

Canhão de batatas à ar comprimido

Ricardo do Monte

Aluno do 3º ano do curso de Licenciatura em Física (2011)



Introdução

Canhões pneumáticos portáteis são comuns em jogos de esportes em geral nos Estados Unidos onde são usadas para projetar itens como camisas ou acondicionados de alimentos para a plateia. Eles tendem a ser fabricados com materiais de maior qualidade que um canhão de batata médio pneumático, mas eles usam os mesmos métodos de operação.

Conceitos físicos relacionados

Conservação do momento linear, movimento parabólico (movimento de projéteis), aerodinâmica, teoria cinética dos gases e dinâmica dos fluídos.

Materiais necessários para construção

- ✓ Duas medidas de canos PVC: 25mm e de 50mm, a de 25mm serão necessários dois pedaços;
- ✓ Uma tampa, para o cano de 50mm que será encaixada na ponta traseira do canhão;
- ✓ Um redutor de cano, de 50mm para 25mm;
- ✓ Uma luva que serve para encaixar no redutor;
- ✓ Um registro de um quarto de uma volta;

- ✓ Cola de cano PVC para juntas as peças;
- ✓ Uma lixa D'Água 320;
- ✓ Um bico (válvula) de pneu;
- ✓ Furadeira e broca com cerca de 12mm, para perfurar a tampa;
- ✓ Uma bomba de encher pneu de bicicleta.

Montagem

1. Com todos os materiais viabilizados (Figura1), comece a lixar as extremidades dos canos (Figura 2);



Figura 1.



Figura 2.

2. Fure a tampa 50mm, e em seguida insira o bico de pneu através do orifício (Figura 3);



Figura 3.

3. Comece a juntar as peças: Encaixe a parte menor do cano 25mm no registro, e do outro lado encaixe o redutor (figura 4);



Figura 4.

4. Encaixe o redutor na luva 50mm, não se esqueça de lixar a extremidade do mesmo, antes de colar (Figura5);



Figura 5.

5. Agora encaixe o cano 50mm na outra extremidade da luva, e a tampa pronta com a válvula (bico de pneu) (Figura 6);



Figura 6.

6. Para finalizar encaixe o cano maior de 25 mm na outra extremidade do canhão (figura 7);



Figura 7.

7. O seu canhão de batatas está quase pronto espere a cola secar, cerca de 1 hora.

Dicas de montagem

A tampa simples pode ser substituída por uma tampa com rosca, para facilitar na manutenção, caso a válvula estrague.

Funcionamento

Acople a bomba de ar no canhão, dê mais ou menos vinte bombadas, em seguida fure uma batata com a ponta do brinquedo, e mire em um local onde não há ninguém, para que não haja acidentes. Pode-se disparar em linha

reta ou inclinada com a horizontal. Ao abrir o registro, o ar comprimido irá escapar expulsando o projétil (pedaço de batata) devido à pressurização do ar.

Possibilidades de utilização no ensino de Física

É um brinquedo simples e fácil de fazer, que consiste basicamente em um disparador por pressão de ar.

Com este modelo, podem-se demonstrar muitos fenômenos físicos, entre eles, a Conservação do Momento Linear e o Movimento de Projéteis.

Para começar podemos apontar o canhão para uma direção que esteja inclinada em relação ao plano horizontal. Ao efetuar um disparo, o projétil faz uma trajetória parabólica, até atingir o solo. (ver figura 8)

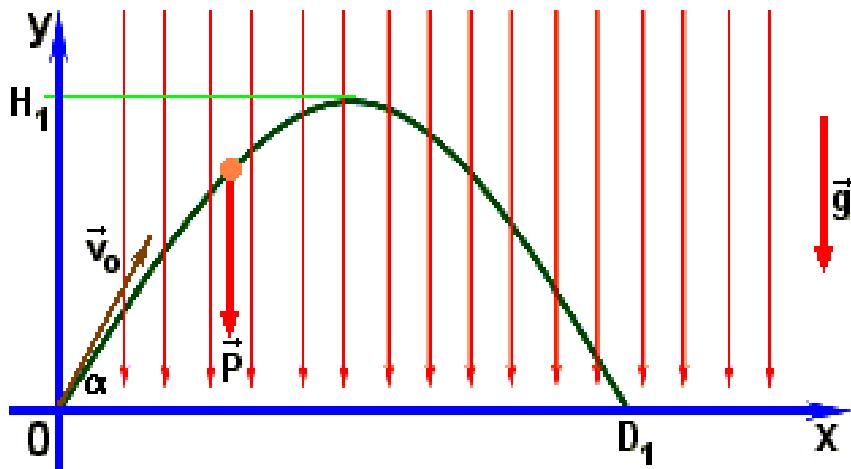


Figura 8.

Considere que o projétil é lançado com velocidade V_0 numa direção que forma com a horizontal um ângulo θ . Desprezada a resistência do ar, o móvel fica sob a ação exclusiva de seu peso e sujeito apenas, portanto, à aceleração da gravidade. A trajetória descrita em relação à Terra, é uma parábola (ver figura 2).

A distância horizontal que o projétil percorre desde o lançamento até o instante em que retorna ao nível horizontal do lançamento, é denominado *Alcance (R)*. O máximo deslocamento do projétil na direção vertical chama-se *Altura máxima (H)* do lançamento.

O movimento descrito pelo projétil pode ser considerado como resultado da composição de dois movimentos simultâneos e independentes: um movimento vertical uniformemente variado, cuja aceleração é a da gravidade e um movimento horizontal uniforme, pois na horizontal não há aceleração.

Movimento Vertical

Consideremos um eixo Oy com origem no ponto de lançamento e orientado para cima. A aceleração escalar do movimento vertical é:-g.

Se projetarmos a velocidade de lançamento V_0 na direção do eixo Oy, obteremos a velocidade vertical inicial V_{oy} , cujo módulo é dado pela equação 1:

$$V_{oy} = V_0 \operatorname{sen} \theta$$

Onde θ é a inclinação do corpo do canhão com relação a horizontal.

Sob a ação da gravidade, o módulo da velocidade vertical V_y diminui à medida que o projétil sobe, anula-se no ponto mais alto e aumenta (apresentando valor contrário) à medida que o corpo desce.

Como o movimento na direção vertical é uniformemente variado, vales as equações 2,3 e 4:

$$2 \quad y = V_{0y}t + \frac{\alpha t^2}{2}$$

$$3 \quad V_y = V_{0y} + \alpha t \quad \text{Onde } \alpha \text{ é a aceleração} \quad \alpha = -g \text{ (eq. 5)}$$

$$4 \quad V_y^2 = V_{0y}^2 + 2\alpha y$$

No ponto mais alto da trajetória:

$$6 \quad y = H$$

$$7 \quad V_y = 0$$

Na equação de Torricelli:

$$V_y^2 = V_{0y}^2 + 2\alpha y$$

$$0 = V_{oy}^2 + 2(-g)H$$

$$2gH = V_{oy}^2$$

Como $V_{oy} = V_0 \operatorname{sen} \theta$

$$8 \quad H = \frac{V_0^2 \operatorname{sen}^2 \theta}{2g}$$

Essa é a equação (8) para se calcular a altura máxima do projétil na trajetória.

Movimento horizontal

Consideremos um eixo Ox com origem no ponto de lançamento e orientado no sentido da Velocidade horizontal V_x , dada pela projeção sobre esse eixo da velocidade de lançamento V_0 Cujo módulo vale:

$$9 \quad V_x = V_0 \cos\theta$$

Em qualquer ponto da trajetória em que o projétil esteja, a velocidade horizontal é sempre a mesma:

$$V_x = \text{constante}$$

Assim sendo um movimento uniforme, a função horária do movimento horizontal pode ser escrita pela equação 10:

$$10 \quad x = V_x t$$

Quando o projétil retorna ao nível de lançamento:

$$V_y = -V_{0y} \quad \text{Equação 11}$$

Logo:

$$V_y = V_{0y} + \alpha t \quad \text{onde } \alpha = -g$$

$$-V_{0y} = V_{0y} - gt$$

$$12 \quad t = \frac{2V_{0y}}{g}$$

Durante esse tempo, o móvel alcança horizontalmente a distância R (alcance):

$$x = R$$

Como $x = V_x t$, vem:

$$R = V_x \frac{2V_{0y}}{g} \quad V_{0y} = V_0 \sin\theta \quad \text{mas } V_{0x} = V_0 \cos\theta$$

$$R = (V_0 \cos\theta) 2 \frac{V_0 \sin\theta}{g}$$

$$R = \frac{V_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

Equação 13

Por essa equação verifica-se que o alcance máximo (R_{\max}) para o lançamento, com dada velocidade V_0 é obtido quando:

$$\operatorname{sen}2\theta = 1 \longrightarrow 2\theta = 90^\circ \longrightarrow \theta = 45^\circ$$

Nessa condição ($\theta = 45^\circ$), há uma relação simples entre o alcance (R_{\max}) e a altura (H). Substituindo, nas seguintes equações:

$$\operatorname{sen}^2 45 = \frac{1}{2} \longrightarrow \operatorname{sen}2(45^\circ) = \operatorname{sen}90^\circ = 1$$

Vem :

$$H = \frac{V_0^2 \frac{1}{2}}{2g} \quad \text{equação 14} \quad H = \frac{V_0^2}{4g}$$

$$R_{\max} = \frac{V_0^2 1}{g} \quad \text{equação 15} \quad R_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$$

Comparando temos equação 16: $R_{\max} = 4H$

Portanto, no lançamento com $\theta = 45^\circ$, o alcance máximo é 4 vezes maior que a altura (H) do lançamento.

Atirando com o canhão num ângulo de 45° , facilmente podemos estimar a velocidade inicial do projétil. Como foi suposto não haver resistência do ar, e sabemos que em situações reais como a nossa, existe sim a resistência do ar, somente podemos obter um valor aproximado para essa velocidade e para qualquer outro valor que se queira calcular.

A grandeza física também presente no funcionamento desse canhão é a conservação da quantidade de movimento (momento linear), pois quando o projétil é lançado à frente, o canhão é projetado em sentido contrário para trás, fazendo necessária a equação: O momento Linear é definido pela letra p como sendo:

$$p = m \cdot V \quad \text{Equação 17}$$

Onde m= massa e v = velocidade

A conservação desse momento consiste que o momento linear inicial é igual ao momento linear final.

Para o nosso canhão, no inicio, ele está parado, então:

$$p = (m_c + m_p) \cdot V \quad \text{equação 18}$$

Onde m_c = massa do canhão e m_p =massa do projétil (batata)

Mas como o canhão está parado, $V=0$, então temos:

$$p = (m_c + m_p) \cdot V = 0 \quad \text{equação 19}$$

Depois de acionado, o projétil vai para frente e o canhão é projetado para trás, adotando o sentido do projétil como sendo o positivo, o canhão tem então uma velocidade negativa e o projétil, positiva. Então o momento linear depois do disparo tem que ser igual ao inicial, que é zero:

$$p = m_c \cdot V_c + m_p \cdot V_p = 0 \quad \text{equação 20}$$

onde m_c = massa do canhão e m_p = massa do projétil

$$m_c \cdot V_c = - m_p \cdot V_p$$

$$V_p = -\frac{m_c}{m_p} V_c$$

Equação 21

A partir desta equação, podemos calcular a velocidade com que o projétil sai do canhão. Em virtude do projétil possuir uma pequena massa, ele possui uma grande velocidade, inversamente proporcional ao do canhão que possui uma grande massa e uma pequena velocidade de recuo, podendo o mesmo ser controlado pelas mãos do atirador. No caso do canhão de batatas o recuo não é perceptível quando disparamos o projétil.

Devido à pressão de ar, o canhão envolve também o conceito: “teoria cinética dos gases”, pois as moléculas de ar estão se chocando umas com as outras lá dentro da câmara do canhão e são elas que fazem a pressão dos gases, e quando colocamos mais ar dentro da câmara, são mais moléculas que estarão se chocando lá dentro da câmara do canhão, fazendo mais pressão, daí ao abrirmos o registro, a pressão irá escapar de uma vez “violentamente” tendo como próximo obstáculo, o projétil, que será disparado como consequência disso.

Com este brinquedo pode-se trabalhar vários conceitos físicos tais como a conservação do momento linear e do lançamento oblíquo de projéteis

fazendo com que se torne interessante trabalhar a experiência com alunos, pois com isso o brinquedo se torna algo interativo para eles, incentivando-os para o aprendizado, no qual eles poderão trabalhar com medições possíveis tais como: o tempo de vôo do projétil, o ângulo de inclinação do canhão e o alcance do projétil, e a velocidade inicial do projétil ao ser lançado e uma relação da velocidade de recuo do canhão.

Referências

<http://www.uhull.com.br0412terca-experiencia-como-fazer-um-canhao-de-batatas>

Ramalho – Nicolau - Toledo, Os Fundamentos da Física, vol. 01, 7^a edição, 1999, Editora Moderna.

Halliday – Resnick – Walker, Fundamentos de Física, vol. 01, 4^a edição, 1993, Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.