

# 1º Relatório Experimental

*Física Geral II*

*1º ano*

*Engenharia Informática*

*(2012)*



Ricardo Fusco, n.º 29263	EI
Marcus Santos, n.º 29764	EI
João Martins, n.º 27396	EI
José Carpinteiro, n.º 27805	EI

# Relatório Física Geral II

## Introdução

A experiência realizada no âmbito da disciplina de Física Geral II tem como objectivo verificar a conservação da energia mecânica e estudar a trajectória de um corpo sob a acção do campo gravítico.

A primeira fase experimental consiste em verificar a conservação da energia mecânica ao abandonar uma esfera de massa  $m$  a uma determinada altura  $h$  sobre uma calha inclinada. A altura onde a esfera é abandonada (ponto A) e a altura da extremidade inferior da calha que está nivelada horizontalmente (ponto B) são denominadas respectivamente por  $h_a$  e  $h_b$ , permitem-nos calcular a velocidade média entre estes dois pontos, ou simplesmente a velocidade no ponto B. Saliente-se que a partir do ponto B a esfera inicia uma trajectória balística até atingir o alvo.

A segunda fase experimental resume-se a interceptar a esfera na sua trajectória balística e repetir o processo múltiplas vezes a diferentes distâncias. Após registarmos os dados, iremos proceder à execução do gráfico das trajectórias  $(x, y)$  e  $(x^2, y)$ , fazer a regressão linear deste segundo gráfico e determinar os valores de  $a$  e  $c$  para podermos retirar as devidas conclusões.

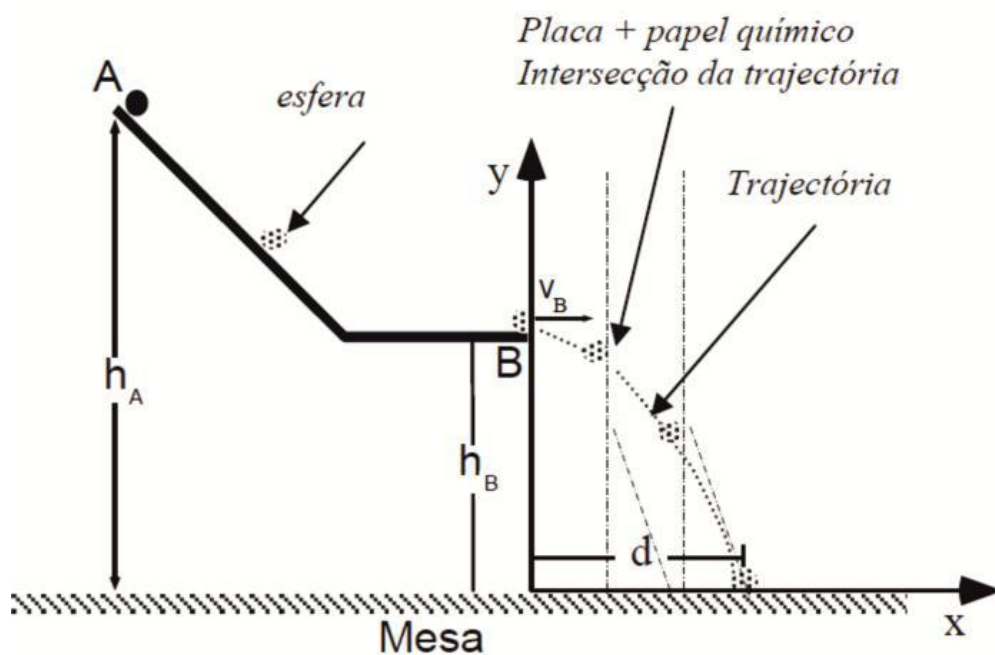


Figura 1

# Fase 1

Nesta 1ª fase da experiência foram registadas as massas, os diâmetros, as posições onde cada esfera caiu e as velocidades das respectivas esferas, tendo sido repetida 15 vezes para cada esfera obtendo assim uma melhor precisão para os valores das posições e velocidades.

	$X_p$	$V_p$	$X_G$	$V_G$
1	0.251	1.154	0.293	1.347
2	0.254	1.167	0.292	1.342
3	0.254	1.167	0.286	1.314
4	0.2545	1.170	0.279	1.282
5	0.251	1.154	0.288	1.324
6	0.249	1.144	0.288	1.324
7	0.252	1.158	0.295	1.356
8	0.2495	1.147	0.298	1.370
9	0.254	1.167	0.296	1.360
10	0.251	1.154	0.289	1.328
11	0.244	1.121	0.293	1.347
12	0.242	1.112	0.293	1.347
13	0.251	1.154	0.289	1.328
14	0.248	1.140	0.255	1.172
15	0.251	1.154	0.28	1.287
<u>Média</u>	0.2506	1.152	0.2876	1.322

$Massa_p$	$Massa_G$	$Diâmetro_p$	$Diâmetro_G$	$h_a$	$h_b$
0.0281	0.0446	0.016	0.022	0.395	0.232

$$V_{b1}(\text{velocidade da esfera p no fim da calha}) = Média(V_p) = 1.152 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_{b2}(\text{velocidade da esfera G no fim da calha}) = Média(V_G) = 1.322 \text{ m.s}^{-1}$$

$X_p$  – Posições da esfera<sub>p</sub> (pequena)(m)

$X_G$  – Posições da esfera<sub>G</sub> (grande)(m)

$V_p$  – Velocidades da esfera<sub>p</sub> no ponto B (m/s)

$V_G$  – Velocidades da esfera<sub>G</sub> no ponto B (m/s)

$Massa_p$  – Massa da esfera<sub>p</sub> (kg)

$Massa_G$  – Massa da esfera<sub>G</sub> (kg)

$Diâmetro_p$  – Diâmetro da esfera<sub>p</sub>(m)

$Diâmetro_G$  – Diâmetro da esfera<sub>G</sub> (m)

$$\Delta x_P (\text{lim. superior do erro}) = \sqrt{\frac{\sum |\bar{x} - x_i|^2}{n \times (n-1)}} = 9.276 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\Delta x_G (\text{lim. superior do erro}) = \sqrt{\frac{\sum |\bar{x} - x_i|^2}{n \times (n-1)}} = 2.709 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Procedemos depois ao cálculo das energias recorrendo aos valores das posições, velocidades, massas e diâmetros adquiridos.

### Esfera p

$$\Delta E_p = mg\Delta h = mg(h_b - h_a)$$

$$\Delta E_p = 0.0281 \times 9.8 \times (0.232 - 0.395) = -0.045 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = \Delta E_{c(\text{transl.})} + \Delta E_{c(\text{rot.})} = \Delta \left( \frac{1}{2} m v^2 \right) + \Delta \left( \frac{1}{2} I W^2 \right)$$

$$I = \frac{2}{5} m r^2 = \frac{2}{5} \times 0.0281 \times \left( \frac{0.016}{2} \right)^2 =$$

$$= 7.168 \times 10^{-7} \text{ kg.m}^2$$

$$W = \frac{v}{r} = \left( \frac{1.152}{0.008} \right) = 144 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\Delta E_{c(\text{rot.})} = \frac{1}{2} \times 7.168 \times 10^{-7} \times 144^2 =$$

$$= 7.432 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$\Delta E_{c(\text{trans.})} = \frac{1}{2} \times 0.0281 \times 1.152^2 = 0.0186 \text{ J}$$

$$\Delta E_m = (-0.045) + (7.432 \times 10^{-3} + 0.0186) = -0.01897 \text{ J}$$

$$\frac{\Delta v}{\bar{v}} = \frac{\Delta x}{\bar{x}} + \frac{1}{2} \times \frac{\Delta h}{\bar{h}} \stackrel{1}{\Leftrightarrow}$$

$$\stackrel{1}{\Leftrightarrow} \Delta v = 1.152 \times \left( \frac{9.276 \times 10^{-4}}{0.2506} + \frac{1}{2} \times \frac{0.2}{0.232} \right)$$

$$\stackrel{1}{\Leftrightarrow} \Delta v = 0.5008 \text{ m/s}$$

$$\bar{x} \pm \Delta x = 0.2506 \pm 9.276 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\bar{h} \pm \Delta h = 0.232 \pm 0.2 \text{ m}$$

$$\bar{v} \pm \Delta v = 1.152 \pm 0.5008 \text{ m/s}$$

### Esfera G

$$\Delta E_p = mg\Delta h = mg(h_b - h_a)$$

$$\Delta E_p = 0.0446 \times 9.8 \times (0.232 - 0.395) = -0.071 \text{ J}$$

$$\Delta E_c = \Delta E_{c(\text{transl.})} + \Delta E_{c(\text{rot.})} = \Delta \left( \frac{1}{2} m v^2 \right) + \Delta \left( \frac{1}{2} I W^2 \right)$$

$$I = \frac{2}{5} m r^2 = \frac{2}{5} \times 0.0446 \times \left( \frac{0.022}{2} \right)^2 =$$

$$= 2.159 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^2$$

$$W = \frac{v}{r} = \left( \frac{1.322}{0.011} \right) = 120.182 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\Delta E_{c(\text{rot.})} = \frac{1}{2} \times 2.159 \times 10^{-6} \times 120.182^2 =$$

$$= 0.0156 \text{ J}$$

$$\Delta E_{c(\text{trans.})} = \frac{1}{2} \times 0.0446 \times 1.322^2 = 0.0390 \text{ J}$$

$$\Delta E_m = (-0.071) + (0.0156 + 0.0390) = -0.0164 \text{ J}$$

$$\frac{\Delta v}{\bar{v}} = \frac{\Delta x}{\bar{x}} + \frac{1}{2} \times \frac{\Delta h}{\bar{h}} \stackrel{1}{\Leftrightarrow}$$

$$\stackrel{1}{\Leftrightarrow} \Delta v = 1.152 \times \left( \frac{2.709 \times 10^{-3}}{0.2876} + \frac{1}{2} \times \frac{0.2}{0.232} \right)$$

$$\stackrel{1}{\Leftrightarrow} \Delta v = 0.5823 \text{ m/s}$$

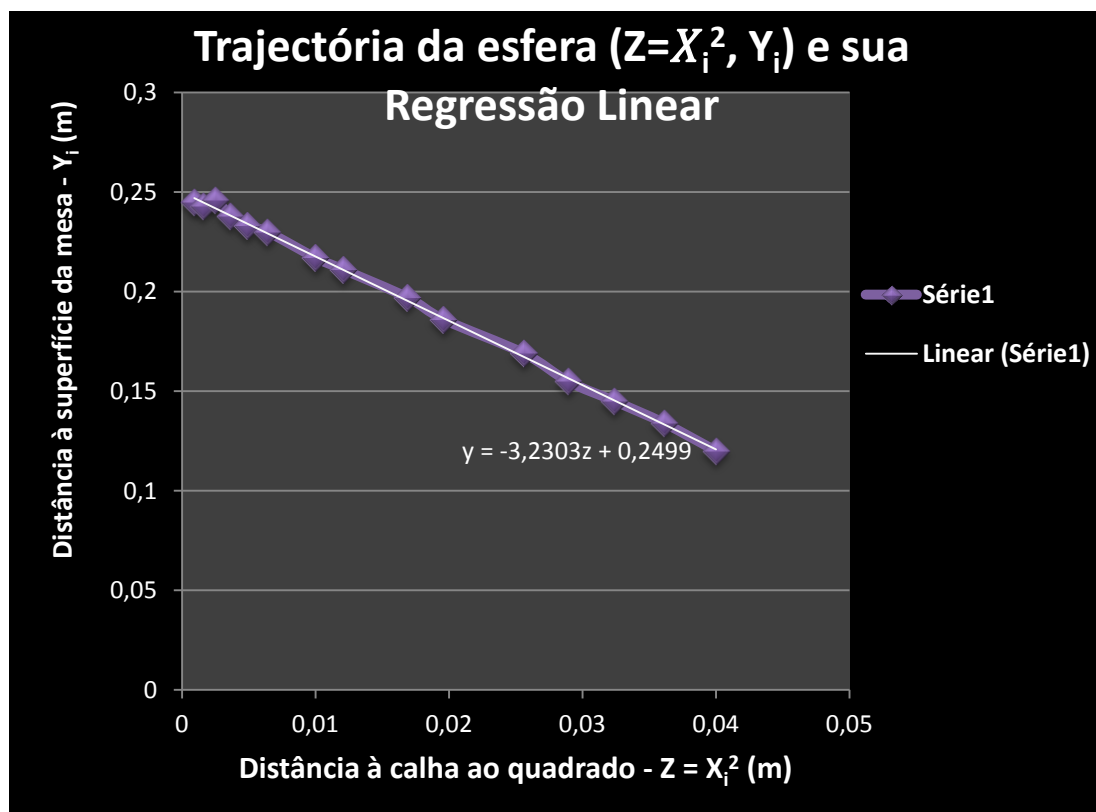
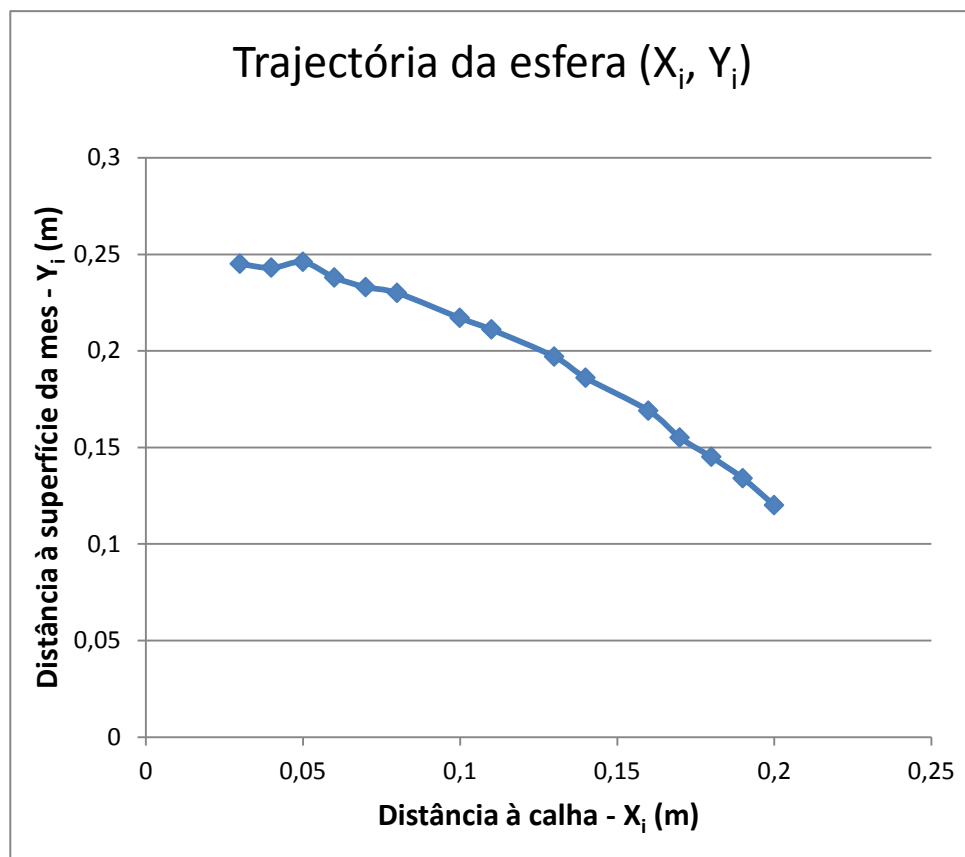
$$\bar{x} \pm \Delta x = 0.2876 \pm 2.709 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\bar{h} \pm \Delta h = 0.232 \pm 0.2 \text{ m}$$

$$\bar{v} \pm \Delta v = 1.322 \pm 0.5823 \text{ m/s}$$

## Fase 2

$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$Z=X_i^2$ (m)
0.03	0.245	0.0009
0.04	0.243	0.0016
0.05	0.246	0.0025
0.06	0.238	0.0036
0.07	0.233	0.0049
0.08	0.23	0.0064
0.10	0.217	0.01
0.11	0.211	0.0121
0.13	0.197	0.0169
0.14	0.186	0.0196
0.16	0.169	0.0256
0.17	0.155	0.0289
0.18	0.145	0.0324
0.19	0.134	0.0361
0.20	0.12	0.04



$$y = ax^2 + bx + c$$

$$y = -3.2303z + 0.2499 \stackrel{1}{\Leftrightarrow}$$

$$\stackrel{1}{\Leftrightarrow} y = -3.2303x^2 + 0.2499$$

$$a = -3.2303$$

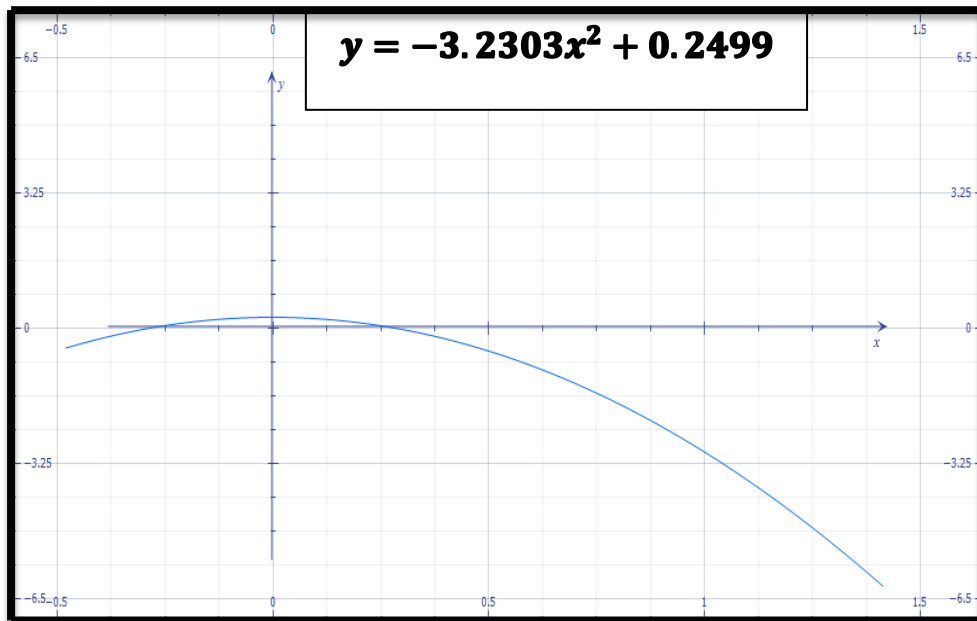
$$b = 0$$

$$c = 0.2499$$

$$y = h_b - \frac{1}{2} \times \frac{g}{v^2} \times x^2$$

$$a = -\frac{1}{2} \times \frac{g}{v^2} \stackrel{1}{\Leftrightarrow} -3.2303 = -\frac{9.8}{2v^2} \stackrel{1}{\Leftrightarrow} v^2 = 1.5169 \stackrel{1}{\Leftrightarrow} |v| = 1.2316 \approx 1.152 \text{ m/s}$$

$$c = h_b \stackrel{1}{\Leftrightarrow} 0.2499 \approx 0.2506 \text{ m}$$



### Componentes vertical e horizontal do movimento do projectil

$$\begin{cases} x = v_b t \\ y = h_b - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \stackrel{1}{\Leftrightarrow} \begin{cases} x = 1.152t \\ y = 0.2506 - 4.9t^2 \end{cases}$$

# Conclusão

Tendo em conta os valores das energias obtidos anteriormente podemos afirmar que a perda de energia potencial gravítica é praticamente igual ao ganho de energia cinética no caso de ambas as esferas, ou seja, a soma das energias cinética e potencial gravítica é muito próxima de zero, não sendo exactamente zero devido aos erros cometidos (mesmo que quase insignificantes), aos objectos em contacto com as esferas assim como a outros factores físicos como, por exemplo, o atrito.

Na 2ª parte da experiência, tendo em conta os valores de  $a$  e  $c$  obtidos após a visualização da regressão linear, podemos observar que o declive  $a$ , que representa aqui a velocidade, é um valor muito próximo de  $v_b$  já calculado anteriormente com uma diferença de 0.0796 m/s, e que  $b$ , que representa a altura, é um valor também ele muito próximo da altura  $h_b$  com uma diferença de 0.0007 m. Esta diferença de valores deve-se principalmente ao facto de estarmos a lidar com medições com uma certa margem de erro. Convém indicar aqui que foi utilizada a esfera de menores dimensões para esta segunda parte da experiência.