

Dinâmica

Assunto: Trabalho e Energia

Aula 02 – Trabalho da força Peso e da força Elástica

Para acompanhar esta aula em vídeo, vá na aba Aulas e clique em Dinâmica – [aula 02](#)

Trabalho da Força Peso

Considere um corpo que se desloca do nível horizontal A ao nível horizontal B nas duas situações a seguir, **Figura 1** e **Figura 2**. Sendo h o desnível entre A e B, determinemos o trabalho τ_P , realizado pelo peso P , desse corpo nesses deslocamentos:

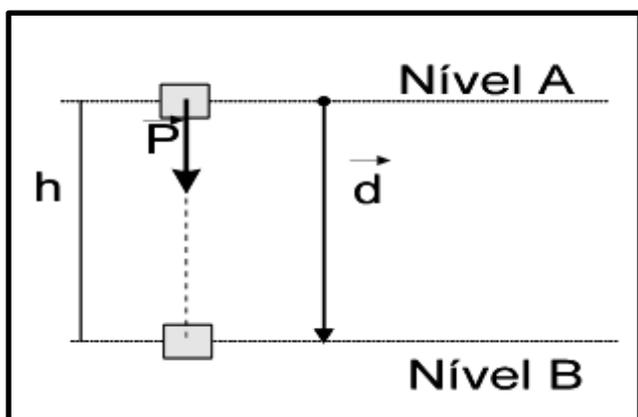


Figura 1

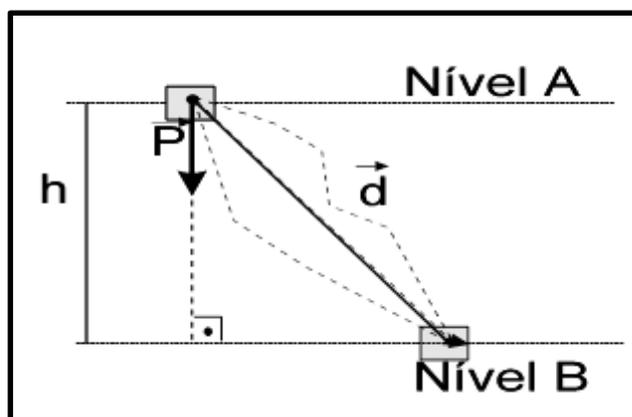


Figura 2

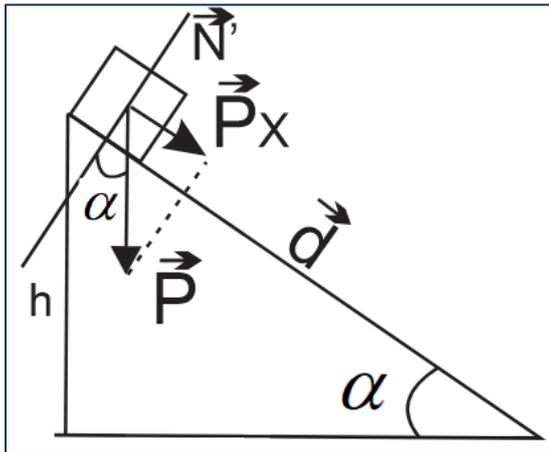
No primeiro caso **Figura 1** determinar o trabalho realizado pela força Peso é bem simples, uma vez que o peso agirá na mesma direção e sentido do movimento de queda. Portanto o ângulo entre a força peso e a direção do movimento será de 0° . Sendo assim teremos:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha \quad \rightarrow \quad F = P = m \cdot g \quad \rightarrow \quad d = h \quad \rightarrow \quad \cos 0^\circ = 1$$

$$\tau = m \cdot g \cdot h$$

Trabalho na trajetória 1

Já no segundo caso, **Figura 2**, vamos determinar o trabalho da força Peso para levar o corpo do nível A ao nível B, sobre o plano inclinado. Para ficar mais claro, irei representar o esquema na Figura 3. Para isso iremos precisar de conhecimento de plano inclinado que foi dado na [aula 02 de Dinâmica](#).



Observe na **Figura 4** que é a componente do Peso P_x que executará o trabalho para arrastar o corpo plano abaixo. Como P_x age na mesma direção e sentido do escorregamento então teremos:

$$\tau = P_x \cdot d \rightarrow P_x = P \cdot \text{sen } \alpha$$

$$\tau = P \cdot \text{sen } \alpha \cdot d \rightarrow \tau = m \cdot g \cdot d \cdot \text{sen } \alpha$$

Observe na linha acima que $d \cdot \text{sen } \alpha = h$

Figura 4

Sendo assim podemos falar que o trabalho da força peso para trazer o corpo do nível A ao nível B pelo plano inclinado vale:

$$\tau = m \cdot g \cdot h \quad \text{Trabalho na trajetória 2}$$

Veja que tanto faz, o trabalho da força Peso é igual tanto no caso 1, quando o corpo cai em queda livre, quanto no caso 2, quando o corpo desce o plano inclinado. Quando o trabalho da força não depende da trajetória, que é o caso, dizemos que a força é uma **força conservativa**.

Força conservativa é a força cujo trabalho não depende da trajetória.

São consideradas forças conservativas as forças Peso, a força elástica (de uma mola por exemplo) e a força elétrica que será estudada no 3º ensino médio.

O pontilhado na **Figura 2** mostra que em qualquer trajetória que o corpo descer do nível A para o nível B, o trabalho da força Peso será o mesmo. Então por exemplo, um garoto que desce um tobogã, para se determinar o valor do trabalho que a força Peso irá produzir será dado apenas por $m \cdot g \cdot h$. (massa x aceleração da gravidade x altura de queda)

Obs. Se o corpo estiver subindo, o trabalho do peso será negativo, pois estará agindo contra do movimento do corpo. Já se o corpo estiver descendo, o trabalho do peso será positivo, pois estará agindo a favor do movimento do corpo.

Exercício de aprendizagem:

- 1) Você lança um corpo de massa 2 kg verticalmente para cima e ele atinge uma altura máxima de 5 m. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:
 - a) qual foi o trabalho da força peso na subida;
 - b) qual foi o trabalho da força peso na descida;
 - c) qual foi o trabalho total.

Trabalho realizado por uma força elástica

Quando aplicamos a uma mola uma força F , provocando na mesma uma determinada deformação x , verificamos que a intensidade da força é diretamente proporcional à deformação provocada.

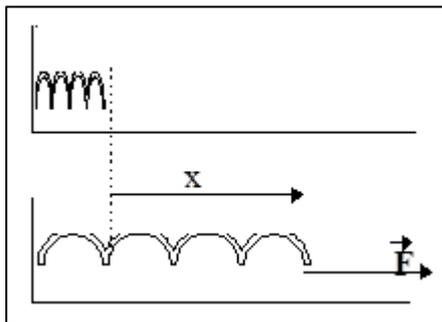


Figura 5

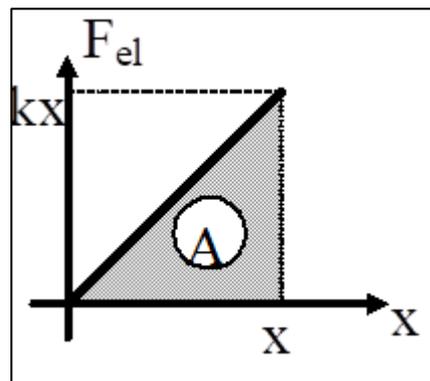


Figura 6

Na **Figura 5** vemos uma mola não deformada e depois ela deformada de x , que é a deformação da mola medida a partir da situação sem deformação.

Como já vimos na Lei de Hooke, a intensidade da força é diretamente proporcional à deformação da mola $F = k \cdot x$ onde k é a constante elástica da mola. Para obtermos o trabalho realizado pela força elástica da mola, recorreremos ao gráfico força \times deslocamento (**Figura 5**). Como a área é numericamente igual ao trabalho teremos:

$$A = \tau \rightarrow \text{mas } A = \frac{b.h}{2} = \frac{x.kx}{2} = \frac{k.x^2}{2}$$

Conclusão: O trabalho realizado pela força elástica é dado por:

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

Obs. Fique atento que o valor de “x” equivale ao deslocamento que a mola sofreu. Porém esse deslocamento poderá ser positivo ou negativo. E a força também poderá ser positiva ou negativa, dependendo se a força é motora, a favor do movimento, ou de restauração, contra o movimento. Portanto o trabalho da força elástica poderá ser positivo ou negativo, dependendo se a força é motora ou restauradora. Sendo assim podemos escrever a fórmula de trabalho da força elástica como sendo: [\(veja uma animação desta explicação a partir de 12' da aula 02 em vídeo\)](#)

$$\tau = \pm \frac{kx^2}{2}$$

Exercício de aprendizagem:

2) Uma mola, deformada de 10cm, está submetida à ação de uma força de intensidade 50N. Qual é o valor do trabalho, em módulo, para provocar essa deformação na mola.

Exercícios de Fixação:

1) Uma pessoa levanta uma criança de massa igual a 2 kg a uma altura de 2 m, com velocidade constante. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:

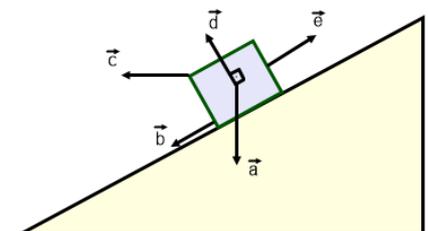
- a) o trabalho realizado pela força peso;
- b) o trabalho realizado pela pessoa.

2) Uma pessoa de massa M transporta, presa às suas costas, uma mochila de massa m . Deve subir ao primeiro andar de um prédio, o qual fica à altura h do térreo. Pode ir pela escada ou tomar o elevador.

- a) Calcule, para cada uma dessas opções, o trabalho realizado pela pessoa sobre a mochila.
- b) Explique por que a pessoa se cansará menos se tomar o elevador.

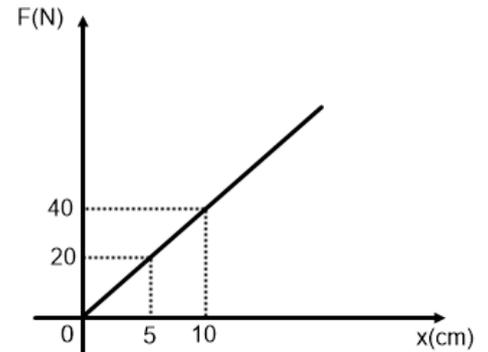
3) (Unifor-CE) Um corpo se desloca ao longo de um plano inclinado, sujeito às forças **a**, **b**, **c**, **d** e **e**. Qual a única força que não realiza trabalho nesse deslocamento.

- a) **a** b) **b** c) **c** d) **d** e) **e**



4) O comprimento de uma mola não-deformada é 30 cm. A constante elástica da mola é 80 N/m. Determine o trabalho realizado por uma força que distende a mola até que seu comprimento se torne 50 cm.

5) Uma mola helicoidal é submetida a ensaio de tração. O diagrama representa a intensidade da força tensora F em função da distensão x . Calcule o módulo do trabalho realizado pela força F na distensão de 5 cm a 10 cm.



Respostas:

Exercícios de aprendizagem:

1) a) $\tau = 100 \text{ J}$ b) $\tau = 100 \text{ J}$ c) $\tau = 0$ (nulo) 2) $\tau_{fat} = 2,5 \text{ J}$

Exercícios de Fixação:

1) a) -500 J b) 500 J 2) a) Nos dois casos será igual ao trabalho do peso mgh . b) Pela escada além da mochila a pessoa terá que carregar também seu próprio corpo. No elevador ela irá realizar o trabalho para carregar apenas a mochila pois o elevador levará o corpo dela. 3) d 4) $1,6 \text{ J}$
5) $1,5 \text{ J}$ (Verifique que tem 2 pegadinhas. Primeiro a área do trapézio de 5 a 10 cm e depois o cm. Você tem que passar para o sistema internacional ou seja, m.)