

Movimento de Projéteis

Universidade de Aveiro

Ana Santos, Joana Santiago, Mafalda França



Movimento de Projéteis

Departamento de Eletrónica, Telecomunicações e
Informática

Universidade de Aveiro

Ana Santos, Joana Santiago, Mafalda França
120039, 119705, 113808

24 de outubro 2024

Conteúdo

1	Sumário	1
2	Introdução do Relatório	2
3	Introdução Teórica	3
4	Procedimento Experimental	4
4.1	Parte A	4
4.2	Parte B	5
4.3	Parte C	6
5	Apresentação de Resultados	7
5.1	Parte A	7
5.1.1	Discussão	8
5.2	Parte B	8
5.2.1	Discussão	9
5.3	Parte C	9
5.3.1	Discussão	10
6	Conclusão	11
7	Bibliografia	12

Capítulo 1

Sumário

Este relatório descreve a análise experimental do movimento de projéteis, com foco na determinação da velocidade inicial, distância percorrida e ângulos de lançamento. Foram calculadas as incertezas associadas a cada parâmetro, como a distância e o tempo, resultando numa velocidade média de 2.322 m/s com uma incerteza de 0.061 m/s (2.624%). Estes valores indicam uma boa precisão e exatidão dos resultados obtidos, com baixos desvios padrão e margens de erro controladas. O objetivo principal do trabalho era verificar a concordância entre os resultados experimentais e as previsões teóricas do movimento de projéteis, além de calcular variáveis relacionadas com o pêndulo balístico. Todos os objetivos foram atingidos de acordo com as expectativas, e as discrepâncias observadas foram minimizadas através da repetição dos procedimentos.

Capítulo 2

Introdução do Relatório

Nesta atividade experimental, conseguimos colocar em prática os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas. Como na T1, onde aprendemos no capítulo 1 de cinemática, o movimento dos projéteis e o movimento curvilíneo, retilíneo do projétil.

Capítulo 3

Introdução Teórica

As leis a verificar experimentalmente são as seguintes:
Lei de movimento dos projéteis:

- $x = x_0 + v_0 t \cos(\theta)$
- $y = y_0 + v_0 t \sin(\theta) - \frac{1}{2} g t^2$
- Significado físico dos símbolos:
 - g : aceleração gravítica
 - t : tempo
 - x_0 e y_0 : posição inicial em x e y, respetivamente
 - θ : ângulo de lançamento

Ângulo correspondente ao alcance máximo:

- $\theta_{amax} = \arctan \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2g(y_i - y_f)}{v_0^2}}}$
- Significado físico dos símbolos:
 - g : aceleração gravítica
 - y_i e y_f : alturas inicial e final, respetivamente
 - v_0 : velocidade inicial

Relação entre a velocidade inicial e a altura num Pêndulo Balístico:

- $v_0 = \left(\frac{m+M}{m}\right) \sqrt{2gh}$
 - M : massa do pêndulo
 - m : massa da esfera de metal
 - g : aceleração gravítica
 - h : altura máxima atingida pelo pêndulo

Capítulo 4

Procedimento Experimental

4.1 Parte A

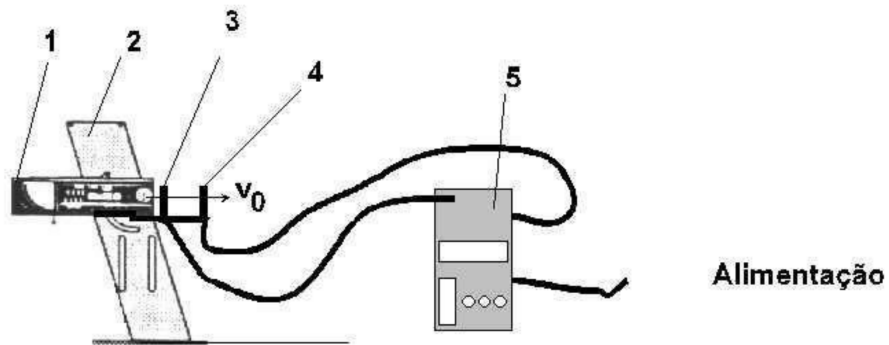


Figura 4.1: Esquema de Montagem da Parte A

Legenda:

- 1: Lançador de Projéteis
- 2: Base de Fixação para o Lançador de Projéteis
- 3: Sensor de passagem (controla o início da contagem do tempo)
- 4: Sensor de passagem (controla o fim da contagem do tempo)
- 5: Sistema de controlo dos sensores de passagem

Procedimento:

- 1: Efetuar a montagem de acordo com o esquema de montagem.
- 2: Medir a distância (s) entre os sensores.
- 3: Carregar o Lançador de Projéteis na posição de tiro curto ("SHORT RANGE").
- 4: Colocar o sistema de controlo na posição de "TWO GATES" e iniciar o sistema.
- 5: Disparar o Lançador de Projéteis puxando o fio do disparador verticalmente.
- 6: Registrar o tempo indicado pelo sistema de controlo.
- 5: Repetir os passos de 1 a 6 mais 2 vezes.

4.2 Parte B

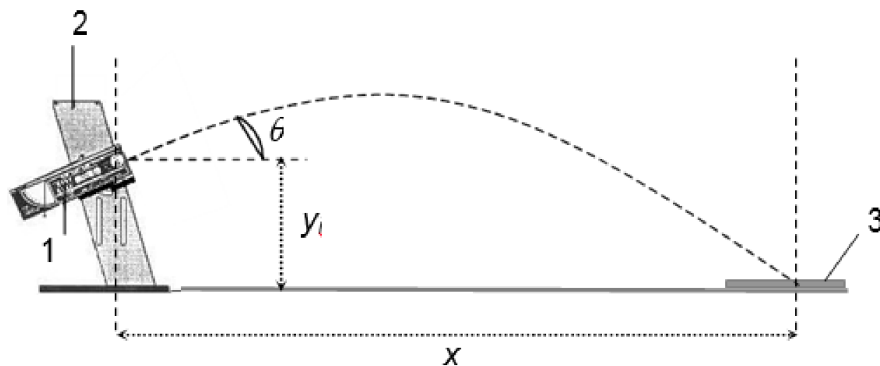


Figura 4.2: Esquema de Montagem da Parte B

Legenda:

- 1: Lançador de Projéteis
- 2: Base de Fixação para o Lançador de Projéteis
- 3: Alvo

- 1: Efetuar a montagem de acordo com o esquema, a fazer um ângulo de 30° com a horizontal.
- 2: Colocar o alvo a uma distância tal que a esfera caia sobre a sua superfície.
- 3: Carregar o Lançador de Projéteis com a esfera na posição "SHORT RANGE".
- 4: Disparar o Lançador de Projéteis. Registrar o alcance, x , e o ângulo de lançamento, θ . Repetir mais 2 vezes.
- 5: Repetir os passos 1 a 4 para os ângulos 34° , 38° , 40° , 43°
- 6: Medir a altura inicial, y_0 , a que a esfera foi lançada em relação à bancada.

4.3 Parte C

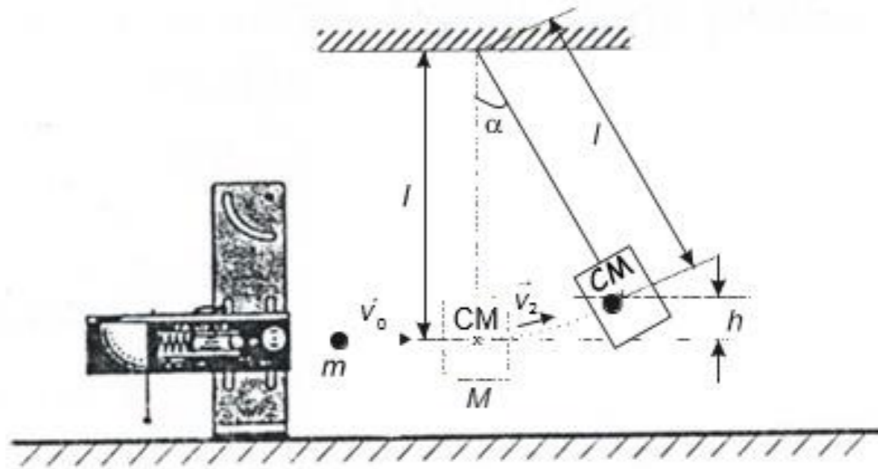


Figura 4.3: Esquema de Montagem da Parte C

- 1: Medir as massas do projétil, m , e do pêndulo, M .
- 2: Medir o comprimento do pêndulo, l .
- 3: Carregar o Lançador de Projéteis na posição "SHORT RANGE".
- 4: Efetuar um disparo e medir o ângulo máximo α descrito pelo pêndulo.
- 5: Repetir o passo anterior mais 4 vezes.

Capítulo 5

Apresentação de Resultados

5.1 Parte A

Distância				
L	ΔL	média	desvio	incerteza L
mm	mm	mm	mm	mm
103	1	103	0	1
103	1		0	
103	1		0	

Figura 5.1: Resultados da distância da Parte A

Tempo				
t	Δt	média t	desvio	incerteza t
s	s	s	s	s
0.0438	1.00E-04	0.044366667	0.000566667	7.33E-04
0.0442	1.00E-04		0.000166667	
0.0451	1.00E-04		0.000733333	

Figura 5.2: Resultados do tempo da Parte A

Velocidade		
v	Δv	$\Delta v / v$
m/s	m/s	%
2.322	0.061	2.624%

Figura 5.3: Resultados da velocidade da Parte A

5.1.1 Discussão

Com base na distância e no tempo (L e t , respetivamente), calculámos a velocidade inicial através da seguinte formula:

- $v_i = \frac{L}{t}$

A maior fonte de erro é a falta de consistência da força da mola e, também, a pessoa que dispara, disparar de maneiras diferentes para cada tentativa. Para melhorar o resultado obtido, um maior número de repetições da experiência, leva a uma maior precisão dos resultados.

5.2 Parte B

Ângulo de Tiro (°)	30	34	38	40.5	43
Alcance (mm)	757	760	752	748	734
	647	767	755	742	730
	662	754	755	744	738
Média (mm)	688.6667	760.3333	754.0000	744.6667	734.0000

Figura 5.4: Resultados do alcance da Parte B

Altura ou y (mm)	260	260	261	262	264
° máx Teórico	35.60				
° máx Experimental	37.603				
Média y (mm)	0.2614				

Figura 5.5: Resultados da altura(y), O ângulo máximo Teórico e Experimental da Parte B

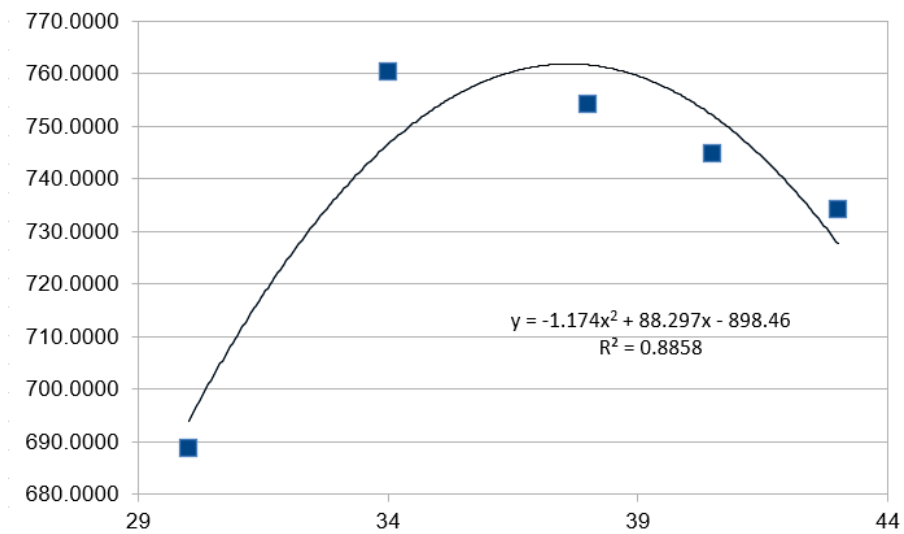


Figura 5.6: Gráfico da função polinomial do alcance em função do ângulo da Parte B

5.2.1 Discussão

Depois de calcular a média do alcance de cada ângulo, fomos capazes de calcular o melhor ângulo de lançamento teórico através da seguinte fórmula:

$$\bullet \arctan \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{2g(y_i - y_f)}{v_0^2}}}$$

Obtendo como valor do ângulo teórico, 35.60° . Comparado com o valor do ângulo experimental (37.603°), obtemos uma precisão de 94.4%. Como a nossa precisão foi elevada, os resultados obtidos não fugiram muito dos esperados.

5.3 Parte C

l (comprimento do pêndulo)	M (massa do pêndulo)	m (massa da bola)	Ângulo max	Ângulo medio	Incerteza Ângulo	h	Δh
m	kg	kg	°	°	°	m	m
0.252	0.265	0.06	17	16.6400	0.25	0.0106	0.0007
			16.5				
			16.8				
			16.6				
			16.3				

Figura 5.7: Resultados dos ângulos da Parte C

v	Δv	Erro relativo
m/s	m/s	%
2.4640	0.1218	4.94%

Figura 5.8: Resultados da velocidade da Parte C

5.3.1 Discussão

Depois de acabar o procedimento experimental da Parte C, registámos o ângulo a que o pêndulo chegou e calculámos os seguintes valores, com as respetivas fórmulas:

- $h = I - I \cos(\theta)$
- $\Delta h = |1 - \cos(\theta)| * 0,001 + |I \sin(\theta) * 0,5|$
- $v = (\frac{m+M}{m})\sqrt{2gh}$

A maior fonte de erro é a falta de consistência da força da mola. Para além disso, a pessoa que dispara, disparar de maneiras diferentes para cada tentativa. Também o atrito existente no pêndulo com o suporte pode ter afetado o resultado, bem como a incerteza dos instrumentos de medição utilizados. Para melhorar o resultado obtido, um maior número de repetições da experiência, leva a uma maior precisão dos resultados.

A velocidade inicial da Parte C (2.4640m/s), comparada com a da Parte A (2.322 m/s) foi semelhante, apenas com uma diferença de 0.142m/s.

O erro relativo foi de 4.94%, por isso, como é inferior a 5%, não houve uma discrepância muito grande entre os resultados teóricos e experimentais.

Capítulo 6

Conclusão

Os resultados experimentais obtidos confirmam, com uma margem de erro aceitável, as previsões teóricas do movimento de projéteis. No que toca à velocidade calculada, a incerteza média foi de 2.624%, o que demonstra uma boa precisão experimental. Além disso, o ângulo de lançamento experimentalmente obtido apresentou um desvio mínimo comparado com o valor teórico. Para o pêndulo balístico, o erro relativo na velocidade foi de 4.94%, o que se enquadra dentro das expectativas. De modo geral, os objetivos do trabalho foram atingidos, com a obtenção de resultados coerentes com as previsões teóricas. As pequenas discrepâncias observadas podem ser atribuídas a fatores externos durante as medições, e foram mitigadas tanto quanto possível através da repetição dos procedimentos.

Capítulo 7

Bibliografia

Durante a realização do trabalho, utilizámos os documentos "Guião de análise de dados" e "T1.1 Movimento de projéteis 2024/2025", disponibilizados pelos professores na plataforma digital elearning, acessível em <https://elearning.ua.pt/>.