

Física I

Semana 07 - Aula 2

**Resistência de um fluido
e velocidade terminal**

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Força de resistência de fluido

- **Experiência:** colocar a mão para fora da janela de um carro que se move com alta velocidade.
- Ficará evidente a existência da resistência de um fluido.

Força de resistência de fluido

- **Experiência:** colocar a mão para fora da janela de um carro que se move com alta velocidade.
- Ficará evidente a existência da resistência de um fluido.
- O corpo que se move exerce uma força sobre o fluido para afastá-lo do seu caminho.
- Pela terceira lei de Newton, o fluido exerce sobre o corpo uma força igual e contrária.

Força de resistência de fluido

- A força da resistência de um fluido possui direção e sentido sempre contrários aos da velocidade do corpo em relação ao fluido.

Força de resistência de fluido

- A força da resistência de um fluido possui direção e sentido sempre contrários aos da velocidade do corpo em relação ao fluido.
- Para baixas velocidades, o módulo f da força da resistência de um fluido é aproximadamente proporcional à velocidade do corpo v .

Força de resistência de fluido

- A força da resistência de um fluido possui direção e sentido sempre contrários aos da velocidade do corpo em relação ao fluido.
- Para baixas velocidades, o módulo f da força da resistência de um fluido é aproximadamente proporcional à velocidade do corpo v .

$$f = kv$$

k : fator de proporcionalidade que depende da forma e do tamanho do corpo e das propriedades do fluido.

Força de resistência de fluido

- Quando o movimento ocorre no ar para velocidade de uma bola de tênis lançada ou para velocidades maiores que esta, a força é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade em vez de v .

Força de resistência de fluido

- Quando o movimento ocorre no ar para velocidade de uma bola de tênis lançada ou para velocidades maiores que esta, a força é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade em vez de v .
- Força chamada de arraste do ar, ou simplesmente arraste.

Força de resistência de fluido

- Quando o movimento ocorre no ar para velocidade de uma bola de tênis lançada ou para velocidades maiores que esta, a força é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade em vez de v .
- Força chamada de arraste do ar, ou simplesmente arraste.

$$f = Dv^2$$

D : depende da forma e do tamanho do corpo e da densidade do ar.

Força de resistência de fluido

- Devido aos efeitos da resistência do fluido, um objeto caindo em um fluido **não terá aceleração constante.**

Força de resistência de fluido

- Devido aos efeitos da resistência do fluido, um objeto caindo em um fluido **não terá aceleração constante**.
- **Não podemos** usar as fórmulas do movimento com aceleração constante.

Força de resistência de fluido

- Devido aos efeitos da resistência do fluido, um objeto caindo em um fluido **não terá aceleração constante.**
- **Não podemos** usar as fórmulas do movimento com aceleração constante.
- É necessário fazer nova solução aplicando a segunda lei de Newton.

Força de resistência de fluido

(a) Uma pedra caindo na água.



Figura 5.24 Uma pedra que cai em um fluido (água).

Fonte: Sears e Zemansky

Força de resistênciã de fluido

(a) Uma pedra cãindo na água.



(b) Diagramã do corpo livre para a pedra na água.

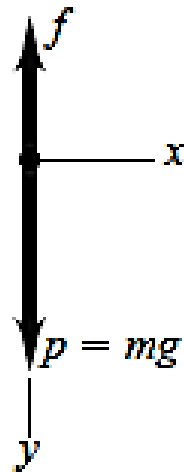


Figura 5.24 Uma pedra que cai em um fluido (água).

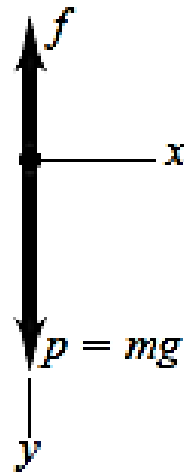
Fonte: Sears e Zemansky

Força de resistênciã de fluido

(a) Uma pedra cãindo na água.



(b) Diagramã do corpo livre para a pedra na água.



$$\sum F_y = mg + (-kv_y) = ma_y$$

Figura 5.24 Uma pedra que cai em um fluido (água).

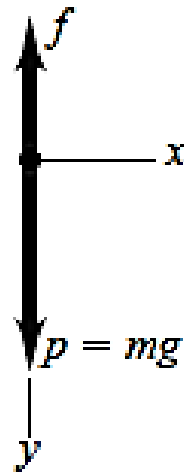
Fonte: Sears e Zemansky

Força de resistêcia de fluido

(a) Uma pedra caindo na água.



(b) Diagrama do corpo livre para a pedra na água.



$$\sum F_y = mg + (-kv_y) = ma_y$$

Quando a Força resistiva se torna igual ao peso:

$$mg = kv_y$$

Figura 5.24 Uma pedra que cai em um fluido (água).

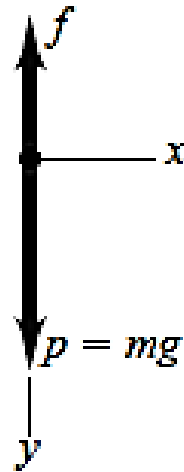
Fonte: Sears e Zemansky

Força de resistênciã de fluido

(a) Uma pedra cãindo na água.



(b) Diagramã do corpo livre para a pedra na água.



$$\sum F_y = mg + (-kv_y) = ma_y$$

Quando a Força resistiva se torna igual ao peso:

$$mg = kv_y$$

$$v_y = \frac{mg}{k}$$

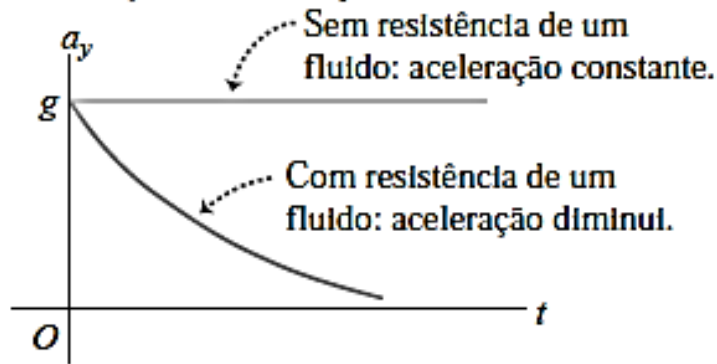
Velocidade terminal

Figura 5.24 Uma pedra que cai em um fluido (água).

Fonte: Sears e Zemansky

Objeto em movimento no fluido

Aceleração *versus* tempo.



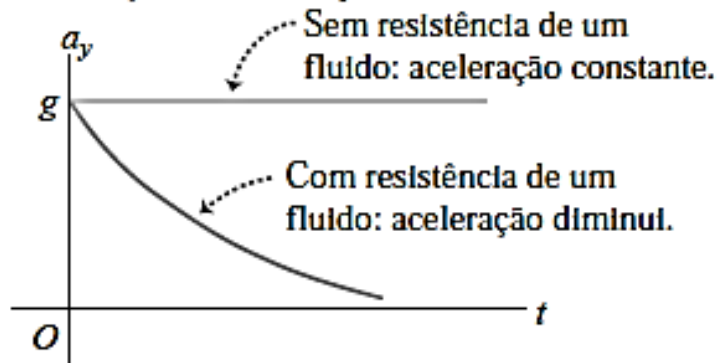
$$a_y = ge^{-(k/m)t}$$

Figura 5.25 Gráficos do movimento de um corpo que cai sem a resistência de um fluido e com a resistência de um fluido proporcionalmente à velocidade escalar.

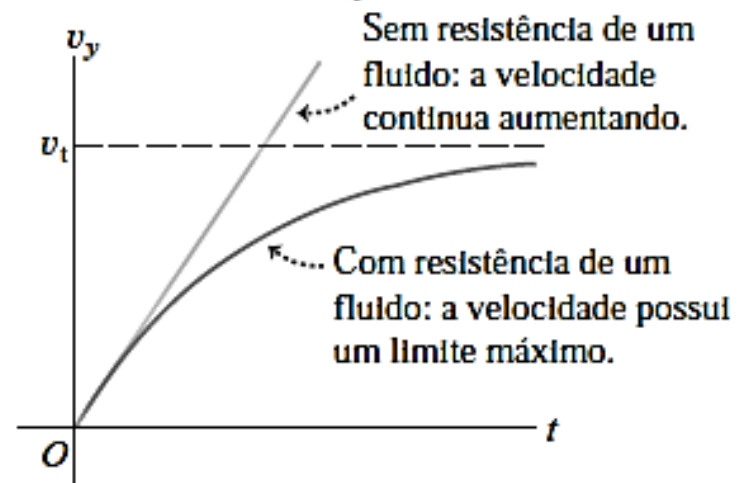
Fonte: Sears e Zemansky

Objeto em movimento no fluido

Aceleração *versus* tempo.



Velocidade *versus* tempo.



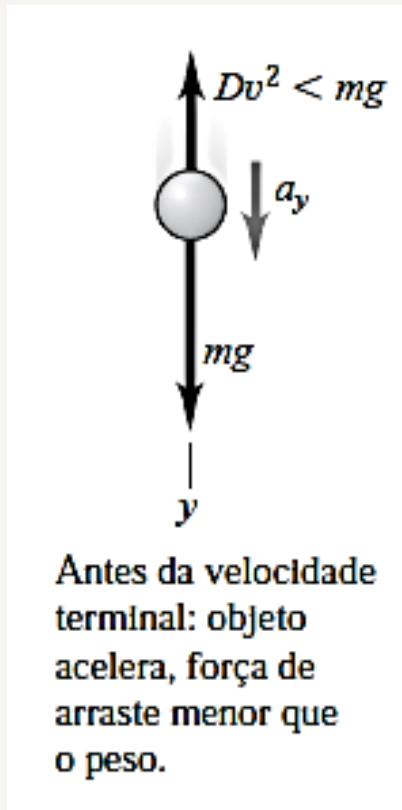
$$a_y = ge^{-(k/m)t}$$

$$v_y = v_t[1 - e^{-(k/m)t}]$$

Figura 5.25 Gráficos do movimento de um corpo que cai sem a resistência de um fluido e com a resistência de um fluido proporcionalmente à velocidade escalar.

Fonte: Sears e Zemansky

Objeto caindo no ar: força de arraste

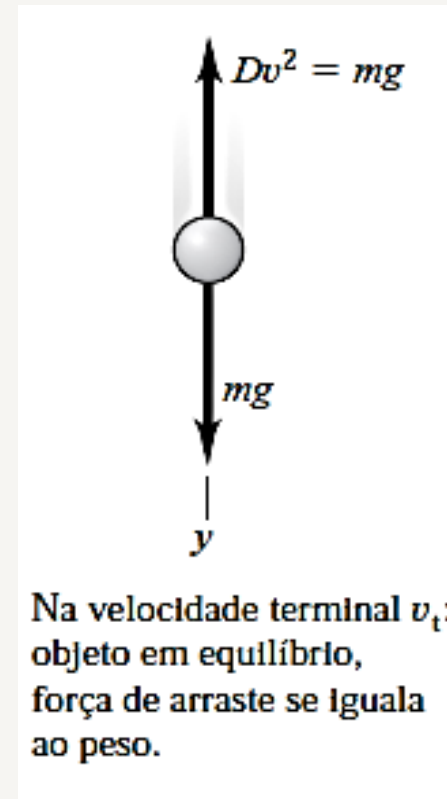
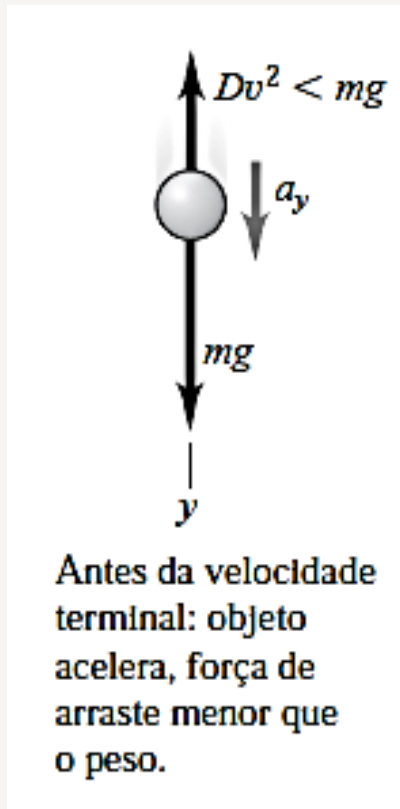


$$\sum F_y = mg + (-Dv^2) = ma_y$$

Figura 5.26 Arraste do ar e velocidade terminal.

Fonte: Sears e Zemansky

Objeto caindo no ar: força de arraste



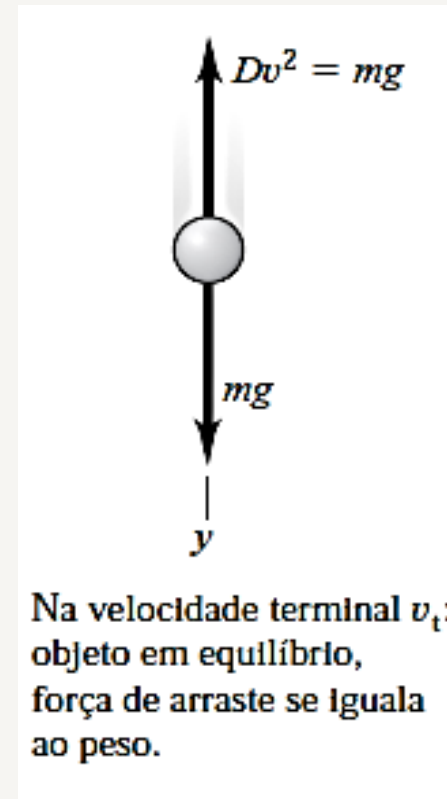
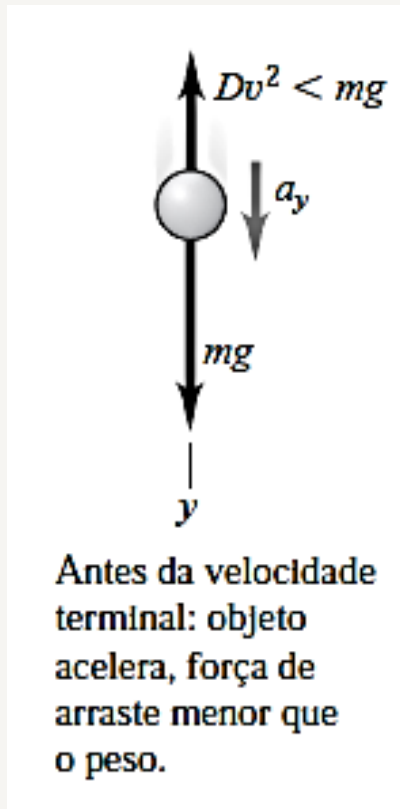
$$\sum F_y = mg + (-Dv^2) = ma_y$$

$$mg = Dv^2$$

Figura 5.26 Arraste do ar e velocidade terminal.

Fonte: Sears e Zemansky

Objeto caindo no ar: força de arraste



$$\sum F_y = mg + (-Dv^2) = ma_y$$

$$mg = Dv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

Figura 5.26 Arraste do ar e velocidade terminal.

Fonte: Sears e Zemansky

Objeto caindo no ar: força de arraste

- Essa expressão da velocidade terminal explica por que um objeto mais pesado tende a cair com uma velocidade maior do que a de um objeto mais leve.

$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

Objeto caindo no ar: força de arraste

- Essa expressão da velocidade terminal explica por que um objeto mais pesado tende a cair com uma velocidade maior do que a de um objeto mais leve.

$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

- Uma folha de papel cai mais rapidamente quando é amassada em forma de bola.
- A massa m é a mesma, porém, o tamanho menor produz um valor de D menor e uma velocidade terminal maior.

Exemplo 5.19

VELOCIDADE TERMINAL DE UM PÁRA-QUEDISTA Para um corpo humano caindo no ar em posição horizontal, o valor da constante D é aproximadamente igual a $0,25 \text{ kg/m}$. Considerando um pára-quedista de $50,0 \text{ kg}$, ache a sua velocidade terminal.



Exemplo 5.19

VELOCIDADE TERMINAL DE UM PÁRA-QUEDISTA Para um corpo humano caindo no ar em posição horizontal, o valor da constante D é aproximadamente igual a $0,25 \text{ kg/m}$. Considerando um pára-quedista de $50,0 \text{ kg}$, ache a sua velocidade terminal.



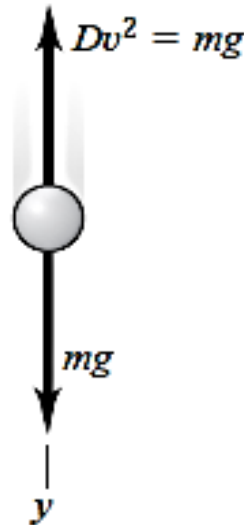
$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

Exemplo 5.19

VELOCIDADE TERMINAL DE UM PÁRA-QUEDISTA Para um corpo humano caindo no ar em posição horizontal, o valor da constante D é aproximadamente igual a $0,25 \text{ kg/m}$. Considerando um pára-quedista de $50,0 \text{ kg}$, ache a sua velocidade terminal.



$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$

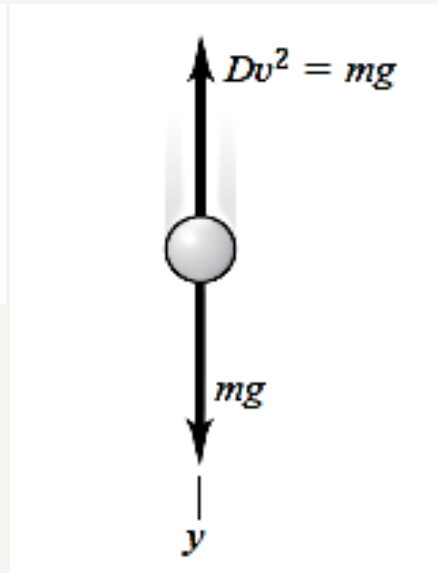


Exemplo 5.19

VELOCIDADE TERMINAL DE UM PÁRA-QUEDISTA Para um corpo humano caindo no ar em posição horizontal, o valor da constante D é aproximadamente igual a $0,25 \text{ kg/m}$. Considerando um pára-quedista de $50,0 \text{ kg}$, ache a sua velocidade terminal.



$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$



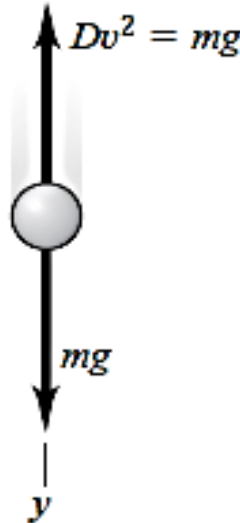
$$v = \sqrt{\frac{50 \times 9,8}{0,25}}$$

Exemplo 5.19

VELOCIDADE TERMINAL DE UM PÁRA-QUEDISTA Para um corpo humano caindo no ar em posição horizontal, o valor da constante D é aproximadamente igual a $0,25 \text{ kg/m}$. Considerando um pára-quedista de $50,0 \text{ kg}$, ache a sua velocidade terminal.



$$v = \sqrt{\frac{mg}{D}}$$



$$v = \sqrt{\frac{50 \times 9,8}{0,25}}$$

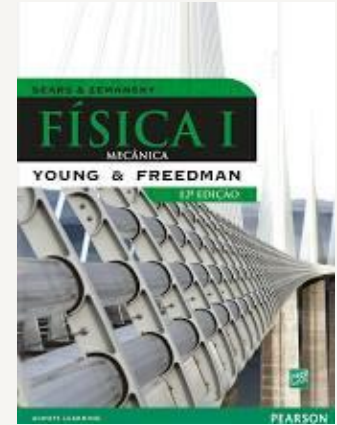
$$v = 44 \text{ m/s}$$

$$\cong 169 \text{ km/h}$$

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270>



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em:

<https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847>



Contatos



profhenriquefaria.com



henrique.faria@unesp.br