Tabelas

1. Massas das esferas

|  |  |
| --- | --- |
| Esferas | Massas (g) |
| Projétil lançamento 1 (m1=m2) | 28,4 (falta adicionar as incertezas) |
| Alvo lançamento 1 (m1=m2) | 28,4 |
| Projétil lançamento 2 (m1>m2) | 28,4 |
| Alvo lançamento 2 (m1>m2) | 20,0 |
| Projétil lançamento 3 (m1<m2) | 28,4 |
| Alvo lançamento 3 (m1<m2) | 43,6 |

Tabela1. Dados obtidos através de uma balança digital, cujas notações m1 e m2 indicam, respectivamente, as massas das esferas projétil e alvo.

Obs: A incerteza obtida na medida da massa é negligente (vide ANEXO I)

2. Alcance e velocidade inicial da esfera projétil para massas variadas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Relação entre as massas | Alcance da esfera projétil sem colisão (m) | Velocidade inicial da esfera projétil (m/s) |
| m1=m2 | 0,369 ± 0,002 | 1,973 |
| m1>m2 | 0,369 ± 0,002 | 1,973 |
| m1<m2 | 0,369 ± 0,002 | 1,973 |

Tabela2. Os dados para o alcance foram obtidos experimentalmente enquanto as velocidades foram calculadas (vide ANEXO I). Note que os resultados para o alcance e velocidade são os mesmos, uma vez que a mesma esfera foi utilizada como projétil para os 3 lançamentos. As notações m1 e m2 indicam, respectivamente, as massas das esferas projétil e alvo.

Cálculos

Para determinar a velocidade inicial do projétil, temos:

Para o eixo y (g ):

t=

Para o eixo x:

v=

Tal que:

v = velocidade inicial do projétil (m/s)

t = tempo (s)

d = alcance do projétil sem colisão (m) = 0,369

h = altura da extremidade mais baixa da rampa (m) = 0,172

Substituindo, temos que v = 1,973 m/s

3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Relação entre as massas | Alcance da esfera alvo (m) | Velocidade final da esfera alvo (m/s) | Velocidade final prevista da esfera alvo (m/s) |
| m1=m2 | 0,355 | 1,898 | 1,973 |
| m1>m2 | 0,450 | 2,406 | 2,315 |
| m1<m2 | 0,278 | 1,487 | 1,556 |

Tabela 3. As notações m1 e m2 indicam, respectivamente, as massas das esferas projétil e alvo. Dados obtidos experimentalmente e através de cálculos (vide ANEXO I).

A fim de desenvolver um jogo em que ocorrem colisões realistas, foram investigados três diferentes tipos de choque nesse experimento: entre massas iguais (I), entre uma massa menor lançada em direção a uma massa maior (II) e entre uma massa maior lançada em direção a uma massa menor (III). Em todos os casos a massa atingida teve velocidade inicial nula. O principal objetivo do experimento foi determinar empiricamente a velocidade dessa massa após o choque. Para isso, foram feitos lançamentos livres - sem colisões - para medir a velocidade inicial da massa a ser lançada.

Previram-se analiticamente os resultados da velocidade inicial da massa a ser lançada (vpi) e da velocidade da massa atingida após o choque (va). A primeira foi calculada usando a conservação da energia mecânica, como a soma da energia cinética a energia potencial gravitacional. A segunda foi calculada usando a conservação do momento linear e a conservação da energia cinética, pois assumiu-se que o choque entre as massas é perfeitamente elástico. Assim obtivemos no caso I que va = vpi, no caso II que va < vpi e no caso III que va > vpi. Vide ANEXO I para o desenvolvimento de contas na íntegra.

Com o intuito de testar essas previsões teóricas, foi alocada uma rampa de madeira para lançar uma esfera de aço (esfera projétil) em outra (esfera alvo), a qual foi colocada em repouso em um pino no final da base da rampa. Ajustou-se a altura do pino para alinhar o centro da esfera alvo com o centro da esfera projétil, a fim de garantir uma colisão frontal. A base da rampa foi colocada em posição horizontal com o auxílio de um nível de bolha de ar. Foi colocada uma caixa de areia sobre a base da rampa para aparar a queda da esfera projétil. Utilizando-se uma régua, definiu-se a altura da base da rampa como 17,2 cm e a altura de lançamento como 47,2 cm. A segunda foi mantida constante prendendo um giz a rampa com fita adesiva. Para medir o alcance da esfera alvo, foi colocada uma cartolina em frente a rampa e uma folha de papel carbono sobre ela. A posição do papel carbono foi escolhida após alguns lançamentos de teste. O ponto de partida da esfera alvo foi marcado na cartolina usando um prumo de linha. Optou-se por lançar a esfera 49 vezes nos lançamentos livres, bem como em cada caso de choque (I, II e III).

Os dados obtidos experimentalmente não coincidiram totalmente com as previsões teóricas. Confirmou-se que no caso I va = vpi, que no caso II va < vpi e que III que va > vpi. No entanto, a velocidade va foi menor que a prevista em todos os casos testados. Foi possível concluir então que o choque entre as esferas de aço não é perfeitamente elástico, o que foi confirmado pelo cálculo do coeficiente de restituição experimental (menor que 1, como pode ser conferido no ANEXO I).

É possível concluir que as colisões reais (não ideais) nunca são perfeitamente elásticas. Assim, uma maneira mais realista de simular os choques no jogo de videogame seria usando um coeficiente de restituição menor que 1.