Aula 4

Mecânica

Dinâmica

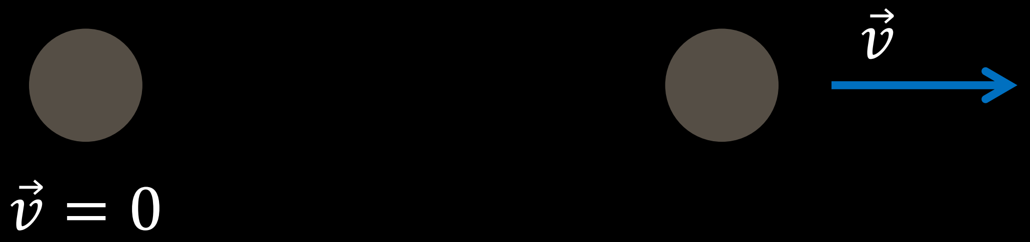
Física Aplicada à Farmácia

Prof. Henrique A. M. Faria

As leis de Newton

1ª Lei – Lei da inércia

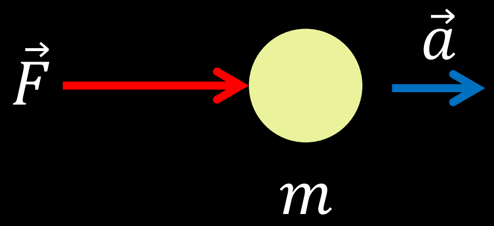
"Todo corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a não ser que sobre ele aja uma força externa."



As leis de Newton

2ª Lei

"A força aplicada sobre um corpo de massa constante é proporcional ao produto de sua massa pela aceleração nele produzida."

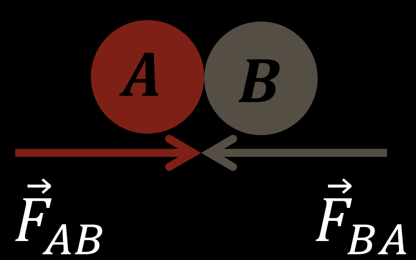


$$\vec{F} = m\vec{a}$$

As leis de Newton

3ª Lei – Ação e reação

"A ação de uma força exercida por um corpo (A) sobre um outro corpo (B) corresponde a uma força contrária de reação, de mesma intensidade e direção, exercida pelo segundo corpo (B) em (A)."



$$\vec{F}_{AB} = \vec{F}_{BA}$$

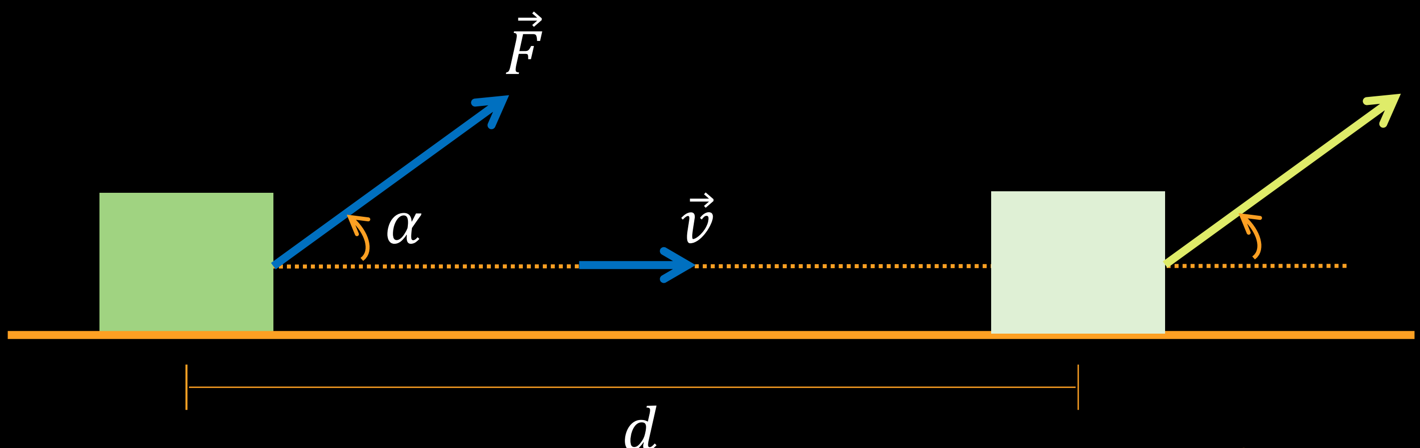
Trabalho produzido por uma força constante

- O trabalho ($\boldsymbol{W}$) realizado por uma força ($\boldsymbol{F}$) constante sobre uma partícula ou um corpo em movimento retilíneo no sentido dessa força é o produto do módulo da força pelo deslocamento;

- Somente a componente da força na direção do movimento realiza trabalho.

Trabalho produzido por uma força constante

$$\boldsymbol{W = F(cos\alpha)d} \qquad [N.m] = [J]$$



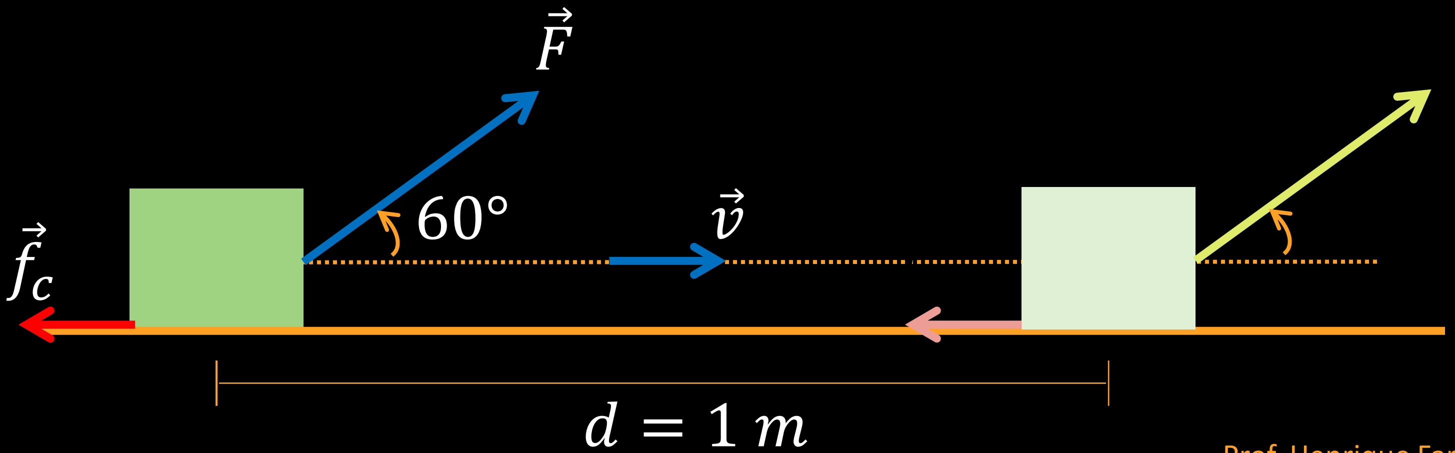
Exemplo 9.2

Um bloco se desloca sob a ação da força de módulo $F = 6\ N$ e da força de atrito de módulo $f_C = 2\ N$, como indica a figura. Calcule:

a) O trabalho realizado pela força F;

b) O trabalho realizado pela força de atrito f_C;

c) O trabalho total realizado sobre o bloco.



Exemplo 9.2

a) O trabalho realizado pela força F:

$$W_F = F(cos60)d = 6(cos60)1 = \mathbf{3\ J}$$

b) O trabalho realizado pela força de atrito f_C:

A direção da força de atrito faz um ângulo de 180º com a direção do movimento.

$$W_{fc} = f_C(cos180)d = 2(-1)1 = -\mathbf{2\ J}$$

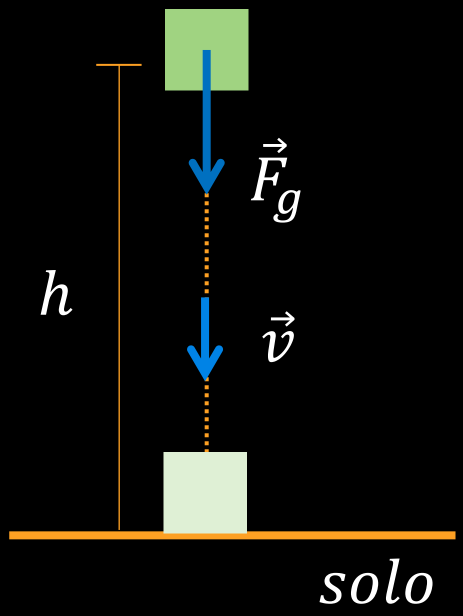
c) O trabalho total realizado sobre o bloco:

Será a soma do trabalho realizado pelas força atuantes:

$$W_{Total} = W_F + W_{fc} = 3 + (-2) = \mathbf{1\ J}$$

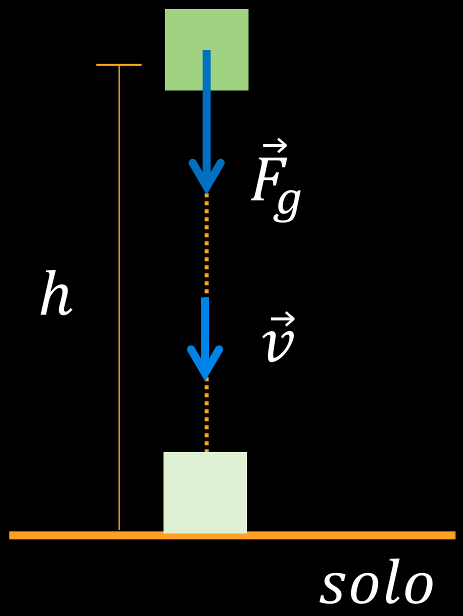
Exemplo 9.4

Um corpo de massa $m = 1{,}0\ Kg$ é abandonado de uma altura $h = 10\ m$. Calcule o trabalho realizado pela força peso ($\vec{F}_g = m\vec{g}$) sobre esse bloco até que atinja o solo. Considere $g = 9{,}8\ m/s^2$.



Exemplo 9.4

Um corpo de massa $m = 1{,}0\ Kg$ é abandonado de uma altura $h = 10\ m$. Calcule o trabalho realizado pela força peso ($\vec{F}_g = m\vec{g}$) sobre esse bloco até que atinja o solo. Considere $g = 9{,}8\ m/s^2$.



$$W_F = F(cos\alpha)d$$

$Como$ o ângulo $\boldsymbol{\alpha}$ $entre\ a\ força$ $e\ o\ deslocamento$ é $zero$:

$$W_F = mg(cos0)h = mgh$$

$$\boldsymbol{W_F} = 1{,}0\ x\ 9{,}8\ x\ 10 = \mathbf{98\ J}$$

Potência

- Duas pessoas realizam trabalho ($\boldsymbol{W}$) ao levantar caixas idênticas do solo e colocá-las em uma prateleira;
- Aquela que realiza esse trabalho com mais rapidez tem maior potência;
- Define-se a potência constante $\boldsymbol{P}$ como a taxa de variação do trabalho ($\boldsymbol{W}$) em um intervalo de tempo ($\Delta \boldsymbol{t}$).

$$\boldsymbol{P} = \frac{\boldsymbol{W}}{\Delta \boldsymbol{t}} \qquad [J/s] = [W] \ (watt)$$

Energia Cinética

- Energia que um corpo ou sistema apresenta devido ao seu movimento;
- Para um corpo em translação pode ser expressa como:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad [J]$$

K : energia cinética;
m: massa do corpo ou sistema;
v: velocidade.

Exemplo 9.6

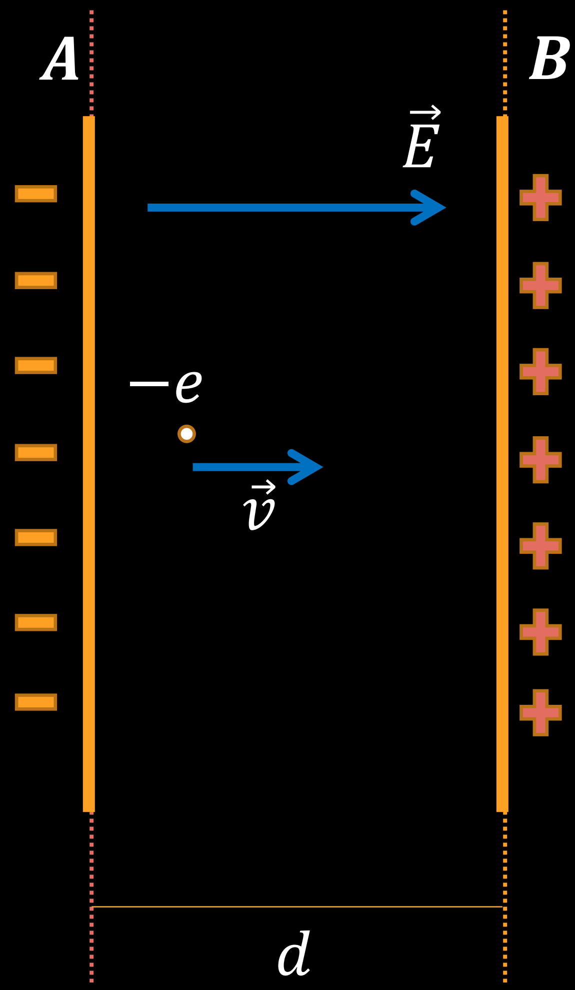
Considere o campo elétrico uniforme criado por duas placas planas paralelas e infinitas, conforme a Figura. As placas estão separadas por uma distância $\boldsymbol{d}$.

a) Qual o trabalho realizado pela força elétrica (F) que age sobre um elétron, quando este atravessa o campo de A para B? Considere a força elétrica como sendo o produto da carga elementar do elétron ($\boldsymbol{e}$) pelo campo elétrico $\boldsymbol{E}$.

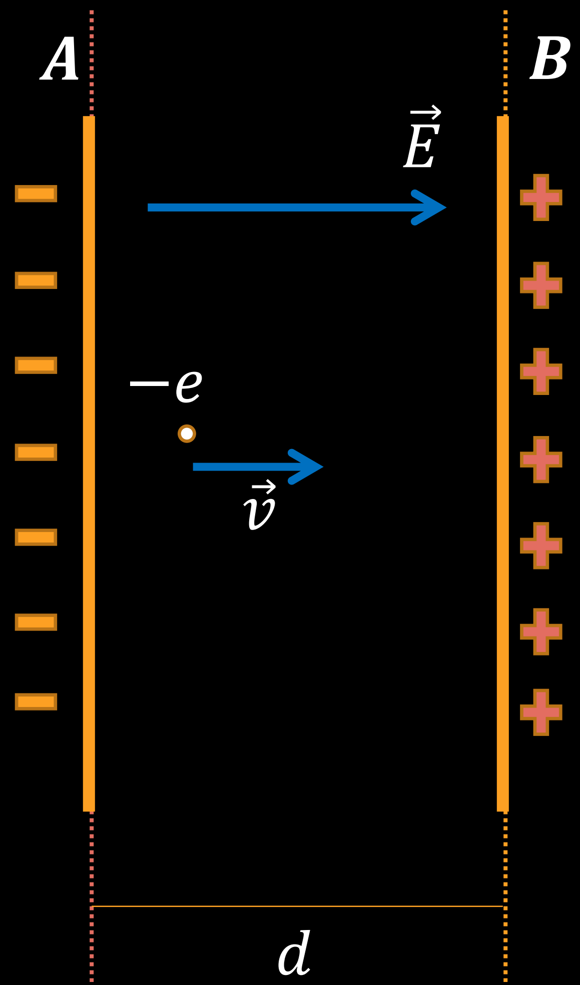
$$\boldsymbol{F = eE}$$

b) Se o elétron leva $\boldsymbol{1\ \mu s}$ para percorrer a distância $\boldsymbol{d = 2\ \mu m}$ qual a sua energia cinética? Dado $\boldsymbol{m_e = 9,11.10^{-31}\ kg}$.

Exemplo 9.6



Exemplo 9.6

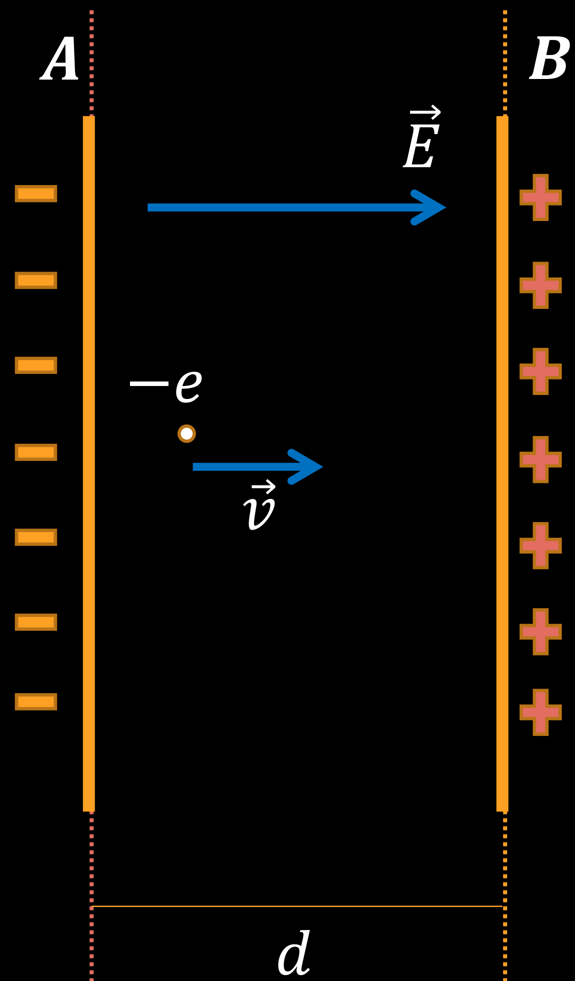


a) Trabalho realizado pela força elétrica:

$$W = F(cos\alpha)d$$

$$W = eE(cos0)d \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{W = eEd}$$

Exemplo 9.6



a)Trabalho realizado pela força elétrica:

$$W = F(cos\alpha)d$$

$$W = eE(cos0)d \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{W = eEd}$$

b) Energia cinética:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

Mas, $v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{2\mu m}{1\mu s} = 2\, m/s$

$$K = \frac{1}{2}\ x\ 9{,}11.10^{-31}\ x\ 2^2$$

$$\boldsymbol{K = 18,22.10^{-31}}\ [J]$$

Energia Potencial

- A energia potencial pode ser definida como a energia capaz de realizar trabalho;
- Representa a energia armazenada em um corpo que pode ser convertida em energia cinética.
- **Afirmação válida quando não há dissipação de energia (Forças conservativas);**

Energia Potencial

- Na mecânica clássica a energia potencial pode ser definida como o trabalho para trazer o corpo ao ponto inicial de referência:

$$\Delta \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{if}} = -\boldsymbol{W}_{\boldsymbol{if}} \quad [J]$$

$$\Delta \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{if}} = \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{f}} - \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{i}}$$

Energia Potencial

- Na mecânica clássica a energia potencial pode ser definida como o trabalho para trazer o corpo ao ponto inicial de referência:

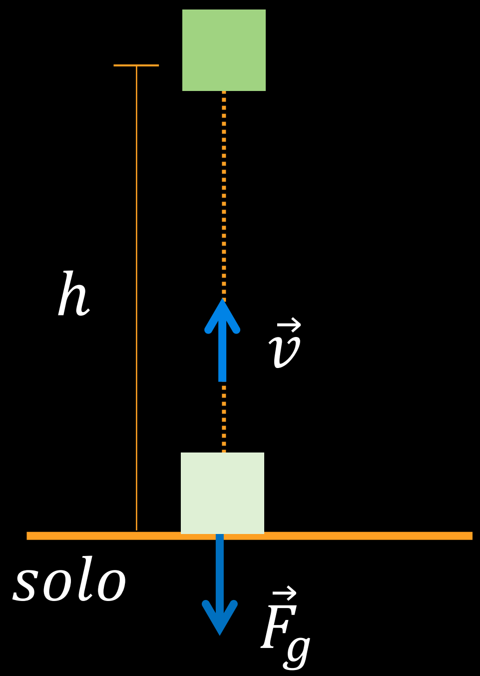
$$\Delta \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{if}} = -\boldsymbol{W}_{\boldsymbol{if}} \qquad [J]$$

$$\Delta \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{if}} = \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{f}} - \boldsymbol{U}_{\boldsymbol{i}}$$

$\boldsymbol{W}_{\boldsymbol{if}}$: Trabalho realizado do ponto $\boldsymbol{i}$ ao $\boldsymbol{f}$;
$\Delta\boldsymbol{U}_{\boldsymbol{if}}$: variação da energia potencial;
$\boldsymbol{U}_{\boldsymbol{f}}$: energia potencial final;
$\boldsymbol{U}_{\boldsymbol{i}}$: energia potencial inicial.

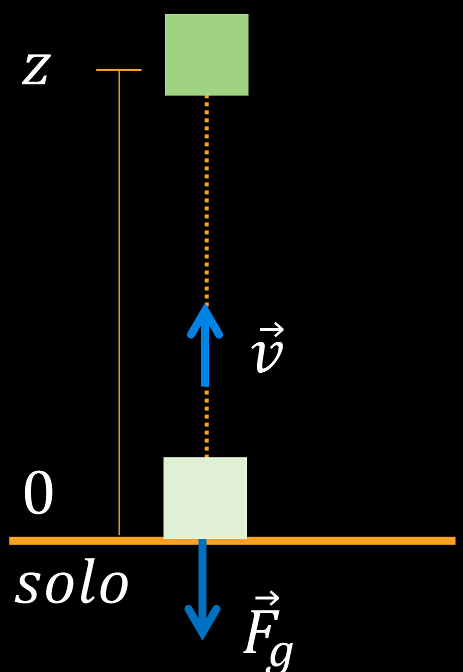
Exemplo 9.10

Calcule a energia potencial de uma caixa de massa $m = 10\ Kg$ que foi colocada em uma prateleira a altura $h = 1{,}0\ m$. Considere como única força atuante a força peso ($\vec{F}_g = m\vec{g}$), com $g = 9{,}8\ m/s^2$.



Exemplo 9.10

$m = 10\ Kg$
$z = 1{,}0\ m.$
$\vec{F}_g = m\vec{g}$
$g = 9{,}8\ m/s^2$



Solução

A caixa foi levantada do solo até a altura $\boldsymbol{z}$.

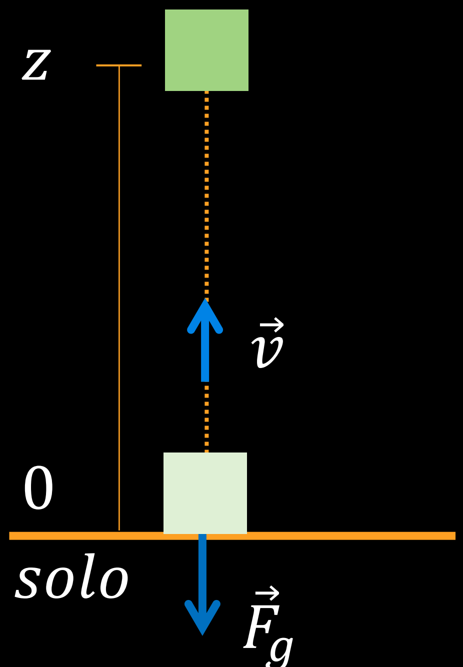
O trabalho realizado sobre ela pela força gravitacional será:

$$W_{0z} = F_g(cos\alpha)z = mg(cos180)z$$

$$W_{0z} = -mgz$$

Exemplo 9.10

$m = 10\ Kg$
$z = 1{,}0\ m.$
$\vec{F}_g = m\vec{g}$
$g = 9{,}8\ m/s^2$



Solução

A caixa foi levantada do solo até a altura $\boldsymbol{z}$.

O trabalho realizado sobre ela pela força gravitacional será:

$$W_{0z} = F_g(cos\alpha)z = mg(cos180)z$$

$$W_{0z} = -mgz$$

Sabendo que:

$$\Delta U_{0z} = -W_{0z} \quad \Longrightarrow \quad U_z - U_0 = -W_{0z}$$

$$U_z - 0 = -(-mgz) \quad \Longrightarrow \quad \boldsymbol{U_z = mgz}$$

$$\boldsymbol{U_z} = 10\ x\ 9{,}8\ x\ 1 = \boldsymbol{98\ J}$$

Prof. Henrique Faria

Teorema do trabalho-energia

- Um corpo de massa $\boldsymbol{m}$ ao se movimentar a partir de uma velocidade inicial ($\boldsymbol{v_i}$), devido a uma força constante, atingirá uma velocidade final ($\boldsymbol{v_f}$);
- Nesse caso o trabalho realizado sobre o corpo é igual à variação da energia cinética:

$$\boldsymbol{W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2} \quad [J]$$

Exemplo 2 – Paraquedismo de animais

Alguns animais, como o sapo voador de Bornéu experimentam um movimento de voo que segue uma trajetória descendente vertical, mas devido ao seu formato corporal oferecem considerável resistência ao ar.

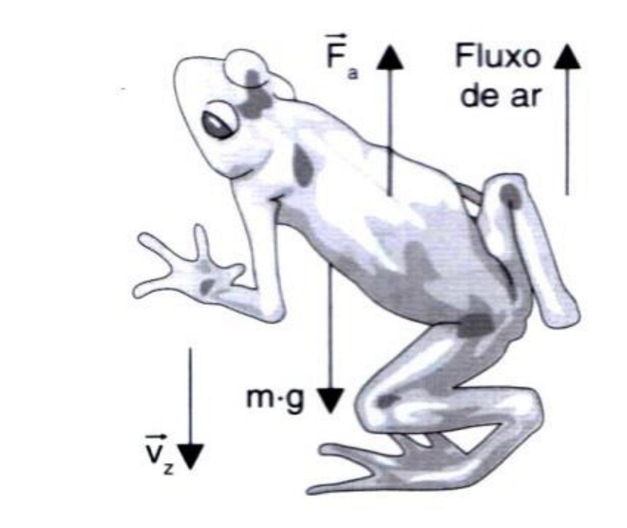


FIGURA 3.7

Sapo voador de Bornéu, realizando um movimento de paraquedas na direção z.

Fonte: Duran, Pearson, 2011, p. 73.

Exemplo 2 – Paraquedismo de animais

Alguns animais, como o sapo voador de Bornéu experimentam um movimento de voo que segue uma trajetória descendente vertical, mas devido ao seu formato corporal oferecem considerável resistência ao ar.

Esse movimento conhecido como paraquedismo apresenta uma força de arraste $\vec{F}_a = kv^{\beta}$ sendo $k = \alpha\eta\rho\mathrm{A}$ em que (α, constante; η, viscosidade do ar, ρ, densidade e A, área perpendicular ao movimento. Para velocidade v pequena, $\beta = 1$.

Encontrar as expressões para velocidade e aceleração na queda.

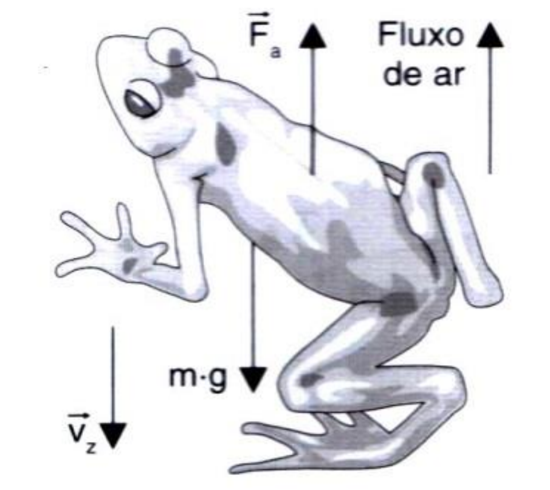


FIGURA 3.7

Sapo voador de Bornéu, realizando um movimento de paraquedas na direção z.

Fonte: Duran, Pearson, 2011, p. 73.

Exemplo 2 – Solução

$\vec{F}_a = kv^1$ sendo: $(\mathrm{k} = \alpha\eta\rho\mathrm{A})$

$\boldsymbol{v}(\mathrm{t}) = ?$ $\boldsymbol{a}(\mathrm{t}) = ?$

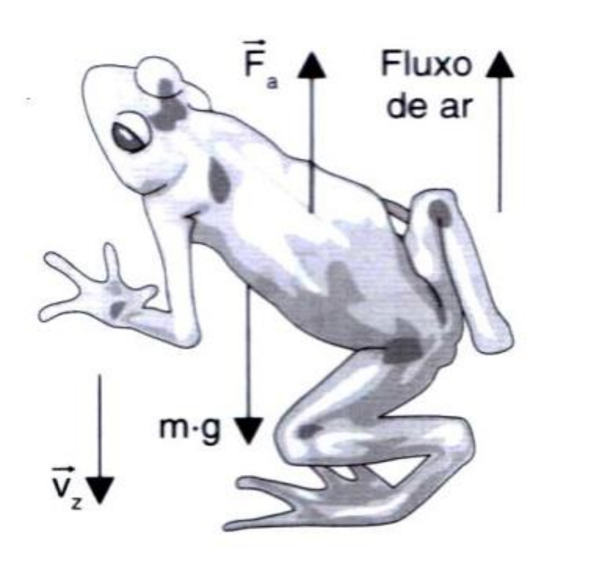


Tabela 6-1

Algumas Velocidades Terminais no Ar

Objeto	Velocidade Terminal (m/s)	Distância[a] para 95% (m)
Peso (do arremesso de peso)	145	2500
Paraquedista em queda livre (típico)	60	430
Bola de beisebol	42	210
Bola de tênis	31	115
Bola de basquete	20	47
Bola de pingue-pongue	9	10
Gota de chuva (raio = 1,5 mm)	7	6
Paraquedista (típico)	5	3

[a]Distância da queda necessária para atingir 95% da velocidade terminal.

Fonte: adaptado de Peter J. Brancazio, *Sport Science*, 1984, Simon & Schuster, New York.

Figura: Halliday, LTC, 9ª Ed, 2012.

Exercícios

- Acessar Lista 03 no site:

profhenriquefaria.com

Obrigado pela atenção!

E bons estudos.

Referências

Okuno, E. Caldas, I. L. Chow, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas.** São Paulo: Harbra, 1986. (Capítulo 9)