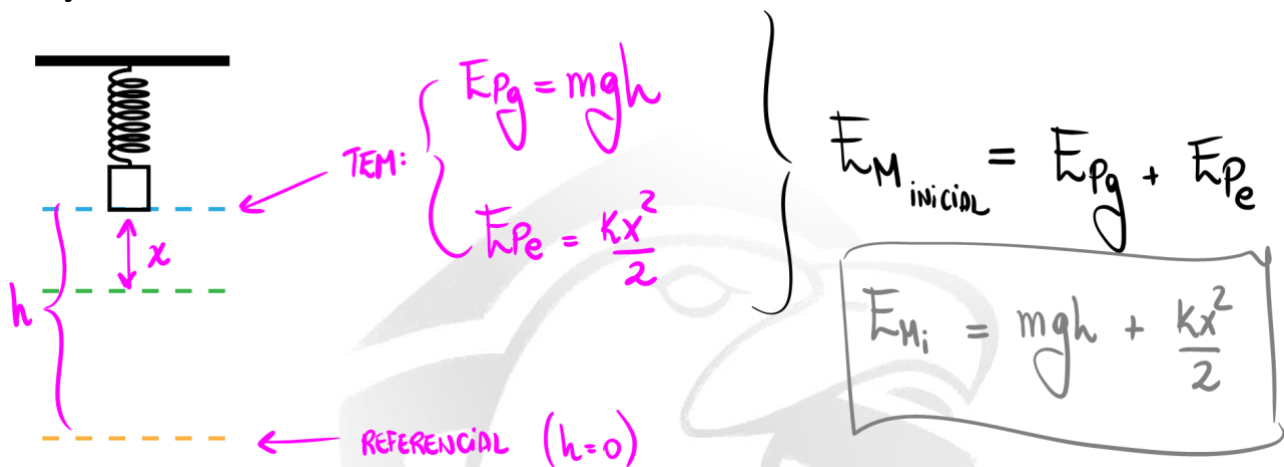
O importante é você observar as três situações e identificar o início e o final. A questão delimitou muito bem a situação inicial e final.

Situação inicial: o sistema massa e mola está inicialmente comprimido. O sistema parte do repouso e é lançado verticalmente para baixo devido à ação da força elástica que está comprimida. Essa força elástica empurra a massa para baixo com máxima intensidade, pois a força elástica não é constante (lembre-se disso). Além dessa força, temos o peso da mola que age constantemente.

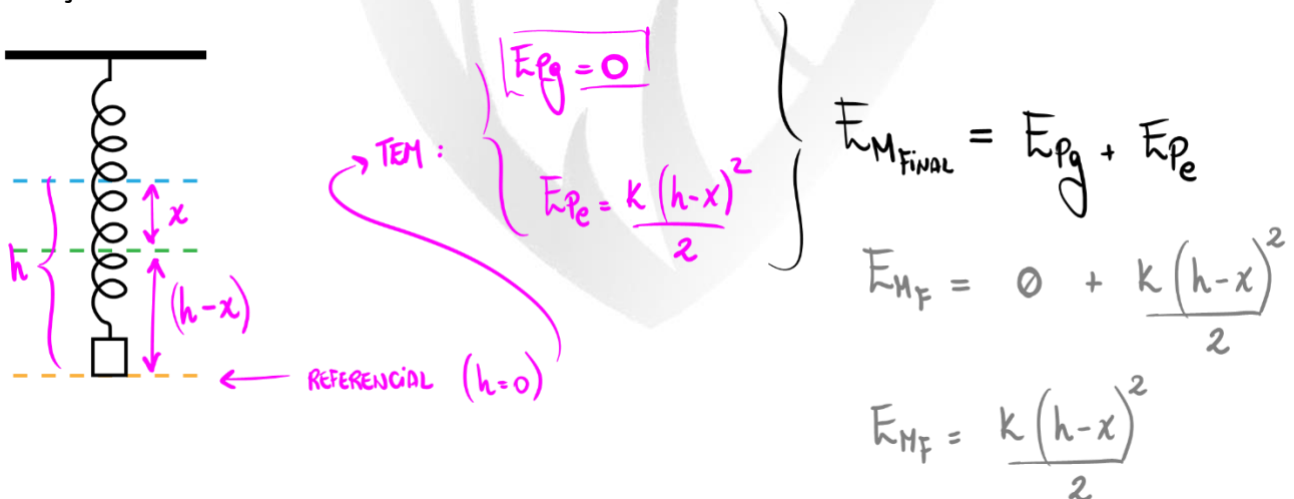
Situação final: é o ponto mais baixo da trajetória, onde o sistema massa e mola está com a máxima distensão. Esse ponto será considerado como o referencial para a análise da Energia Potencial Gravitacional.

Diante disso, vamos para as análises pontuais:

Situação inicial:



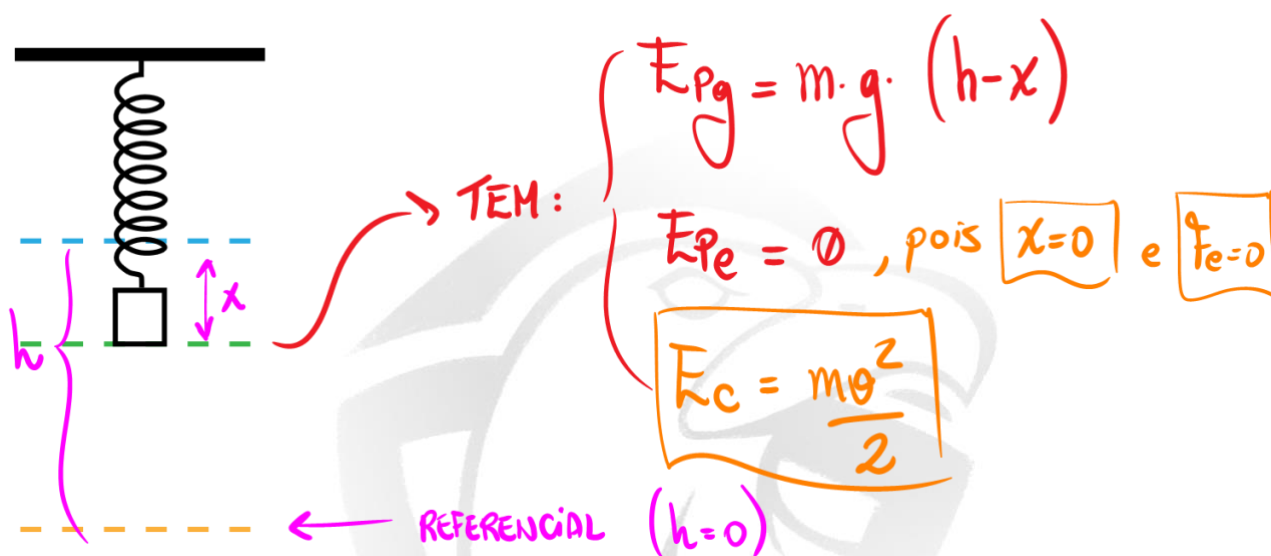
Situação final:



Temos que ter atenção para o seguinte detalhe: a questão garante que o sistema é conservativo quando diz “despreze todos os atritos”. Diante disso, a variação da energia mecânica do sistema é igual a zero. Em outras palavras, a energia mecânica inicial é igual a energia mecânica final.

Diante disso, percebe-se que a energia potencial elástica final é maior que a energia potencial elástica inicial. Além disso, a mola distende mais do que é comprimida.

No entanto, no meio do caminho temos a situação de equilíbrio, onde a energia potencial elástica é nula. Neste ponto, temos a energia cinética (associada ao movimento) juntamente com a energia potencial gravitacional (que só decresce até atingir o valor nulo). Veja no esquema abaixo:



Diante do exposto, podemos chegar a conclusão que a alternativa que melhor descreve é a letra B: "A energia potencial do sistema massa-mola decresce até atingir um mínimo e passa a crescer até atingir um máximo; a energia potencial gravitacional da massa é decrescente".

Gabarito: Letra B.

07 (CEBRASPE | 2023 | PERITO CRIMINAL | POLC AL)

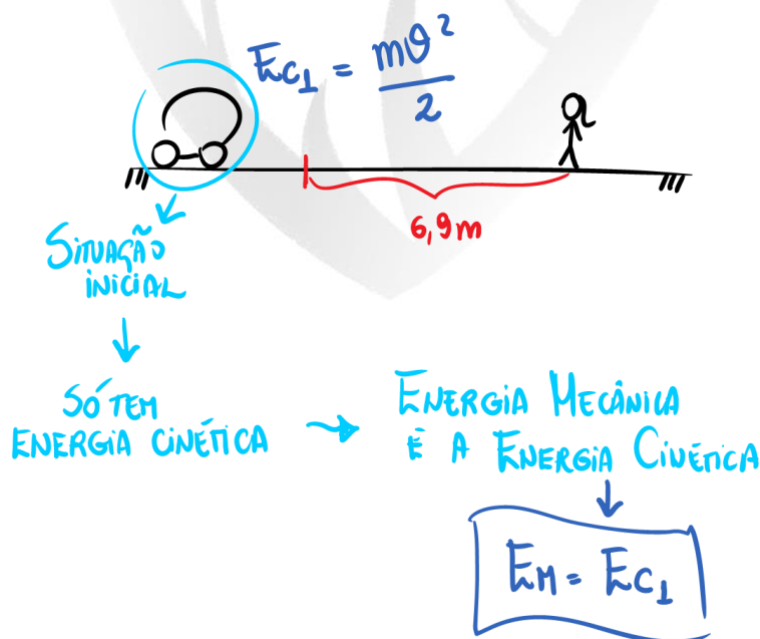
Em uma via pouco movimentada, à noite, Fernando voltava para casa dirigindo seu automóvel e atropelou e matou Estela, que estava parada na via. Segundo se verificou posteriormente, Estela era esposa de Fernando, o que levantou a hipótese de ter havido intenção criminosa (feminicídio). Os peritos criminais que analisaram as circunstâncias da ocorrência verificaram que as marcas de pneu no local da colisão indicaram que o processo de frenagem se iniciou a 6,9 m de distância do local do impacto e que, com o impacto do automóvel, Estela foi lançada a 10 m de distância. Além disso, eles constataram que a massa de Estela era de 60 kg, as massas do carro e do condutor eram de 1.400 kg e o coeficiente de atrito dinâmico entre pneu e asfalto, no local, era $\mu_d = 0,5$.

A partir dessa situação hipotética, considerando-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 , julgue o item a seguir, a respeito das possíveis conclusões dos peritos.

Se a velocidade de impacto foi estimada em 36 km/h, a velocidade do veículo imediatamente antes de se iniciar o processo de frenagem era superior a 45 km/h.

 Resolução

Vamos esquematizar a questão:



Antes de iniciar o processo de frenagem, o veículo já vem com uma velocidade. Diante disso, imediatamente antes do processo de frenagem a Energia Cinética do veículo era a Energia Mecânica total do sistema.

Durante o processo de frenagem, a força atrito realiza trabalho. Esse trabalho é um trabalho de uma força não conservativa o qual causará a variação da Energia Mecânica do sistema. Parte da energia será dissipada nesse processo.



Podemos calcular isso achando o valor do trabalho da força atrito realizada nesse trajeto.

$$\begin{aligned}\Delta E_M &= -6_{fat} \\ \Delta E_M &= f_{at} \cdot d \cdot \cos \theta \\ \Delta E_M &= \mu \cdot N \cdot d \cdot \cos 180^\circ \\ \Delta E_M &= \mu \cdot P \cdot d \cdot (-1) \\ \Delta E_M &= -\mu \cdot m \cdot g \cdot d\end{aligned}$$

$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$
 0,5 1400 10 6,9

$$\Delta E_M = -48.300 \text{ J}$$

Essa variação da energia mecânica será o quanto a energia cinética do veículo irá variar.

$$\Delta E_M = -48.300 \text{ J}$$

VARIACÃO DA ENERGIA CINÉTICA DO
INÍCIO DO PROCESSO DE FRENAGEM
ATÉ A COLISÃO

$$\Delta E_C = -48.300 \text{ J}$$

$$\Delta E_C = E_{C_{\text{FINAL}}} - E_{C_{\text{INICIAL}}}$$

$$E_{C_2} - E_{C_1}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = -48.300 \text{ J}$$

A questão informou que a velocidade de impacto foi estimada em 36 km/h que é o mesmo que 10 m/s.

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = -48.300 \text{ J}$$

VELOCIDADE DE IMPACTO ESTIMADA DE
 $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$

VELOCIDADE IMEDIATAMENTE ANTES DE INICIAR O PROCESSO DE FRENAGEM

Diante disso, podemos desenvolver o cálculo para encontrar o valor da velocidade imediatamente antes do processo de frenagem.

$$\frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = -48.300 \text{ J}$$

$$\frac{1400 \cdot (10)^2}{2} - \frac{1400 \cdot v_1^2}{2} = -48.300$$

$$\cancel{7} \cancel{1400} \cdot (10)^2 - \cancel{7} \cancel{1400} \cdot v_1^2 = -48.300$$

$$700 - 7 v_1^2 = -483$$

$$v_1^2 = \frac{700 + 483}{7}$$

$$v_1^2 = \frac{1183}{7}$$

$$v_1^2 = 169$$

$$v_1 = \sqrt{169}$$

$$v_1 = 13 \text{ m/s}$$

ou

$$v_1 = 16,8 \text{ km/h}$$

x 3,6

Com isso, verificamos que o quesito está correto em dizer que a velocidade do veículo imediatamente antes de se iniciar o processo de frenagem era superior a 45 km/h.

Gabarito: Certo.

08 (CEBRASPE | 2023 | PERITO CRIMINAL | POLC AL)

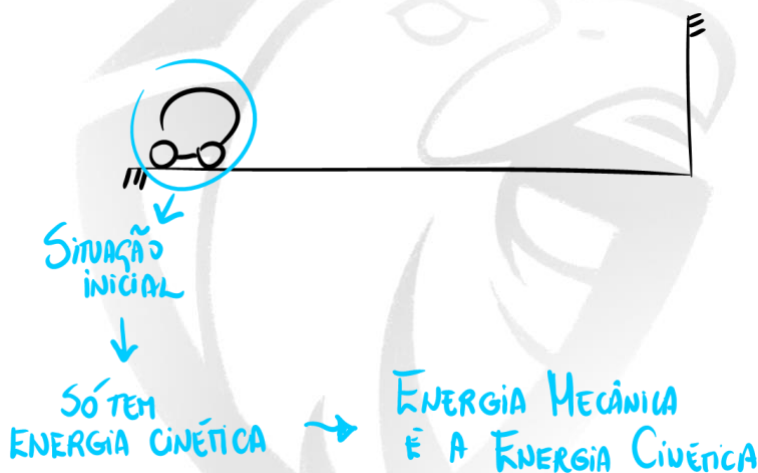
Julgue o item a seguir, a respeito de fenômenos relativos à mecânica.

Considere que um motorista com 100 kg de massa, usando cinto de segurança, tenha colidido contra um poste, a 90 km/h. Considere, ainda, que um perito da polícia civil tenha determinado que o carro e o motorista movimentaram-se cerca de 1 m após a colisão e que a aceleração era constante durante a colisão. Nessa situação hipotética, a força que o cinto de segurança exerceu sobre o motorista foi de -725.000 N.

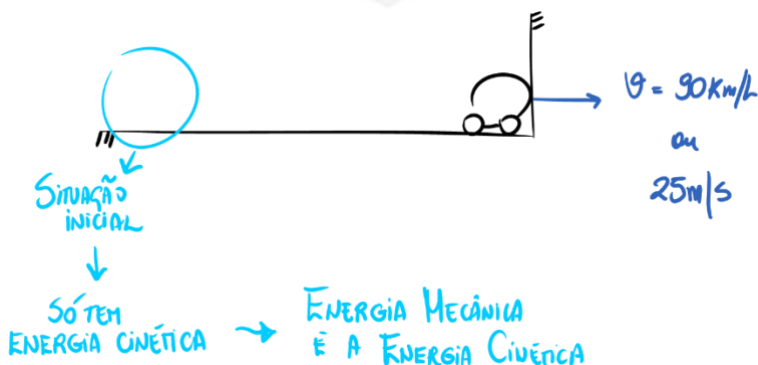


Resolução

Esquemmatizando a questão, nós temos o seguinte:

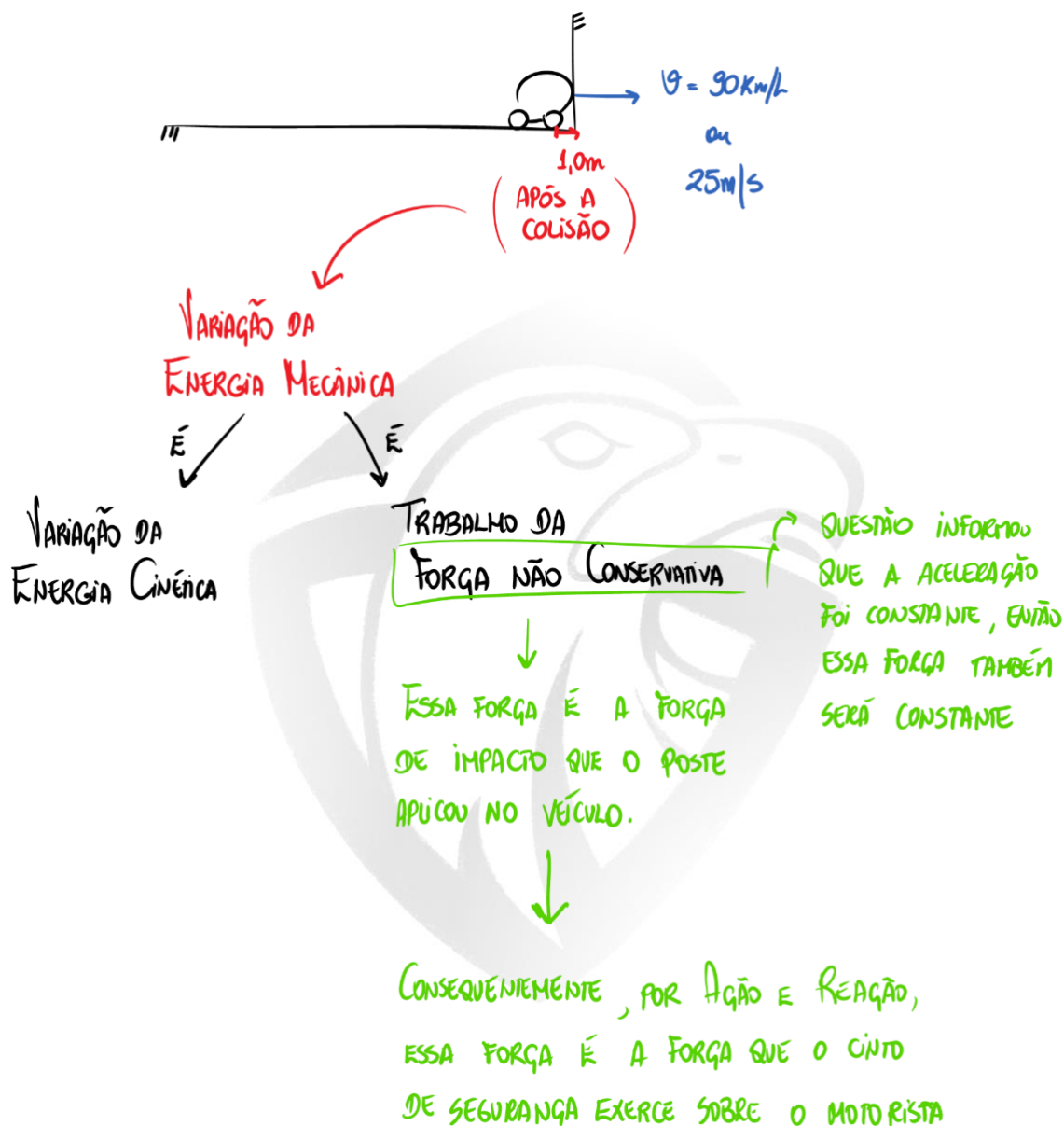


Inicialmente, o veículo tem a energia mecânica como sendo a sua energia cinética.



No momento da colisão, a velocidade era de 90 km/h que é igual a 25 m/s.

Durante a colisão, o veículo movimento por 1 metro. Isso já implica a realização de trabalho por uma força externa (força de impacto) que é responsável por parar o veículo (dissipar a energia cinética até zero por meio do trabalho dessa força não conservativa).



Diante disso, podemos estabelecer a seguinte relação:

$$\underbrace{\text{VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA}}_{E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}}} = \underbrace{\text{TRABALHO DA FORÇA NÃO CONSERVATIVA}}_{\sum F_{\text{NC}}}$$

Com isso, podemos calcular qual foi a força que o cinto aplicou no motorista.

$$\underbrace{\text{VARIAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA}}_{E_{c_{\text{final}}} - E_{c_{\text{inicial}}}} = \underbrace{\text{TRABALHO DA FORÇA NÃO CONSERVATIVA}}_{\sum F_{\text{NC}}}$$

$$- \frac{m v^2}{2} = F \cdot d$$

$$- \frac{100 \cdot 25^2}{2} = F \cdot 1$$

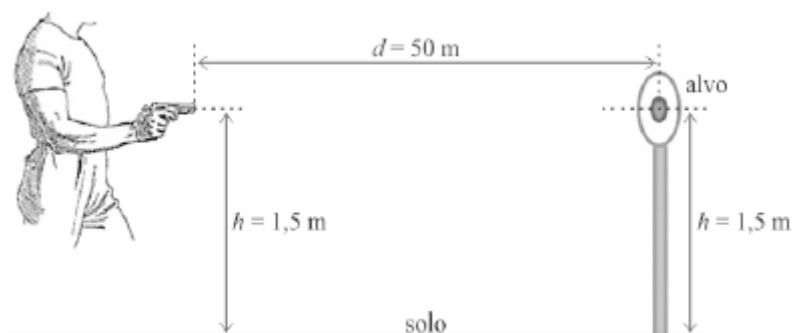
$$F = -31.250 \text{ N}$$

A força que o cinto aplica no motorista está no sentido contrário ao movimento, então será negativa.

Gabarito: Errado.

09 (CEBRASPE | 2019 | PRF)

A figura seguinte ilustra uma prova de tiro ao alvo com arma de fogo: o alvo é um círculo de 20 cm de diâmetro e está localizado a 50 m da extremidade do cano da arma. O cano da arma e o centro do alvo estão à altura de 1,5 m do solo.



Nessa situação, um projétil de massa igual a 15 g sai do cano da arma paralelamente ao solo, com velocidade horizontal inicial de 720 km/h.

Tendo como referência a situação apresentada, julgue o item a seguir, considerando que a aceleração da gravidade seja de $9,8 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito do ar sobre o projétil.

Se o alvo fosse retirado da direção do projétil, então o trabalho realizado pela força gravitacional para levar o projétil até o solo seria superior a 0,10 J.


Resolução

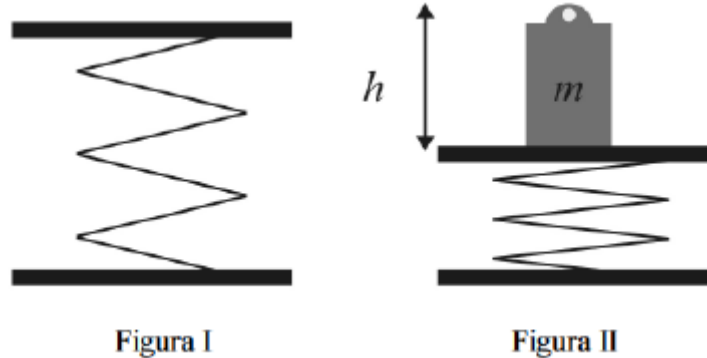
O trabalho da força gravitacional é a energia potencial gravitacional. Podemos calcular da seguinte forma:

$$E_{pg} = mgh$$

$$E_{pg} = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 \cdot 1,5$$

$$E_{pg} = 0,2205 \text{ J}$$

Gabarito: Certo.

010 (????????|20??)


A figura I mostra uma mola ideal de constante elástica K . Um bloco de massa m foi colocado sobre a mola e provocou uma deformação máxima igual a h , decorrente da ação da força peso sobre a mola, conforme ilustrado na figura II. Em seguida o sistema entrou em movimento harmônico simples.

Considerando a gravidade g e que não há perdas no sistema, assinale a opção que apresenta a energia mecânica total E da massa em qualquer instante durante o movimento harmônico ideal.

- a) $E = Kh^2$
- b) $E = \frac{mh^2}{2}$
- c) $E = mgh$
- d) $E = mgh - \frac{Kh^2}{2}$
- e) $E = mgh + \frac{Kh^2}{2}$


Resolução

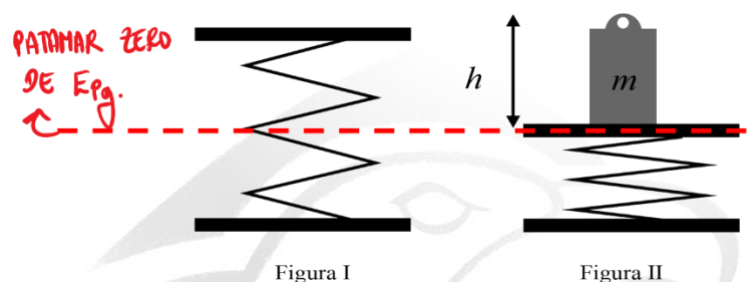
O movimento harmônico da mola da qual a questão se refere é o movimento de compressão e distensão da mola sem perdas de energias. Durante todo o movimento, temos a conservação da energia mecânica.

A questão não é simples. Precisamos fazer duas análises para que a gente possa explorar ao máximo todas as informações que a banca exigiu do candidato.

1ª análise)

Vou mostrar para você um raciocínio em que poderia ser a resposta, mas que não está presente em nenhuma das alternativas.

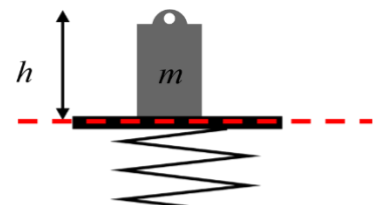
Tudo começa com a definição do patamar zero da Energia Potencial Gravitacional. Vamos definir como sendo a posição mais baixa em que o sistema massa e mola alcança.



Diante disso, vamos avaliar como se comporta a energia mecânica do sistema, o qual vai envolver a energia cinética e as energias potenciais gravitacional e elástica.

Conforme a figura ao lado, você pode perceber claramente que a energia cinética e a potencial gravitacional serão nulas. Portanto a Energia Mecânica do Sistema é expressa somente pela a Energia Potencial Elástica adquirida pela mola. Essa expressão poderia ser a resposta, porém não está expressa em nenhuma das alternativas.

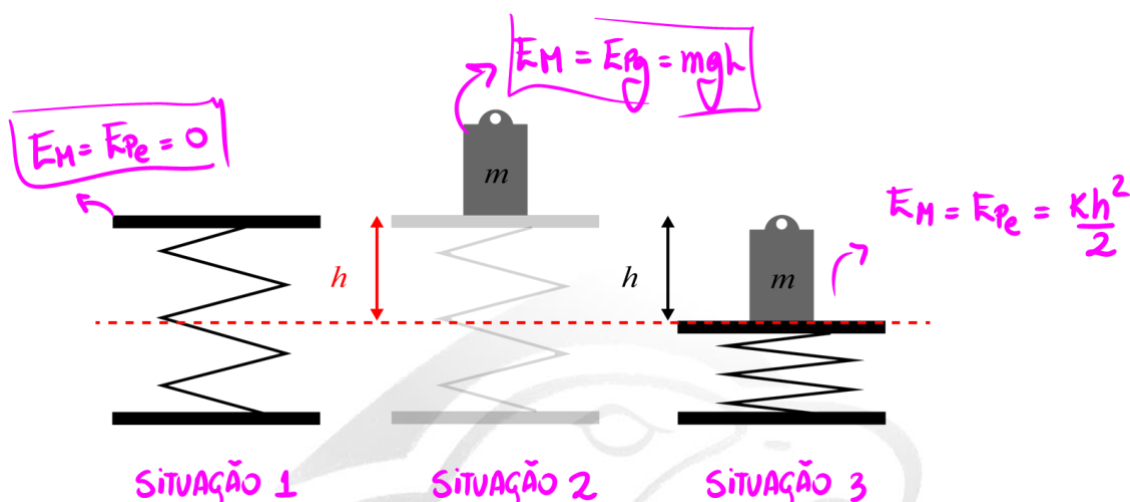
Isso nos mostra que a questão realmente é fora da curva. Vamos aplicar o próximo raciocínio para encontrar a resposta.



$$\begin{aligned}
 E_c &= 0 \\
 E_{pg} &= 0 \\
 E_{pe} &= \frac{kh^2}{2} \\
 \hline
 E_M &= \frac{kh^2}{2}
 \end{aligned}$$

2ª análise)

Vamos adotar uma nova visão sobre a questão. Perceba o seguinte passo a passo conforme o esquema a seguir:



Situação 1: Antes de colocar a massa na mola, a energia potencial elástica era nula. Essa era a energia mecânica do sistema. Energia Mecânica nula.

Situação 2: Quando colocamos a massa no ponto de contato com a mola, a massa possui energia potencial gravitacional que será acrescentado ao sistema. A energia mecânica é a energia potencial gravitacional.

Situação 3: A mola é totalmente comprimida, chegando ao patamar zero da energia potencial gravitacional, ou seja, resta somente energia potencial elástica. A energia cinética neste ponto é nula. Antes de chegar neste ponto, houve movimento (houve energia cinética), mas nesse trecho do movimento não nos interessa analisar (até porque nas alternativas não temos nenhuma expressão sobre velocidade).

Diante disso, observa-se que a energia mecânica pode também ser expressa simplesmente pela energia potencial gravitacional.

$$E_M = E_g = mgh$$

Gabarito: Letra C.



CONCURSEIRO QUE PRETENDE SER POLICIAL NÃO FAZ RATEIO

Todo o material desta apostila (textos e imagens) está protegido por direitos autorais do Profissão Policial Concursos de acordo com a Lei 9.610/1998. Será proibida toda forma de cópia, plágio, reprodução ou qualquer outra forma de uso, não autorizada expressamente, seja ela onerosa ou não, sujeitando-se o transgressor às penalidades previstas civil e criminalmente.