**Universidade do Minho- Escola de Ciências**

Licenciatura em Física

Registo de Dados

Estudo do movimento de um projétil. Efeito da resistência do ar.

**Laboratório de Mecânica Newtoniana**

**Grupo 1:**

**Diana Silva A89633**

**João Gomes A81782**

**Miguel Godinho A89624**

**Docente:**

**José Luís Ribeiro**

**Índice**

[**Sumário** 3](#_Toc21039330)

[**Procedimento** 4](#_Toc21039331)

[**Resultados** 5](#_Toc21039332)

[**Velocidade** 5](#_Toc21039333)

[**Equação do Movimento** 6](#_Toc21039334)

[**Ângulo 30 º** 6](#_Toc21039335)

[**Ângulo 45º** 9](#_Toc21039336)

# **Sumário**

Este trabalho visa estudar experimentalmente o movimento de um projétil com a ajuda de um “canhão”.

# **Procedimento**

A montagem experimental consiste num canhão e num fototransístor. O canhão é usado para lançar um projétil, neste caso uma esfera plástica. É importante ter em atenção que o projétil deve ser colocado no canhão na posição de lançamento de curto alcance- “short range”.

Em primeiro lugar, utilizando o fototransístor, medimos a velocidade com que o projétil deixa o canhão. Para isto, fizemos 10 lançamentos para as quais registámos o tempo que o diâmetro do projétil levou a atravessar a célula. Estes ensaios são independentes da distância.

Para determinar a trajetória do projétil, começámos por escolher um ângulo de lançamento. Lançámos 4 vezes o projétil sem o alvo vertical, com o objetivo de determinar a que distância do ponto de lançamento ele atinge a mesa (y=0).

Partindo dessa distância, fomos medindo a altura a que o projétil acertava no alvo vertical. Fomos aproximando o alvo do ponto de lançamento de 5 em 5 cm, fazendo 4 lançamentos para cada ponto. A altura do alvo em que o projétil acerta em relação à mesa é medida para, assim, determinar a trajetória (temos assim um ponto (x,y) da trajetória, em que x é a distância ao ponto de lançamento e y é a altura em que o projétil bate no alvo).

Repetimos este procedimento para um segundo ângulo.

# **Resultados**

## **Velocidade**

Seguindo o protocolo, fomos calcular a velocidade inicial. Neste ponto, vamos chamar-lhe apenas de velocidade.

O diâmetro da bola é considerado uma constante sem incerteza associada, sendo que o canhão indicava que apenas funcionava com bolas de 25mm.

Uma vez que o leitor em que são lidos os tempos medidos pelo fototransístor é digital, consideramos que a incerteza na medição dos mesmos é ± 0,001s, ou seja, o último dígito que era apresentado.

Para calcular a velocidade usámos a expressão: , em que d é o diâmetro do projétil e t é o tempo medido.

A incerteza da velocidade ( foi calculada pela expressão:

1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tempo () | Velocidade () | Incerteza da Velocidade () |
| 7,50E-03 | 3,33 | 0,0444 |
| 7,60E-03 | 3,29 | 0,0433 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |
| 7,40E-03 | 3,38 | 0,0457 |

Tabela -Valores do tempo medidos, velocidades calculadas a partir dos mesmos e correspondentes incertezas.

A velocidade média foi calculada fazendo a média dos valores da velocidade calculada para cada um dos ensaios. A incerteza da média foi calculada a partir do desvio padrão:

|  |  |
| --- | --- |
| Velocidade Média **()** | 3,37 |
| Incerteza da Velocidade **()** | 0,0008 |

Tabela -Velocidade média e respetiva incerteza.

1- Está no apêndice como foi obtida a expressão da incerteza da velocidade.

## **Equação do Movimento**

Escrever aqui que ângulos escolhemos e a incerteza. Consideramos como incerteza do ângulo metade da menor divisão da escala do transferidor.

Foram usadas duas fitas métricas diferentes para o cálculo de x e y. a incerteza para ambas as medidas foi de 0,0005 .

### **Ângulo 30 º**

Foi medida a altura inicial do lançamento () e a distância () visto que o canhão não se encontrava no início na fita métrica. Para foi medido o valor de 0,110 e para foi o valor de 0,263

O x representado nas tabelas é a diferença entre o valor calculado na fita métrica e o x0.

A tabela seguinte mostra os valores medidos de xY

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ponto 1 | | Ponto 2 | | Ponto 3 | | Ponto 4 | | Ponto 5 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 1,35 | 0 | 1,3 | 0,070 | 1,25 | 0,115 | 1,2 | 0,159 | 1,15 | 0,200 |
| 1,35 | 0 | 1,3 | 0,070 | 1,25 | 0,119 | 1,2 | 0,163 | 1,15 | 0,202 |
| 1,34 | 0 | 1,3 | 0,070 | 1,25 | 0,118 | 1,2 | 0,163 | 1,15 | 0,203 |
| 1,34 | 0 | 1,3 | 0,069 | 1,25 | 0,115 | 1,2 | 0,163 | 1,15 | 0,204 |
| Ponto 6 | | Ponto 7 | | Ponto 8 | | Ponto 9 | | Ponto 10 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 1,1 | 0,239 | 1,05 | 0,275 | 1,00 | 0,307 | 0,95 | 0,333 | 0,90 | 0,358 |
| 1,1 | 0,240 | 1,05 | 0,276 | 1,00 | 0,306 | 0,95 | 0,334 | 0,90 | 0,362 |
| 1,1 | 0,243 | 1,05 | 0,276 | 1,00 | 0,308 | 0,95 | 0,335 | 0,90 | 0,359 |
| 1,1 | 0,244 | 1,05 | 0,276 | 1,00 | 0,307 | 0,95 | 0,335 | 0,90 | 0,359 |
| Ponto 11 | | Ponto 12 | | Ponto 13 | | Ponto 14 | | Ponto 15 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 0,85 | 0,383 | 0,80 | 0,400 | 0,75 | 0,417 | 0,70 | 0,421 | 0,65 | 0,431 |
| 0,85 | 0,383 | 0,80 | 0,400 | 0,75 | 0,414 | 0,70 | 0,424 | 0,65 | 0,431 |
| 0,85 | 0,383 | 0,80 | 0,400 | 0,75 | 0,414 | 0,70 | 0,424 | 0,65 | 0,431 |
| 0,85 | 0,383 | 0,80 | 0,400 | 0,75 | 0,414 | 0,70 | 0,426 | 0,65 | 0,431 |
| Ponto 16 | | Ponto 17 | | Ponto 18 | | Ponto 19 | | Ponto 20 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 0,60 | 0,432 | 0,55 | 0,438 | 0,50 | 0,435 | 0,45 | 0,429 | 0,40 | 0,410 |
| 0,60 | 0,436 | 0,55 | 0,434 | 0,50 | 0,430 | 0,45 | 0,429 | 0,40 | 0,410 |
| 0,60 | 0,437 | 0,55 | 0,434 | 0,50 | 0,431 | 0,45 | 0,428 | 0,40 | 0,410 |
| 0,60 | 0,437 | 0,55 | 0,438 | 0,50 | 0,432 | 0,45 | 0,428 | 0,40 | 0,410 |

Tabela 3-Tabela etc....

Fizemos a média de x e y de cada tentativa para obtermos um ponto. Fizemos o desvio padrão para a incerteza da média. Mas como houveram casos em que os valores de x ou y eram iguais, logo a média era igual a todos os valores tornando o desvio pradão 0, nesses casos consideramos a menor resolução da fita métrica.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ponto** | **Média de x(m)** | **Incerteza da Média de x (m)** | **Média de y (m)** | **Incerteza da Média de y (m)** |
| 0 | 0,000 | 0,001 | 0,263 | 0,001 |
| 1 | 1,234 | 0,005 | 0,000 | 0,000E+00 |
| 2 | 1,190 | 0,001 | 0,070 | 1,083E-04 |
| 3 | 1,140 | 0,001 | 0,117 | 4,463E-04 |
| 4 | 1,090 | 0,001 | 0,162 | 4,330E-04 |
| 5 | 1,040 | 0,001 | 0,202 | 3,698E-04 |
| 6 | 0,990 | 0,001 | 0,242 | 5,154E-04 |
| 7 | 0,940 | 0,001 | 0,276 | 1,083E-04 |
| 8 | 0,890 | 0,001 | 0,307 | 1,768E-04 |
| 9 | 0,840 | 0,001 | 0,334 | 2,073E-04 |
| 10 | 0,790 | 0,001 | 0,360 | 3,750E-04 |
| 11 | 0,740 | 0,001 | 0,383 | 0,000E+00 |
| 12 | 0,690 | 0,001 | 0,400 | 0,000E+00 |
| 13 | 0,640 | 0,001 | 0,415 | 3,248E-04 |
| 14 | 0,590 | 0,001 | 0,424 | 4,463E-04 |
| 15 | 0,540 | 0,001 | 0,431 | 0,000E+00 |
| 16 | 0,490 | 0,001 | 0,436 | 5,154E-04 |
| 17 | 0,440 | 0,001 | 0,436 | 4,463E-04 |
| 18 | 0,390 | 0,001 | 0,432 | 4,677E-04 |
| 19 | 0,340 | 0,001 | 0,429 | 1,250E-04 |
| 20 | 0,290 | 0,001 | 0,410 | 0,000E+00 |

Tabela 4-Tabela etc

Com os pontos anteriores podemos criar então o gráfico seguinte.

Gráfico 1-GREWGT

Devido as capacidades do Excel conseguimos uma obter a expressão conseguimos obter a expressão

A equação dada pela fórmula da equação do movimento é sem resistência do ar.

### **Ângulo 45º**

Com a mudança do ângulo do canhão, os valores de e foram um pouco diferentes dos registados para o ângulo de 30º. O valor de foi de 0,082 e o valor de foi 0,267 .

O x representado nas tabelas é a diferença entre o valor calculado na fita métrica e o x0.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ponto 1 | | Ponto 2 | | Ponto 3 | | Ponto 4 | | Ponto 5 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 1,28 | 0,0 | 1,20 | 0,12 | 1,15 | 0,202 | 1,10 | 0,335 | 1,05 | 0,387 |
| 1,26 | 0,0 | 1,20 | 0,12 | 1,15 | 0,206 | 1,10 | 0,335 | 1,05 | 0,386 |
| 1,27 | 0,0 | 1,20 | 0,122 | 1,15 | 0,204 | 1,10 | 0,333 | 1,05 | 0,386 |
| 1,28 | 0,0 | 1,20 | 0,119 | 1,15 | 0,207 | 1,10 | 0,337 | 1,05 | 0,385 |
| Ponto 6 | | Ponto 7 | | Ponto 8 | | Ponto 9 | | Ponto 10 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 1,00 | 0,437 | 0,95 | 0,480 | 0,90 | 0,516 | 0,85 | 0,552 | 0,80 | 0,591 |
| 1,00 | 0,436 | 0,95 | 0,478 | 0,90 | 0,516 | 0,85 | 0,552 | 0,80 | 0,591 |
| 1,00 | 0,436 | 0,95 | 0,479 | 0,90 | 0,518 | 0,85 | 0,552 | 0,80 | 0,592 |
| 1,00 | 0,437 | 0,95 | 0,479 | 0,90 | 0,518 | 0,85 | 0,552 | 0,80 | 0,592 |
| Ponto 11 | | Ponto 12 | | Ponto 13 | | Ponto 14 | | Ponto 15 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 0,75 | 0,6 | 0,70 | 0,575 | 0,65 | 0,574 | 0,60 | 0,564 | 0,55 | 0,533 |
| 0,75 | 0,601 | 0,70 | 0,576 | 0,65 | 0,574 | 0,60 | 0,566 | 0,55 | 0,534 |
| 0,75 | 0,6 | 0,70 | 0,577 | 0,65 | 0,574 | 0,60 | 0,566 | 0,55 | 0,535 |
| 0,75 | 0,605 | 0,70 | 0,565 | 0,65 | 0,574 | 0,60 | 0,565 | 0,55 | 0,535 |
| Ponto 16 | | Ponto 17 | | Ponto 18 | | Ponto 19 | | Ponto 20 | |
| **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** | **x (m)** | **y (m)** |
| 0,50 | 0,499 | 0,45 | 0,462 | 0,40 | 0,422 | 0,35 | 0,429 | 0,30 | 0,410 |
| 0,50 | 0,500 | 0,45 | 0,462 | 0,40 | 0,422 | 0,35 | 0,429 | 0,30 | 0,410 |
| 0,50 | 0,501 | 0,45 | 0,464 | 0,40 | 0,422 | 0,35 | 0,428 | 0,30 | 0,410 |
| 0,50 | 0,502 | 0,45 | 0,462 | 0,40 | 0,422 | 0,35 | 0,428 | 0,30 | 0,410 |

Tabela 5-btwb

Fizemos a média de cada tentativa para obtermos um ponto. Fizemos a incerteza da média para calcular as médias.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ponto** | **Média de x (m)** | **Incerteza da Média de x (m)** | **Média de y (m)** | **Incerteza da Média de y (m)** |
| 1 | 1,191 | 2,073E-03 | 0,000 | 0,000E+00 |
| 2 | 1,118 | 0,000E+00 | 0,120 | 2,724E-04 |
| 3 | 1,068 | 0,000E+00 | 0,205 | 4,801E-04 |
| 4 | 1,018 | 0,000E+00 | 0,335 | 3,536E-04 |
| 5 | 0,968 | 0,000E+00 | 0,386 | 1,768E-04 |
| 6 | 0,918 | 0,000E+00 | 0,437 | 1,250E-04 |
| 7 | 0,868 | 0,000E+00 | 0,479 | 1,768E-04 |
| 8 | 0,818 | 0,000E+00 | 0,517 | 2,500E-04 |
| 9 | 0,768 | 0,000E+00 | 0,552 | 0,000E+00 |
| 10 | 0,718 | 0,000E+00 | 0,592 | 1,250E-04 |
| 11 | 0,668 | 0,000E+00 | 0,602 | 5,154E-04 |
| 12 | 0,618 | 0,000E+00 | 0,573 | 1,204E-03 |
| 13 | 0,568 | 0,000E+00 | 0,574 | 0,000E+00 |
| 14 | 0,518 | 0,000E+00 | 0,565 | 2,073E-04 |
| 15 | 0,468 | 0,000E+00 | 0,534 | 2,073E-04 |
| 16 | 0,418 | 0,000E+00 | 0,501 | 2,795E-04 |
| 17 | 0,368 | 0,000E+00 | 0,463 | 2,165E-04 |
| 18 | 0,318 | 0,000E+00 | 0,422 | 0,000E+00 |
| 19 | 0,268 | 0,000E+00 | 0,429 | 1,250E-04 |
| 20 | 0,218 | 0,000E+00 | 0,410 | 0,000E+00 |
| 0 | 0,000 | 0,000E+00 | 0,267 | 5,000E-05 |

Tabela -efadhfy

Com os pontos anteriores podemos criar então o gráfico seguinte.

Gráfico 2-ewf

Pelo gráfico conseguimos obter a expressão

A equação dada pela fórmula da equação do movimento é

# **Discussão de Resultados**

Velocidade

Tudo bom, mas se o número de medições N tender para infinito a média tenderia para 3,38. Os primeiros devem ter corrido mal, porque não estávamos ainda habituados a mexer em tal.

Ângulo 1

Ângulo 2

Nota: Uma possível razão para a flutuação dos valores é o facto de o projétil ter batido no canhão no foto (não me lembro do resto) e o mesmo ter saído do canhão e ter deslocado o mesmo. No entanto, só notámos que o ângulo estava alterado mais tarde e já não dava tempo de repetir todo o processo.

# **Apêndice**