

ROTEIRO 13: Colisões - conservação da quantidade de movimento numa colisão frontal e lateral

Objetivos:

1. Verificar a conservação da quantidade de movimento numa colisão frontal e lateral, com base na conservação da quantidade de movimento horizontal de duas esferas.
2. representar vetorialmente a quantidade de movimento de um corpo;

Preparação

Revise a operação com vetores;

Revise os conteúdos sobre lançamento de projéteis pois será necessário reconhecimento do movimento parabólico como uma composição de dois movimentos perpendiculares: MRU, na direção horizontal e MRUV na direção vertical (Roteiro 7 – lançamento de projéteis);

Dominar os conceitos de conservação da energia mecânica e quantidade de movimento.

Material Necessário:

- um conjunto para lançamentos horizontais (1);
- Duas esferas de aço;
- uma esfera de vidro;
- um tripé (2);
- três sapatas niveladoras (opcional) (3);
- duas folhas de papel carbono;
- duas folhas de papel sulfite;
- dez centímetros de fita adesiva;
- um lápis;
- uma régua;
- um compasso;

Procedimento experimental

Antes de começar o experimento observe os equipamentos que serão utilizados nas medições e anote a precisão de cada um em seu caderno de laboratório.

Montagem

- Coloque o conjunto para lançamentos horizontais no tripé.
- O conjunto sugerido possui um fio de prumo ao final da rampa que indica o ponto de lançamento da esfera. Regule a altura da rampa para que o fio de prumo fique aproximadamente a 5 mm da mesa.
- Ainda no final da rampa existe um parafuso que serve como suporte para posicionar uma das bolinhas.
- Utilize o nivelador para nivelar horizontalmente a rampa de lançamento. É de suma importância o nivelamento horizontal da saída da rampa para garantir a ausência do componente vertical do vetor velocidade no momento do lançamento da esfera.

- Cole as duas folhas de papel sulfite com a fita adesiva, de forma a dobrar o seu tamanho. Posicione as duas folhas de papel carbono sobre as folhas de papel sulfite, porém sem fixá-las
- Após encontrar a posição mais conveniente, fixe os papéis sobre a mesa com um pequeno pedaço de fita adesiva.
- Verifique se a esfera de aço, ao descer pela rampa, rola sobre o fundo da guia ou se as bordas da guia impedem que a esfera toque o fundo. Este detalhe será importante para se determinar a velocidade de translação da esfera.

Prática 1 – Colisão Frontal

Execução

Determine o diâmetro da esfera de metálica e seu desvio. _____

Determine o diâmetro da esfera de vidro e seu desvio. _____

Faça a medida da massa das duas esferas: $m_m =$ _____
 $m_v =$ _____

Inicialmente será necessário determinar a velocidade de lançamento e a quantidade de movimento da esfera metálica, que posteriormente colidirá na esfera de vidro.

Somente esfera metálica:

Serão feitos lançamentos da esfera de aço e tomadas as medidas do alcance de cada lançamento. O ponto de onde a esfera é lançada na extremidade mais baixa da rampa é chamado de posição inicial de lançamento horizontal e o ponto de onde a esfera é abandonada próximo à extremidade superior da rampa é chamado de posição de abandono.

1. Marque a projeção da posição inicial de lançamento horizontal sobre o papel sulfite.
2. Meça a altura do ponto de lançamento horizontal, em relação à mesa sobre o qual o experimento é realizado.
3. Meça, na rampa, a posição de abandono e determine sua altura em relação à posição de lançamento horizontal. Preferencialmente lance a esfera do ponto mais alto possível, o ponto de 10 cm.
4. Assinale o ponto "O", sobre a folha de papel carbonado, verticalmente abaixo do fio de prumo (observe que este ponto é a projeção sobre o eixo horizontal do ponto onde ocorrerá a colisão).
5. Solte a esfera, cinco vezes seguidas, do ponto de abandono. Marque estes pontos com a letra m, significando esfera metálica.
6. Trace uma reta auxiliar que passe pelos pontos "O" e "C" (centro da circunferência que engloba os 5 pontos de lançamento) da folha carbonada (note que esta será a reta suporte do vetor quantidade de movimento inicial, \vec{P}_i da esfera metálica).
7. Trace, na folha carbonada (sem removê-la), o vetor quantidade de movimento inicial da esfera de aço, \vec{P}_i , utilizando escala 5 cm = 0,1 kg.m/s.
8. Determine a quantidade de movimento horizontal da esfera de aço ao abandonar a rampa com seu respectivo desvio.

Esfera metálica e esfera de vidro:

9. Coloque a esfera de vidro sobre o suporte da esfera alvo e regule o sistema para que a esfera metálica, ao abandonar a rampa, choque-se frontalmente

com a esfera alvo, conforme a Figura 1.

- A distância Δ_x entre o final da rampa e a esfera de vidro deve ser aproximadamente 2,5 vezes o raio da esfera alvo.
- Ao ocorrer o choque, a esfera incidente deve tocar a esfera alvo na sua secção equatorial (caso necessário, suba ou desça o parafuso do suporte, de modo a consegui-lo).
- Fique atento para que a esfera de metal não toque no suporte da esfera de vidro (parafuso). Faça diversos testes sem o papel carbono antes de iniciar as medidas.

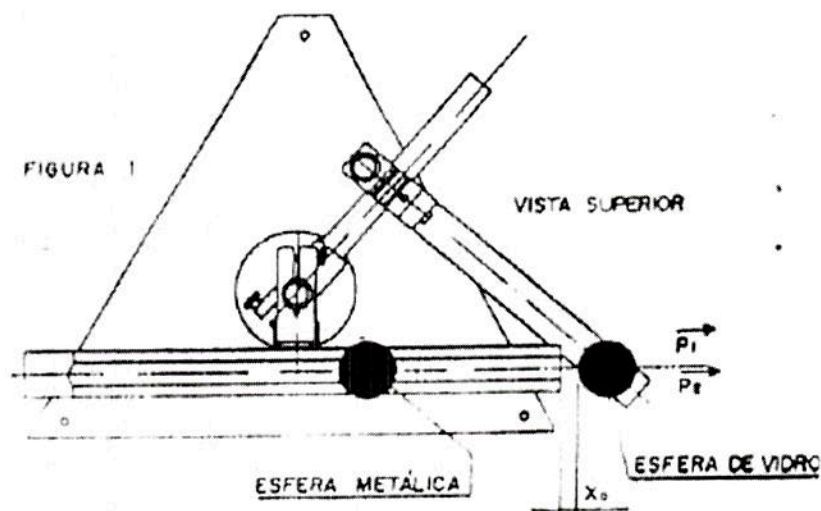


Figura 1 – Vista superior do esquema de montagem para colisão frontal.

- Assinale o ponto "O", sobre a folha de papel carbonado, verticalmente abaixo do fio de prumo (observe que este ponto é a projeção sobre o eixo horizontal do ponto onde ocorrerá a colisão).
- Abandone a esfera metálica do ponto 10 cm para que ela se choque com a esfera de vidro posicionada no suporte no final da rampa. Assinale com 1v e 1m, os pontos em que as esferas de vidro e metálica tocaram o papel carbonado. Repita este procedimento pelo menos 5 vezes.
- Trace os círculos de imprecisão e marque seus centros " C_v " e " C_m ".
- Após o choque, trace o vetor deslocamento horizontal de cada esfera, a partir do ponto "O", fornecido pelo prumo, e identifique-os como \vec{d}_1 e \vec{d}_2 .
- Utilizando as equações da queda livre, determine o intervalo de tempo que as esferas ficam em voo.
- Calcule as velocidades v_{x1} e v_{x2} das esferas de vidro e de metal, respectivamente, a partir de seus deslocamento e tempos de queda., com seus respectivos desvios.
- Determine o módulo do vetor quantidade de movimento de cada esfera e seu respectivo desvio.
- Grafique, na folha carbonada, os vetores \vec{p}_1 e \vec{p}_2 , utilizando escala 5 cm = 0,1 kg.m/s. Qual a direção e o sentido de cada vetor?
- Determine o vetor resultante da soma \vec{p}_1 e \vec{p}_2 .
- Compare o vetor resultante (\vec{p}) com o vetor quantidade de movimento inicial da esfera metálica (\vec{p}_i) (item 7).

QUESTOES

- Conforme suas medições, imprecisões e observações, como você diria que se comporta o vetor quantidade de movimento total numa colisão frontal?
- Discuta a conservação da quantidade de movimento. Neste caso faça considerações sobre os desvios.

Prática 2 - Colisão lateral com duas esferas metálicas iguais

Montagem

Igual à da atividade anterior

Execução

Determine o diâmetro das duas esferas metálicas e seus desvios. _____

Faça a medida da massa das duas esferas e seus desvios _____
(Neste caso é recomendado utilizar a mesma esfera metálica utilizada na prática 1, visto que os dados e a velocidade de lançamento já foram determinadas).

Inicialmente é necessário obter o vetor quantidade de movimento para a esfera incidente (esfera que é lançada do ponto 10 cm). Faça o lançamento por cinco vezes assinalando seus pontos de impacto no papel carbonado.

Trace seu vetor deslocamento e determine o vetor (\vec{p}) quantidade de movimento inicial, ou seja, antes do choque das esferas.

Coloque uma das esferas metálicas sobre o suporte da esfera alvo e regule o sistema de modo que a esfera incidente (também metálica) ao abandonar a rampa, se choque com a esfera alvo lateralmente, conforme a Figura 2.

- A distância Δ_x entre o final da rampa e a esfera de vidro deve ser aproximadamente 2,5 vezes maior que o raio da esfera alvo.
- Ao ocorrer o choque, a esfera incidente deve encontrar $\pm 1/3$ da esfera alvo em sua frente.
- Fique atento para que a esfera de metal a ser lançada não toque no suporte (parafuso) após a colisão. Faça diversos testes sem o papel carbono antes de iniciar as medidas.

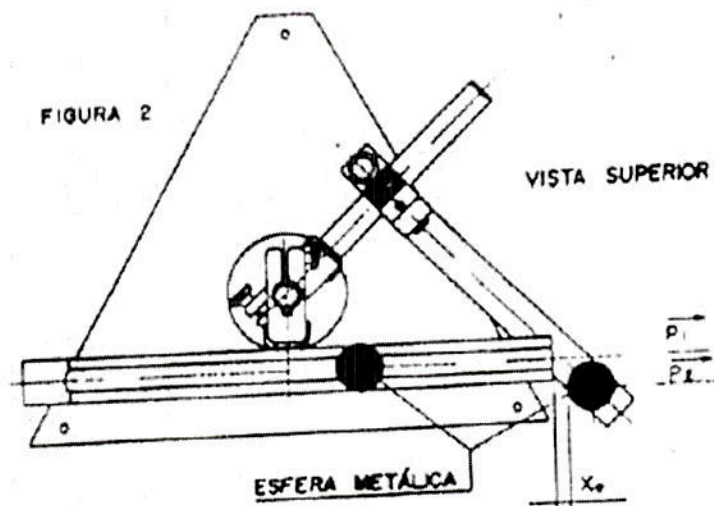


Figura 2 – Vista superior do esquema de montagem para colisão lateral.

Abandone a esfera metálica do topo da rampa ($h = 10 \text{ cm}$). Descreva o ocorrido e assinale com I_1 e A_1 os pontos em que as esferas incidentes e alvo tocaram o papel carbonado. Repita este procedimento de colisão pelo menos 5 vezes. Trace os círculos de imprecisão e marque seus centros " C_{m1} " e " C_{m2} ".

Após o choque, trace na folha carbonizada o vetor deslocamento horizontal de cada esfera, identificando-os.

Determine as velocidades v_{x1} e v_{x2} das esferas.

Determine o módulo e grafique os vetores \vec{p}_I e \vec{p}_A , após a colisão.

Determine o módulo e grafique o vetor resultante (\vec{p}_R), quantidade de movimento do sistema de colisão.

QUESTÕES

- Compare a quantidade de movimento, antes do choque, com a quantidade de movimento resultante do sistema (\vec{p}_R), depois do choque.
- Faça considerações sobre a conservação de energia. Neste caso, considere os desvios em cada grandeza.

Opcional

Repita os procedimentos anteriores, para a esfera incidente de metal e a esfera alvo de vidro, para que ocorra um choque não frontal (denominado choque leve ou colisão lateral).