Relatório de Física — Física da resistência do ar

Frederico Esch Pereira, Gabriel de Oliveira Correa Abreu, Ícaro Andries

Outubro 2021

Introdução

Utilizamos os conhecimentos de que $\sum \vec{F} = m\vec{a}_r$ para encontrarmos uma aproximação da aceleração sofrida por um objeto pela resistência do ar.

Objetivos

Utilizar conhecimentos prévios de aceleração da gravidade, combinados com dados experimentais pra chegar em uma boa aproximação da aceleração sofrida por uma caixinha de baralho pela resistência do ar. Utilizaremos as seguintes relações:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_r$$

Sabendo que a massa é constante

$$\frac{1}{m}\sum \vec{F} = \frac{1}{m}m\vec{a}_r = \sum \vec{a} = \vec{a}_r$$

Sabendo que o objeto está sofrendo apenas duas acelerações, gravitacional e de resistência do ar

$$a_{res} - a_g = a_r$$

Ou seja como sabemos que $a_g = -9.78m/s^2$ se calcularmos a_r conseguiremos calcular a_{res} trivialmente

Procedimento Experimental

Para calcular o tempo de queda e a posição soltamos uma caixinha de baralho de diversas alturas[1] e cronometramos o tempo que ela demorou para alcançar o chão, sabendo o Δt referente ao deslocamento da caixinha em determinados Δs pudemos colocar em uma tabela[2] os tempos e posições relativos.

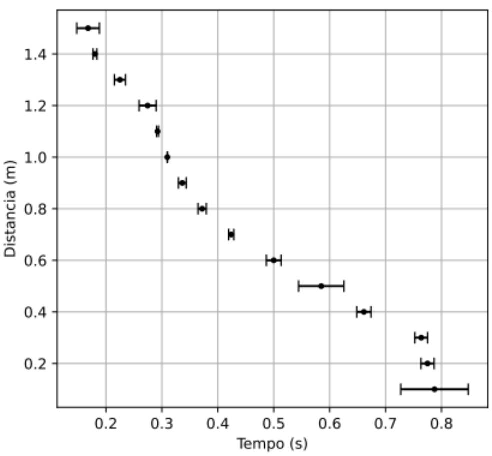
É importante destacar que em certos vídeos houveram erros nos experimentos e estes erros foram desconsiderados, apenas as coletas com a menor quantidade de interferência exterior foram usadas.

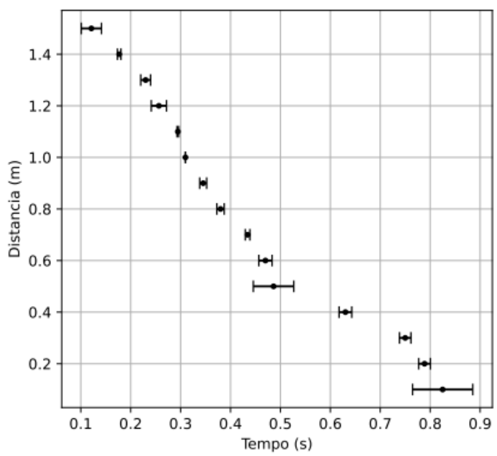
Resultado e Discussão

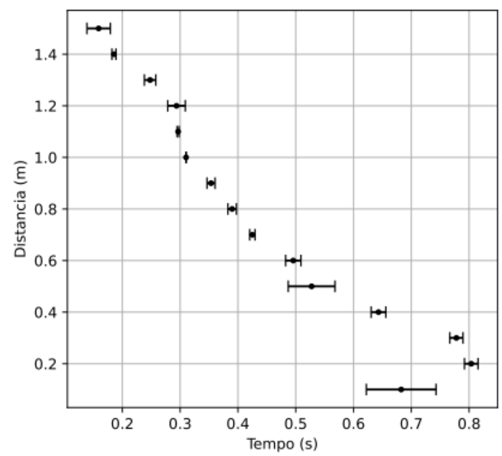
Nossa tabela usa como primeira coluna as alturas já que essa foi fixa para cada experimento, e utiliza a variação de tempo (Δt) como o que variou entre cada experimento, a ultima coluna da tabela é referente ao erro em Δt[2]

Distancia(m)	Tempo Exp1(s)	Tempo Exp2(s)	Tempo Exp3(s)	std-erro
1.5	0.17	0.12	0.16	0.02
1.4	0.18	0.18	0.19	0
1.3	0.23	0.23	0.25	0.01
1.2	0.27	0.26	0.29	0.02
1.1	0.29	0.29	0.3	0
1	0.31	0.31	0.31	0
0.9	0.34	0.35	0.35	0.01
0.8	0.37	0.38	0.39	0.01
0.7	0.42	0.43	0.43	0
0.6	0.5	0.47	0.5	0.01
0.5	0.59	0.49	0.53	0.04
0.4	0.66	0.63	0.64	0.01
0.3	0.76	0.75	0.78	0.01
0.2	0.78	0.79	0.8	0.01
0.1	0.79	0.83	0.68	0.06

Plotamos estes dados para encontrar:







A física clássica nos diz que:

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{a_r t^2}{2}$$

Sabemos, por causa dos experimentos realizados, que $V_0 = 0m/s$ e $S_0 = 150m$, ou seja, se fizermos o encaixe da função de segunda ordem que melhor se encaixe nos nossos *data points* tendo um termo constante igual (ou pelo menos próximo) a 150 podemos assumir que o coef. quadrático será metade da aceleração resultante (a_r), da seguinte forma:

$$S = S_0 + 0 \cdot t + \frac{a_r t^2}{2}$$
$$S = S_0 + \frac{a_r t^2}{2}$$
$$S = S_0 + \frac{a_r}{2} t^2$$

daí deduzimos que a_r vai ser o dobro do coef. quadrático encontrado e que:

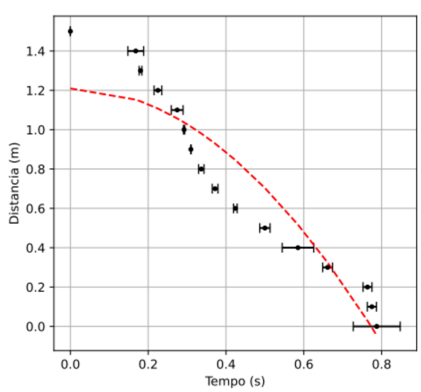
$$a_r = a_{res} - a_g$$
$$a_{res} = a_r + a_g$$

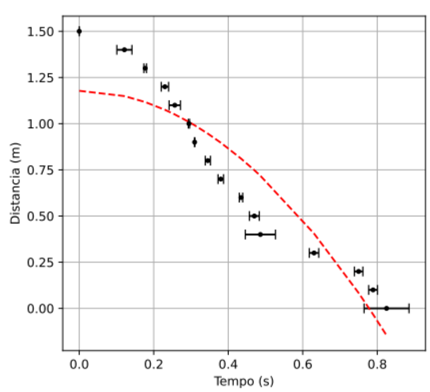
Nossos resultados[2] para aceleração resultante foram:

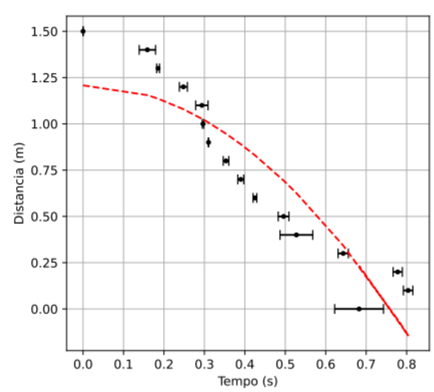
$$\text{Experimento 1 } : \; a_r = -4.05 m/s^2$$
$$\text{Experimento 2 } : \; a_r = -3.89 m/s^2$$
$$\text{Experimento 3 } : \; a_r = -4.18 m/s^2$$

Portanto nossos resultados foram $a_r = -4.04 \pm 0.07 m/s^2$ supondo que todos as nossas coletas de dados e cálculos foram feitos corretamente. Porém sabemos que houveram erros tanto nas consideração de erros, como a consideração de imprecisão da régua usada para o experimento (nós não entendemos como considerar isto), e tivemos problemas para modelar nossa regressão linear (nosso termo livre ficou com valor de 1.2 sendo que este deveria ser 1.5), supusemos que se fizéssemos um escalonamento da nossa *data* alcançaríamos um valor melhor, porém não chegamos a aplicar esta hipótese.

A estratégia de forçar o regressor a desconsiderar o coef. linear já foi arriscada, deixamos todo o *dataset* ao quadrado e fizemos uma regressão de primeira ordem, mas aparentemente ela funcionou, desconsiderando o óbvio erro no termo livre, vemos que o regressor faz uma boa curva quadrática.







Utilizando os resultados aproximados que conseguimos, chegamos as conclusão de que a aceleração provocada pela resistência do ar é $a_{res} \approx a_r - a_g$, e sabendo que a aceleração da gravidade em Belo Horizonte (onde os experimentos foram realizados) é de $a_g = 9.78 m/s^2$[3], portanto:

$$a_{res} \approx -4.04 \pm 0.07 m/s^2 + 9.78 m/s^2 = 5.74 \pm 0.07 m/s^2$$

Conclusão

Erramos algumas coisas fundamentais, principalmente ao que tange a coleta de dados, e tivemos algumas dificuldades no que tange os cálculos porém em geral notamos um aperfeiçoamento nas técnicas que utilizamos para os cálculos em relação ao trabalho anterior. Por mais que falhamos em alguns aspectos (como o a regressão linear) em geral fizemos um código mais conciso para os cálculos e diminuímos procedimentos desnecessários. Portanto em geral estamos satisfeitos com a clara melhora dos procedimentos, esperamos poder melhorar no que falhamos neste trabalho para alcançar resultados que reflitam mais ainda a realidade.

Bibliografia

1 Pasta do drive com todos os videos separados por altura
`https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1-BsdPdP1pZ0YKyKoJ8zrcHjoahLfYZsW`

2 Repositório no *github* com todos os códigos usados, todas as tabelas exportadas e todos os pdf's exportados, além de um .txt com os resultados
`https://github.com/Frederico-Esch/trabalho-fisica-2`

3 A aceleração da gravidade em Belo Horizonte foi calculado pela UFMG e pode ser encontrado em:
`http://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/g/gleigo.htm#:~:text=A%20acelera\unhbox\voidb@x\setbox\z@\hbox{c}\accent24c~ao%20da%20gravidade%20em,%2C7838163%20m%2Fs2.`