



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

10.3 Experimento 7: Conservação da Quantidade de Movimento

10.3.1 Objetivos Gerais

- ✓ Verificar a lei da conservação do momento linear em colisões frontais e laterais.

10.3.2 Materiais Necessários

- ✓ 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 maior para lançamento;
- ✓ Uma esfera metálica menor para lançamento;
- ✓ Uma folha de papel carbono;
- ✓ Uma folha de papel de seda;
- ✓ Fita adesiva;
- ✓ Um lápis;
- ✓ Uma régua milimetrada;
- ✓ Um compasso;
- ✓ Um paquímetro.

10.3.3 Montagem

- ✓ Nivela 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.



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

10.3.4 Procedimento Experimental

Parte 1 - Determinação da Velocidade da Esfera maior para o desnível de 100 mm

1. Meça com uma régua milimetrada a altura do tripé (com incerteza), do tampo da mesa até a saída da rampa ($h \pm \Delta h$).

$h \pm \Delta h =$

2. Meça o peso da esfera maior (P_G) utilizando o dinamômetro. Meça o peso da esfera menor (P_P). Com a ajuda de um paquímetro meça o diâmetro da esfera maior e da esfera menor e calcule o raio das respectivas esferas (r_G e r_P). Depois, você utilizará $g = (9,80 \pm 0,01) \text{ m/s}^2$, para calcular a massa da esfera ($m \pm \Delta m$). Anote os valores na Tabela 1.

Tabela 1 – valores medidos de peso e raio para as esferas maior e menor.

$m_G \pm \Delta m_G$	$m_P \pm \Delta m_P$	$r_G \pm \Delta r_G$	$r_P \pm \Delta r_P$

3. Solte a esfera metálica maior do ponto de desnível 100 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. Anote na próxima página, o valor de x_c com sua incerteza.



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

Tabela 1 – Lançamento feitos.

Marca na Escala da Rampa	Alcance Horizontal Médio (X_c)	Incerteza em X_c
100 mm		

Parte 2 - Determinação da quantidade de movimento numa colisão frontal (com base na conservação da quantidade de movimento horizontal de duas esferas diferentes).

1. Coloque a esfera menor sobre o suporte da esfera alvo e regule o sistema para a esfera metálica maior se choque frontalmente com ela ao abandonar a rampa de acordo com a Figura 1.
2. Solte a esfera metálica maior do ponto de desnível 100 mm existente na escala da rampa. Ela percorrerá a canaleta e fará um voo até colidir, primeiro com a esfera menor e depois com o papel carbono. (O aluno deve estar atento para que a esfera “pique” somente uma vez sobre o papel).
3. Assinale com 1p e 1g os pontos de impacto das esferas menor e maior, respectivamente.
4. Refaça mais cinco choques, assinalando os pontos 2p, 3p, 4p e 2g, 3g e 4g e trace os círculos de imprecisão marcando seus centros como C_p e C_g .
5. Localize e identifique como X_G e X_P os vetores deslocamentos horizontais de cada esfera. Determine no relatório as velocidades V_{XG} e V_{XP} .

Tabela 2 – Valores medidos de alcance horizontal para as esferas maior e menor.

$X_G \pm \Delta X_G =$	
$X_P \pm \Delta X_P =$	

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

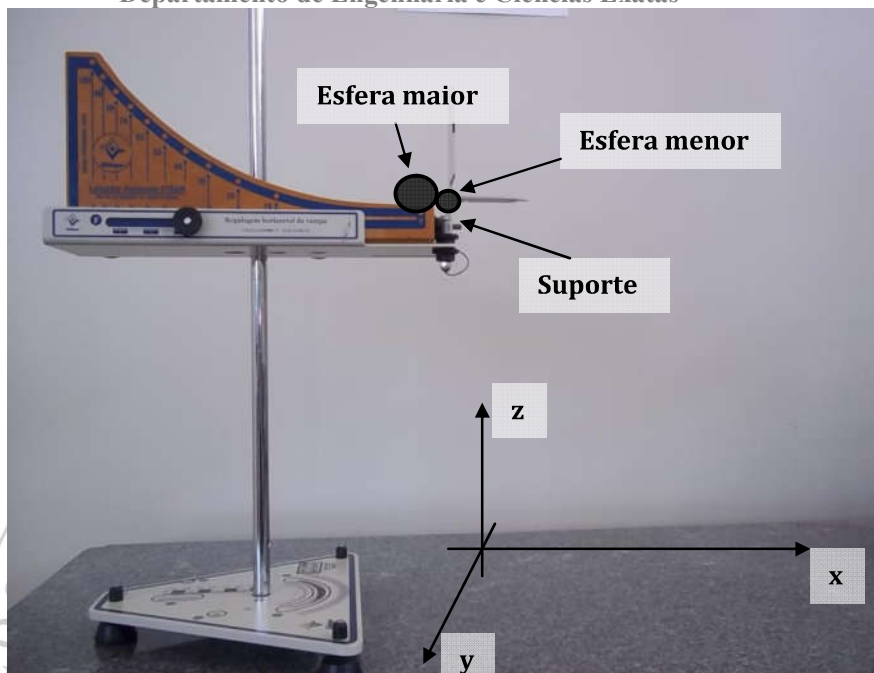


Figura 1 – Montagem experimental para o lançamento horizontal.

Obs 1: A distância entre a saída da rampa e o parafuso de apoio da esfera alvo (Δx) deve ser escolhida de forma a minimizar o atrito com a rampa de apoio e reduzir a transferência de momento ao suporte da esfera alvo.

Obs 2: Ao ocorrer o choque, a esfera incidente deve tocar a esfera alvo na sua seção reta equatorial.

Parte 3 - Conservação da quantidade do movimento numa colisão lateral de duas esferas diferentes (com base na conservação da quantidade de movimento horizontal).

1. Coloque a esfera metálica menor sobre o suporte da esfera alvo e regule o sistema para que a esfera metálica maior se choque na lateral da esfera menor ao abandonar a rampa. Obs: Ao ocorrer o choque, a esfera incidente deve encontrar $\pm 1/3$ da região equatorial da esfera alvo em sua frente.
2. Repita os itens 2 – 5 da parte 2 deste experimento.
3. Desenhe sobre o papel, uma linha média que passa sobre o ponto onde as esferas colidiram. Esta servirá como referência para calcular a distância

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Departamento de Engenharia e Ciências Exatas

lateral (eixo Y). Determine com isto, os valores de Com isto, você poderá calcular a componente Y da velocidade da esfera maior ($\mathbf{v}_{YG}$), com incerteza.

4. Meça a distância entre esta linha até o ponto central que a esfera menor caiu ($\mathbf{y}_P$). Calcule a componente Y da velocidade da esfera menor ($\mathbf{v}_{YP}$), com incerteza.
5. Meça a distância entre esta linha até o ponto central que a esfera maior caiu ($\mathbf{y}_G$). Calcule a componente Y da velocidade da esfera maior ($\mathbf{v}_{YG}$), com incerteza.
6. Complete a Tabela 3.

Tabela 3 – valores medidos de alcance nas direções x e y das esferas maior e menor, durante a colisão lateral.

Esfera Maior	$X_G \pm \Delta X_G =$	
	$Y_G \pm \Delta Y_G =$	
Esfera Menor	$X_P \pm \Delta X_P =$	
	$Y_P \pm \Delta Y_P =$	

10.3.5 O que Incluir no Relatório do Experimento

- O módulo do vetor velocidade **na saída da rampa** pode ser obtido com o uso das equações das trajetórias. Calcule a velocidade por este método para a esfera lançada no desnível de 100 mm. Calcule a incerteza na velocidade. Esta será a velocidade da esfera maior antes da colisão.

1. Para o impacto frontal:

- calcular o módulo do vetor quantidade de movimento horizontal da esfera maior, com incerteza, quando esta deixa a rampa antes de colidir com a esfera pequena ?
- É possível provar que houve conservação da quantidade de movimento? Mostre que sim ou não, calculando a quantidade de movimento total após a colisão, levando em consideração as incertezas.



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

2. Para o impacto lateral:

- É possível provar que houve conservação da quantidade de movimento nas duas direções ? Mostre que sim ou não, calculando a quantidade de movimento, antes e após a colisão, nas direções x e y , levando em consideração as incertezas.

Obs: Na direção y , o valor final da quantidade de movimento deverá ser nula. Explique.

