

Questão 1

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar
questão

Editar
questão

Cálculo do número de Reynolds para o experimento e verificação da adequação do modelo de amortecimento linear na descrição desse experimento.

O número de Reynolds é definido como $R_e = v L / \nu_{(\text{ar})}$, sendo v a magnitude da velocidade do objeto, L uma largura típica do objeto (a raiz quadrada da área transversal, por exemplo), e $\nu_{(\text{ar})} \approx 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ a viscosidade cinemática do ar seco (uma propriedade do meio).

Para situações em que o número de Reynolds R_e é da ordem de 1 ou maior, a força de atrito viscoso em geral não é mais proporcional à velocidade, podendo ser proporcional ao quadrado de sua magnitude ou ter uma dependência mais complexa.

- Retirem do segundo programa VPython da parte 1 o comentário da linha que gera o gráfico da velocidade experimental (curva_veloc.plot...). Notem que, para traçar o gráfico da velocidade no mesmo sistema de eixos, sua magnitude foi dividida por 10 (veloc/10). Verifiquem a magnitude da velocidade máxima que é atingida pelo objeto durante o movimento (gráfico de pontos pretos). Assim, 0.1 no eixo vertical corresponde a 1 m/s.
- As dimensões da placa são 15.5 cm \times 24 cm.
- Estimem o número de Reynolds para a velocidade máxima atingida nesse experimento.

- Qual é o número de Reynolds estimado para a velocidade máxima da placa? (Sem casas à direita do separador decimal.)

Resposta:

Verificar

Questão 2

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

Marcar

questão

Editar

questão

Como dissemos, nas situações em que o número de Reynolds R_e é da ordem de 1 ou maior, a força de atrito viscoso em geral não é mais proporcional à velocidade. Para uma faixa intermediária de valores de R_e , a força de atrito com o ar (denominado de “arraste”), é razoavelmente bem descrita pela fórmula

$$\vec{F}_{\text{arraste}} = -\frac{1}{2} C_d d_{\text{meio}} A |\vec{v}| \vec{v},$$

em que d_{meio} é a densidade do meio (no caso, o ar) e A a área da seção transversal do objeto. **Notem que, nessa fórmula, a magnitude da força é proporcional ao quadrado da magnitude da velocidade $|\vec{v}|^2$ relativa ao meio (ar), tendo, é claro, a mesma direção mas sentido oposto a esta.** O coeficiente de arraste (*drag*, em inglês) C_d é em geral aproximadamente constante para $10^3 < R_e < 10^4$.

Para velocidades muito baixas, ou seja, $R_e \ll 1$, o coeficiente C_d é inversamente proporcional à velocidade, resultando no atrito viscoso de tipo proporcional a v . Vejam o gráfico apresentado em

<https://www.grc.nasa.gov/www/K-12/airplane/dragsphere.html>, para um objeto esférico. Para velocidades muito altas, ocorrem efeitos de turbulência.

Implementem no programa essa nova dependência da força de arraste (quadrática na velocidade); salvem-no com outro nome antes de rodar.

Para uma placa plana usa-se geralmente $C_d \simeq 1.28$ (<https://www.grc.nasa.gov/www/K-12/airplane/shaped.html>). No nosso experimento, porém, verifica-se que o dobro desse coeficiente resulta em um resultado mais compatível, possivelmente porque o movimento de vai-e-vem tende a gerar ventos localmente contrários ao movimento, aumentando a velocidade relativa do ar.

Lembrem-se de que em VPython o módulo de um vetor pode ser obtido pela função `mag(...)`. Por exemplo, se v é o vetor velocidade, o seu módulo é `mag(v)`. Procurem estimar valores realísticos para os parâmetros envolvidos na fórmula. Para o caso da placa de papelão, use $C_d \simeq 2.6$. As dimensões da placa são 15.5 cm \times 24 cm. **Determinem o coeficiente apropriado (*cvisc*) e façam uma nova simulação com essa modificação.** Comparem com os resultados experimentais e com a simulação correspondente, feita com a dependência linear na velocidade.

- O decaimento da amplitude do movimento mantém um comportamento exponencial? Notem que, no caso de dependência quadrática do arraste com a velocidade, a solução analítica da equação diferencial não é conhecida. No entanto, a simulação é tão simples como a do caso linear (basta modificar a dependência funcional da força e alguns parâmetros).

- Como se compara o comportamento da simulação para os dois tipos de dependência da força viscosa com a velocidade?

Escolha uma:

- a. Com a dependência quadrática, o decaimento da amplitude da oscilação é mais rápido no início, e mais lento depois, em comparação com a dependência linear, que é exponencial.
- b. Com a dependência quadrática, o decaimento da amplitude da oscilação também é exponencial, mas é mais rápido que com a dependência linear, do início ao fim do movimento.
- c. Com a dependência quadrática, o decaimento da amplitude da oscilação é mais lento no início, e mais rápido depois, em comparação com a dependência linear, que é exponencial.

Verificar

Questão 3

Incompleto

Vale 1,00 ponto(s).

 Marcar
questão

 Editar
questão

- Para finalizar, **umentem em 4 % a massa e verifiquem a simulação.**

Pode-se interpretar esse aumento na “massa efetiva” do objeto como sendo devido à massa de ar circundante que é necessário acelerar junto com o objeto quando este se movimenta. Verifique se essa interpretação é razoável considerando o volume de ar correspondente a essa massa.

- **Qual é o volume de ar, em litros, correspondente a 4% da massa do objeto usado nos experimentos?** Compare com o volume varrido pelo anteparo durante meio período. (Use a vírgula como separador decimal.)

Resposta:

Verificar