

TEMPO DE QUEDA NA PRESSÃO ATMOSFÉRICA E NO VÁCUO

Aluno: Raphaël Antoine de Góes Bezerra Cambas
Orientador: Sergio Leal Braga

Introdução

Esse projeto foi montado com a idéia de mostrar a diferença do tempo de queda livre de vários objetos quando submetidos à resistência do ar, com a pressão atmosférica, e no vácuo. Com o material utilizado, fizemos varias medições que depois foram analisadas.

Objetivos

Medir o tempo de queda de varios objetos na pressão atmosférica e no vácuo e analisar os resultados. Comparar a resistência ao ar dos objetos em função de suas formas nesses dois casos.

Metodologia

Para realizar este experimento, dispnhamos de um cilindro (na foto ao lado) com uma tampa que pode ser aberta e com uma saída onde podemos ligar uma bomba de vácuo. A tampa dispõe de um sistema para que o objeto possa ser solto com o cilindro fechado, o que essencial para a parte da experiência no vácuo. Para que a medida do tempo seja feita de uma maneira muito precisa, usamos três dispositivos no cilindro ligados a um computador por uma caixa USB do National Instruments funcionando com o LabView, programa utilizado para a aquisição de dados. Usamos dois tipos de dispositivos: o primeiro é uma chave de fim de curso que inicia o cronômetro quando o objeto é solto. O segundo, criado no laboratório, é composto por um laser, dois espelhos, uma cela fotossensível, um circuito com um resistor para aumentar a sensibilidade da cela e um suporte para que ele possa segurar na altura desejada no cilindro. A cela recebe o feixe do laser após ele ter passado três vezes pelo meio do cilindro formando assim um W.



Assim, quando o objeto passa pelo feixe, isso é notado e o tempo intermediário é marcado na interface do programa. A mesma coisa acontece na parte inferior do cilindro e temos assim o tempo do segundo trecho e o tempo total da queda livre do objeto dentro do cilindro. Usamos também uma bomba de vácuo para a segunda parte do experimento.

Usamos 4 objetos a serem testados na pressão atmosférica e no vácuo: um papel tipo cartão de visita, uma bola , um copo de plástico e uma folha de árvore. É importante notar que o copo é solto de cabeça pra baixo o que aumenta consideravelmente sua força de arraste.

Os resultados são analisados da seguinte forma: cada medida é feita 3 vezes e o tempo médio é usado no cálculo da aceleração pela fórmula:

$$\Delta S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Mas sabemos que $v_0 = 0$, logo,

$$\Delta S = \frac{at^2}{2}$$

Com isso, montamos o gráfico 1 para a pressão atmosférica onde observamos uma curva polinomial de grau 2 que mostra a aceleração da gravidade e dois pontos de cada objeto da distância percorrida em função do tempo de queda livre. Podemos aqui claramente notar que a força de arraste do copo (azul claro) é muito maior que a do pedaço de papel que cai verticalmente quase sem resistência ao ar. Por isso os pontos do papel (rosa) se aproximam muito mais da curva polinomial. O que também deve ser observado no gráfico é que a distância do primeiro trecho (d1) é diferente dependendo do tamanho dos objetos. Já no segundo trecho (d2), eles percorrem a mesma distância.

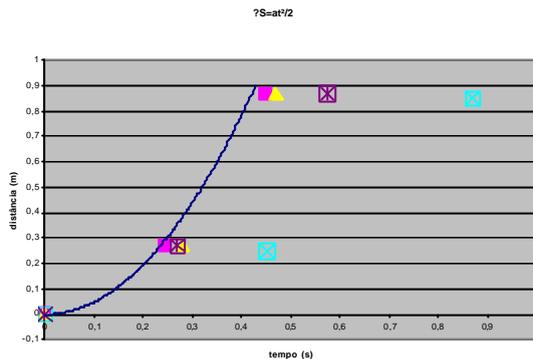


Gráfico 1

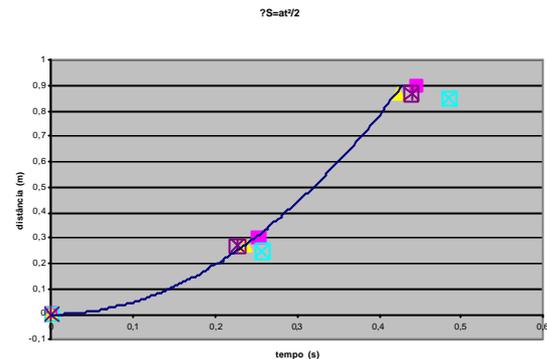


Gráfico 2

Legenda: ponto rosa – papel, ponto amarelo – bola, ponto marrom – folha de árvore, ponto azul claro – copo e curva azul escuro – aproximação de $S = gt^2/2$.

No vácuo, realizamos as mesmas medidas, mas agora depois de fechar o cilindro, ligamos a bomba de vácuo até atingir uma pressão muito próxima do vácuo absoluto. Obtivemos o seguinte gráfico 2. Podemos observar nesse gráfico 2 que a maioria dos pontos está muito próxima à curva polinomial representando a queda livre sem nenhum atrito. Os pontos do copo (azul claro) são os mais distantes mas a diferença é de 0,05 s o que é muito pouco.

Um erro pode ser observado no gráfico 2 onde o primeiro ponto t1 da folha de árvore aparece com um tempo de queda menor que se ela não estivesse submetida a nenhum atrito ou força de arraste. Esses erros experimentais nas medidas podem ter várias origens: o programa LabView funciona com o sistema operacional Windows. Então quando um dado entra no computador ele tem que ser tratado pelo sistema operacional antes do programa. Nesse ponto, temos uma imprecisão nos milésimos de segundo ou mais. Provavelmente não atingimos o vácuo absoluto dentro do cilindro. Isso pode ser notado porque o copo, objeto que no experimento mais sofre da força de arraste, é quem tem a maior diferença de tempo de queda em relação a polinomial. Também, durante a sua queda, o objeto pode ter tocado numa das paredes do cilindro mudando o tempo final. Por isso fizemos 3 medidas mas mesmo assim, ainda existe um pequeno erro.

Conclusões

Os resultados encontrados nesse experimento foram muito satisfatórios porque os tempos de queda para os objetos que tem maior coeficiente de arraste diminuíram consideravelmente no vácuo. Ademais, podemos ver que a diferença entre os tempos de queda de todos os objetos também diminui muito e esses tempos se aproximaram do tempo de queda livre teórico de um objeto submetido somente a força da gravidade.