

ROTEIRO DO EXPERIMENTO 3

Lançamento Horizontal e Oblíquo de um Projétil

Profs. Antonio Vilela, Bruno Mintz, Jim Skea,
Leticia Palhares, Marcia Begalli, Maria de Fátima

Objetivos:

Prever o alcance de uma bola lançada obliquamente com um lançador de projéteis. A velocidade inicial da bola é determinada atirando-a horizontalmente e medindo o alcance da bola e a altura do lançador.

Introdução teórica

Para prever onde uma bola cairá no chão quando for arremessada do lançador em algum ângulo acima da horizontal, primeiro é necessário determinar a velocidade inicial (velocidade de saída) da bola. Isso pode ser determinado atirando a bola horizontalmente a partir do lançador e medindo as distâncias vertical e horizontal que a bola percorre. A velocidade inicial pode ser usada para calcular onde a bola cairá quando a bola for lançada em um ângulo acima da horizontal.

Velocidade de Lançamento Horizontal

Para uma bola lançada horizontalmente com (módulo de) velocidade inicial v_0 , a distância horizontal percorrida pela bola é dada por $x = v_0 t$, onde t é o tempo que a bola está no ar. (Desprezamos o atrito do ar.) A distância vertical da bola é a distância que ela desce no tempo t dada por $y = \frac{1}{2}gt^2$. A velocidade inicial pode ser determinada medindo x e y . O tempo de voo, t , da bola pode ser encontrado usando $t = \sqrt{2y/g}$ e a velocidade horizontal inicial pode ser encontrada usando $v_0 = x/t$.

Lançamento Oblíquo

Para prever o alcance horizontal, x , de uma bola lançada com uma velocidade inicial de módulo v_0 , em um ângulo, θ , acima da horizontal, primeiro preveja o tempo de voo a partir da equação para o movimento vertical:

$$y = y_0 + v_0 \sin(\theta) t - \frac{1}{2}gt^2,$$

onde y_0 é a altura inicial da bola e y é a posição da bola quando ela atinge o chão. Em outras palavras, resolva a equação quadrática para t e então use $x = v_0 \cos(\theta) t$, onde $v_0 \cos(\theta)$ é a componente horizontal da velocidade inicial.

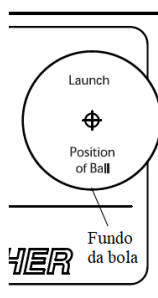
Material:

- lançador de projéteis;
- bola de plástico;
- prumo e barbante;
- papel carbono;
- papel branco, tamanho A3 ou A4;
- trena, metro ou régua (milimetrados);
- fita adesiva.

Procedimento Experimental

Parte A: Determinando a velocidade horizontal inicial da bola

1. Coloque o lançador de projéteis perto da borda de uma mesa, bancada, ou outra superfície horizontal.
2. Ajuste o ângulo do lançador para zero graus para que a bola seja lançada horizontalmente.
3. Coloque uma bola de plástico no lançador e use a vareta para engatilhar a mola na posição de longo alcance (3ª posição). Faça um lançamento para localizar aproximadamente onde a bola atinge o chão. Nesse ponto, prenda uma folha de papel A4 no chão e coloque um pedaço de papel carbono (lado carbono para baixo!) em cima do papel A4 e prenda-o com fita adesiva. Quando a bola bater no papel carbono no chão, deixará uma marca no papel branco.
4. Faça 10 lançamentos.
5. Meça a distância vertical do ponto inferior da bola conforme ela sai do cano até o piso. Registre esta distância em uma tabela. (Obs: A “Posição de Lançamento da Bola” no cano consta na etiqueta na lateral do lançador - veja figura.)



6. Use um prumo para encontrar o ponto no chão que está diretamente abaixo da boca do cano do lançador. Meça a distância horizontal ao longo do piso da saída até a borda inicial do papel A4, anotando essa distância no seu caderno.
7. Remova cuidadosamente o papel carbono e meça a partir da borda inicial do papel A4 para cada um dos 10 pontos. Registre essas distâncias em uma tabela e encontre a média. Calcule e registre a distância horizontal total (distância do ponto de lançamento ao papel, mais a distância média da borda do papel até os pontos).
8. Usando a distância vertical, y , e a distância horizontal total, x , calcule o tempo de voo, t , e a velocidade horizontal inicial da bola, v_0 . Anote o tempo e a velocidade no seu caderno.

Parte B: Prevendo o alcance da bola para um lançamento oblíquo

1. Ajuste o ângulo do lançador para um ângulo entre 30° e 60° . Registre esse ângulo no caderno.
2. Usando a velocidade inicial e a distância vertical da primeira parte deste experimento, calcule o novo tempo de voo e o novo alcance horizontal previsto, A_p , com base na suposição de que a bola é lançada com o ângulo escolhido (você terá que resolver uma equação quadrática para encontrar t). Anote as previsões no caderno.
3. Desenhe uma linha no meio de uma folha de papel A3 ou A4 e prenda o papel no chão para que a linha no papel está no alcance horizontal prevista do lançador. Cubra o papel branco com papel carbono e prenda-o no lugar.
4. Faça um total de 10 lançamentos.
5. Remova cuidadosamente o papel carbono. Meça as distâncias até os dez pontos e registre as distâncias em uma segunda tabela.

Análise dos Dados

1. Determine $\langle A \rangle$, o alcance médio experimental dos lançamentos na Parte B (a média dos 10 valores que você obteve em Parte B).
2. Calcule o erro percentual entre o alcance previsto, A_p , pela teoria e o alcance médio experimental, $\langle A \rangle$, quando lançado obliquamente. O erro percentual é

$$\frac{|\text{valor médio experimental} - \text{valor teórico}|}{\text{valor teórico}} \times 100\%.$$

3. Determine o desvio padrão, σ_A , dos alcances experimentais. Quantos dos 10 lançamentos da Parte B caíram no intervalo de $\langle A \rangle - \sigma_A$ até $\langle A \rangle + \sigma_A$?