

Modelação de Sistemas Físicos

9ª aula Prática

Sumário:

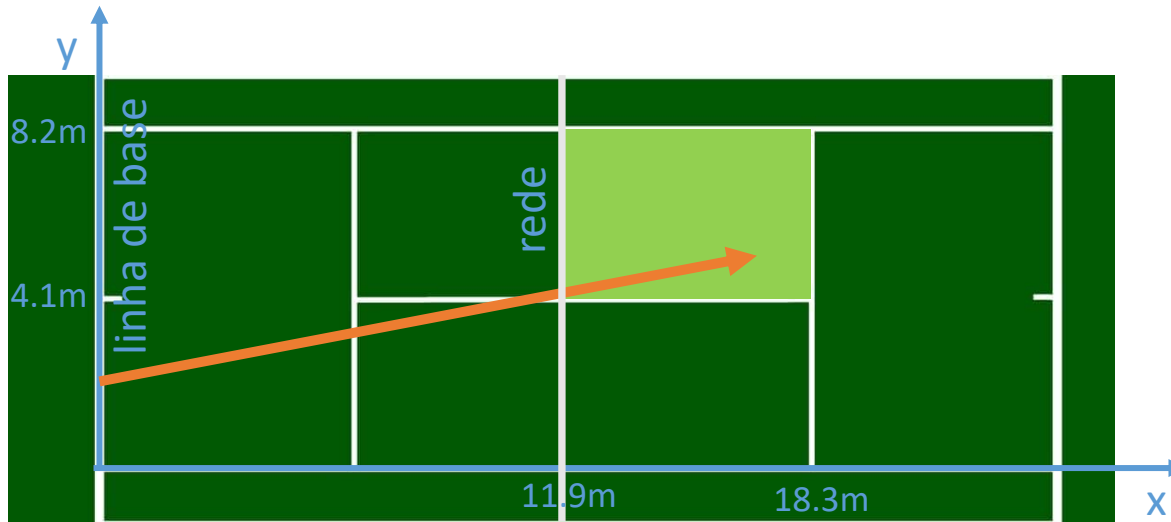
Realização e resolução de problemas sobre:

- Energia e movimento, integração numérica

Bibliografia:

Problema cap 5 Serviço de Tênis

Um jogador de tênis treina serviço, sacando a bola da linha de base diagonalmente para a sua frente, como ilustrado no diagrama.



O jogador saca a bola do ponto $(x, y, z) = (0, 2\text{m}, 3\text{m})$ com velocidade $(v_x, v_y, v_z) = (160\text{km/h}, 20\text{km/h}, -20\text{km/h})$.

O serviço é válido se a bola passa em cima da rede (posicionada a $x=11.9\text{m}$, com uma altura de 1m), e cai dentro da área de serviço, de 11.9m até 18.3m da linha de base, na metade do campo apostado ao ponto de serviço.

1. Determine o movimento da bola usando o método de Euler a 3D.

Considere a força de gravidade e a resistência do ar, com velocidade terminal $v_T = 120\text{km/h}$

2. Faça um gráfico da trajetória da bola de tênis. Em que ponto a bola cai no solo? O serviço é válido, sim ou não?

Pergunta 1:

Existe uma maneira de transformar este problema num problema 2D? Quais serão as vantagens e desvantagens?

Problemas cap 5 Serviço de Tênis

Um jogador de tênis treina serviço, sacando a bola da linha de base ($x=0\text{m}$) diagonalmente para a sua frente, como ilustrado no diagrama.

O jogador saca a bola do ponto $(x, y, z) = (0, 2\text{m}, 3\text{m})$ com velocidade $(v_x, v_y, v_z) = (160\text{km/h}, 20\text{km/h}, -20\text{km/h})$.



3. Calcule a energia mecânica de $t_0 = 0$ até o momento em que a bola bate no solo ($t_f \approx 0.4\text{ s}$).

4. Calcule o trabalho realizado pela força de resistência do ar até às posições nos três instantes $t_0 = 0$, $t_1 = 0.2\text{ s}$ e $t_2 = 0.4\text{ s}$.

$$W^{(res)} = \int_C \vec{F}_{res} \cdot \vec{v} dt = \int_{t_0}^{t_1} F_{res,x} v_x dt + \int_{t_0}^{t_1} F_{res,y} v_y dt + \int_{t_0}^{t_1} F_{res,z} v_z dt$$

Use a aproximação trapezoidal para calcular os integrais. A massa da bola é 57 g.

5. Calcule o trabalho realizado pela força de resistência do ar usando a conservação de energia

$$W^{(res)} = E_{c1} + E_{p1} - E_{c0} + E_{p0}$$

Problema cap 5 Bola de Ténis

Análise do erro

6. Nas mesmas condições do problema anterior, repete o calculo do trabalho realizado pela força de resistência do ar no instante $t_1 = 0.4$ s, pelos dois métodos, usando os seguintes valores de δt :
 $\{0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001\}$

Faça um plot em escala semilog do erro dos valores do trabalho calculado, em função de δt .

Pergunta 2:

Qual dos métodos, se algum, dá um valor mais preciso para o trabalho realizado?