

MODELAÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS

1º TESTE – Parte Cálculo Computacional-Numérico

22 de Março 2023, 16h30

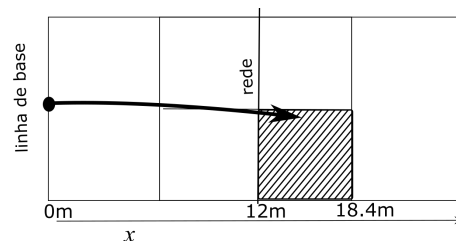
Duração: 1 hora

Cotação: I – 5 valores; II – 5 valores.

NOTE:

- Responda às perguntas com comentários no código, justificando-as.
- No final do teste, coloque os ficheiros de código elaborado, e, se for o caso, figuras e ficheiros de output, num só arquivo .zip (ou equivalente), com o nome e número mecanográfico do aluno. Entregue o arquivo .zip de acordo com as instruções do docente presente.
- Tem de usar o seu computador portátil. Pode (e deve) usar os seus programas, assim como outros programas que tenha obtido.
- É um teste de consulta, mas não pode aceder à internet, incluindo para consultar documentos do python.

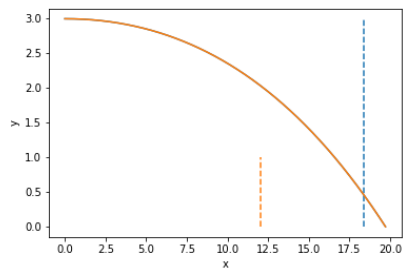
-
- I - Um jogador de ténis treina serviço, sacando a bola da linha de base ($x=0m$) diretamente para a sua frente. Ignorando movimento lateral, o serviço é válido se a bola passa em cima da rede (posicionada a $x=12m$, e que tem uma altura de $1m$), e cai dentro da área de serviço, de $12m$ até $18.4m$ da linha de base.



- Saca a bola do ponto $(x, y, z) = (0, 3m, 0)$ com velocidade $(v_x, v_y, v_z) = (30m/s, 0, 0)$. Considere a força de gravidade e resistência do ar. A que distância a bola cai no solo? Faça um gráfico do movimento da bola no plano XY. O serviço é válido, sim ou não?
- Agora o jogador introduz um efeito de rotação descrito pelo vetor $\vec{\omega} = (0, 0, -60rad/s)$. A que distância a bola cai no solo? O serviço é válido, sim ou não? Considere a força de gravidade e resistência do ar e a força de Magnus.

Considere: A bola de ténis tem raio $r = 0.034m$ e massa $m = 0.057kg$. A velocidade terminal da bola $v_T = 20m/s$. A força de Magnus $\vec{F}_{Magnus} = \frac{1}{2}A\rho_{ar}r\vec{\omega} \times \vec{v}$, em que $A = \pi r^2$, e $\rho_{ar} = 1.225kg/m^3$.

R: (a) $x = 19.7\text{m}$



Não é válido porque cai depois de 18.4m.

(b) $x = 18.14\text{m}$, o serviço é válido, passa a rede ($y > 1\text{m}$ quando $x = 12\text{m}$) e cai antes de 18.4m.

II - Um carro elétrico de massa 2000kg sobe uma inclinação de 5° .

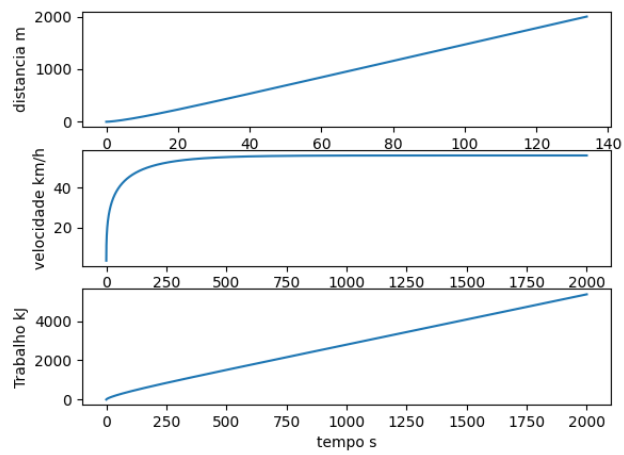
- (a) Determine a evolução temporal da posição e da velocidade do carro, se o carro produzir continuamente a potência 40kW , e partir de uma velocidade de 1m/s .
- (b) Quanto tempo leva a percorrer 2km ?
- (c) Calcule o trabalho feito pelo motor do carro durante esta viagem.
- (d) Numa segunda fase, o carro agora desce a mesma inclinação, começando com velocidade 20m/s . Usando travagem regenerativa, o carro aplica continuamente uma potência -10kW . Calcule o tempo para percorrer 2km , e o trabalho feito pelo motor na descida.
- (e) Se 50% do trabalho na descida é recuperado para carregar a bateria do carro, qual a diferença de energia na bateria no final, depois de ter feito a subida e a descida, comparado com no início? (Assume 100% eficiência do motor na subida.)

Dados: Coeficiente de resistência de rolamento $\mu = 0.04$, coeficiente de resistência do ar $C_{res} = 0.25$, área frontal do carro $A = 2\text{m}^2$, densidade do ar $\rho_{ar} = 1.225\text{kg/m}^3$.

$$F_{res,x} = -\frac{C_{res}}{2}A\rho_{ar}v_x^2, \quad F_{rol,x} = -\mu mg.$$

R:

(a)



- (b) 134.05s (c) 5362 kJ
(d) 76.29 s; -763 kJ
(e) A bateria tem 4981 kJ menos do que no inicio.
-