9.3 Experimento 3: Lançamento Horizontal

9.3.1 Objetivos Gerais

- ✓ Identificar corretamente a grandeza alcance em um lançamento horizontal de projétil a partir de uma rampa;
- ✓ Executar corretamente as medidas do alcance com o seu respectivo desvio;
- ✓ Relacionar a altura da posição de largada do móvel com o alcance;
- ✓ Determinar a velocidade total, no ponto de lançamento e no ponto de impacto com o solo;
- ✓ Utilizar o princípio de conservação de energia para determinar a velocidade de lançamento da esfera (ao abandonar a rampa);

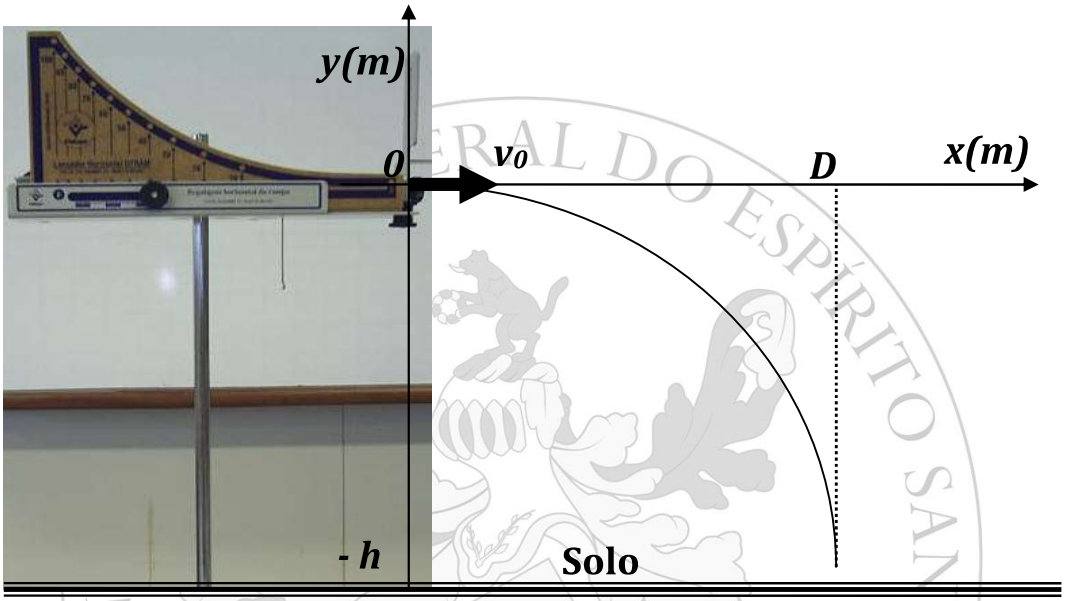
9.3.2 Material Necessário

- ✓ Uma rampa principal, sustentação regulável para apoio da esfera alvo e suporte com esfera para os acessórios;
- ✓ Um conjunto de sustentação com escala linear milimetrada, haste e sapatas niveladoras e amortecedoras;
- ✓ Um fio de prumo com engate rápido;
- ✓ Uma esfera metálica para lançamento;
- ✓ Uma folha de papel carbono;
- ✓ Uma folha de papel de seda;
- ✓ Fita adesiva;
- ✓ Um lápis;
- ✓ Uma régua milimetrada;
- ✓ Um compasso;
- ✓ Um paquímetro;
- ✓ Uma folha de papel milimetrado.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

9.3.3 Fundamentação teórica

Um corpo é solto, a partir do repouso do conjunto de sustentação e rampa, conforme é ilustrado na figura abaixo.



Ele passa pelo ponto (0,0) com velocidade inicial ***v(0)= v₀* m/s**, num tempo inicial ***0 s*.** Ele cai num movimento de queda livre de uma altura ***h* (m).** *T*omamos o referencial no topo da altura, portanto sua posição inicial é zero. Medimos o tempo de queda ***t* (s)** até um atingir a distância d do eixo horizontal e o solo abaixo da linha de referencial. Usando a equação horária:

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{g}t^2,$$

Sabemos que $\vec{v}_0 = v_0\hat{i},\ \vec{r}_0 = 0,\ \vec{r}(t_q) = D\hat{i} + h(-\hat{j})$, sendo t_q o tempo da queda. Substituindo a velocidade inicial, a posição inicial e a posição final, tiramos então o conjunto de equações:

UFES CEUNES
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

$$t_q = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad t_q = \frac{D}{v_0}.$$

Igualando os tempos acima, a velocidade inicial será,

$$v_0 = D\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

Por outro lado, quando utilizamos a conservação da energia, é possível demonstrar que a velocidade na saída da rampa é:

$$v_0 = \sqrt{\frac{10}{7}gh}$$

9.3.4 Montagem

- ✓ Nivele a base da rampa;
- ✓ Estique primeiramente a folha de papel carbono virada para cima sobre a mesa prendendo-a com fita adesiva, depois estique a folha de papel de seda e a prenda por cima do papel carbono;
- ✓ Utilizando o prumo, marque no papel a posição x_0 que fica verticalmente abaixo da saída da rampa.

9.3.5 Procedimento Experimental

1. Meça com uma régua milimetrada a altura do tripé (com incerteza), do tampo da mesa até a saída da rampa (h ± Δh).

h ± Δh =

2. Meça o peso da esfera (P ± ΔP) utilizando o dinamômetro. Com a ajuda de um paquímetro meça o valor do diâmetro da esfera e calcule o raio (r ± Δr), com

incerteza. Depois, você utilizará g = (9,80 ± 0,01) m/s^2, para calcular a massa da esfera (m ± Δm). Anote os valores na tabela 1.

Tabela 1 – Valores medidos de peso e raio para a esfera.

P ± ΔP	m ± Δm	r ± Δr

3. Solte a esfera metálica do ponto de desnível 20 mm existente na escala da rampa. Avalie a incerteza desta medida. Ela percorrerá a canaleta e fará um voo até colidir com o papel carbono. (O aluno deve estar atento para que a esfera "pique" somente uma vez sobre o papel).

4. Repita o processo acima em 10 lançamentos. Com um compasso desenhe um círculo reunindo em seu interior as marcas produzidas pelos lançamentos. A medida do raio deste círculo (R_c) fornece a "imprecisão máxima da medida do alcance" ou "desvio da medida do alcance" representando a medida da incerteza deste experimento. O valor médio do alcance é dado pela distância entre a marca x_0 (feita abaixo do prumo) e a marca x_c correspondente ao centro do círculo traçado.

5. Caso algum lançamento caia muito distante dos demais, despreze-o e refaça o lançamento.

6. Agora repita os procedimentos 2 – 4 com os desníveis (h) de 50, 80 e 100 mm avaliando as respectivas incertezas.

7. Tome o ponto médio das marcas feitas pela bola nos lançamentos com cada desnível **h** como sendo $\mathbf{x_c}$ para aquela altura h. Complete a tabela abaixo.

Tabela 2 – Lançamento feitos.

Marca na Escala da Rampa	Alcance Horizontal Médio ($\mathbf{X_c}$)	Incerteza em $\mathbf{X_c}$
20 mm		
50 mm		
80 mm		
100 mm		

9.3.6 O que Incluir no Relatório.

- O módulo do vetor velocidade na saída da rampa pode ser obtido com o uso das equações para conservação de energia e as equações das trajetórias. Calcule a velocidade por estes dois métodos para a esfera lançada nos quatro desníveis do procedimento experimental. Compare os resultados e monte uma tabela, com os cálculos obtidos.

- Para ficar mais claro: calcule a velocidade por dois métodos distintos e comparem os resultados.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
DOCETE OMNES GENTES