

## Experimentação

### Lançamento de uma esfera com velocidade inicial conhecida.

**Objetivos:** Verificar as previsões obtidas pela decomposição de movimentos no lançamento de uma esfera.  
Obter a velocidade inicial do lançamento em módulo, direção e sentido.  
Comparar os dados experimentais com as previsões, considerando-se sempre os desvios associados tanto às medições quanto às previsões.

Parte experimental:

Utilize um trilho de ~ 1,5m de comprimento com inclinação suficiente para que uma esfera metálica role livremente. Faça a montagem na beira da mesa, como mostra a ilustração abaixo.



Cole uma folha de papel no chão e coloque um papel carbono sobre a folha de papel, aproximadamente no local onde a esfera vai cair. (Faça tentativas antes de colocar o papel carbono.) A esfera deve iniciar o movimento, partindo do repouso, na extremidade superior da canaleta. Desta forma, o experimento pode ser reproduzido com a mesma velocidade.

**Procedimento:**

1. Inicialmente, faça ensaios do posicionamento do trilho sobre a mesa para que a esfera caia em lugar apropriado. Lembre-se que, se a distância for muito grande, pode dificultar a medição mas a imprecisão da escala fica mais desprezível. Variando a posição inicial da esfera sobre o trilho, a velocidade de lançamento será diferente.
2. Observe se a esfera caindo sobre o papel carbono produz uma marca nítida sobre o papel. Variando o ângulo de inclinação do trilho, a velocidade de lançamento será diferente e, conseqüentemente, a velocidade final.
3. Fixada a posição do trilho, o ângulo de inclinação e a posição inicial da esfera, marque e fixe o arranjo. Anote o ângulo de inclinação medida por trigonometria ou com um transferidor.
4. Faça marcas nítidas no trilho para facilitar as medições de intervalos de tempo necessárias para a determinação da velocidade de lançamento. Um grupo de alunos pode repetir o experimento várias vezes ou, então, vários grupos podem sucessivamente obter os dados experimentais. Organize os grupos de 6 alunos.
5. O grupo de seis alunos poderá ser distribuído para as diversas atividades: um aluno (o nº 1) para dar partida na esfera ao mesmo tempo que sinaliza o início do movimento (por exemplo, um, dois, três, já!). Quatro alunos devem cronometrar o intervalo de tempo entre o início do movimento e a passagem da esfera por diferentes marcas. Um aluno cronometra o intervalo de tempo entre o início do movimento e a chegada da esfera no solo ( $t_4$ ).

6. Meça os comprimentos percorridos pela esfera nos diferentes trechos e anote. O aluno 6 organiza os dados em uma tabela:

$t_1(s)$	$t_2(s)$	$t_3(s)$	$t_4(s)$
Várias medições			
t			
$\Delta t$			

**Obs.:** Antes de começar a tomada de dados, é recomendável que os alunos façam algumas tentativas para acertar as reações.

7. Organize agora outra tabela (agora das velocidades) com os valores médios de tempo obtidos na tabela anterior.

$$v_1 = \frac{\Delta s_1}{t_1} \qquad v_2 = \frac{\Delta s_2}{t_2 - t_1} \qquad v_3 = \frac{\Delta s_3}{t_3 - t_2}$$

Estas velocidades são velocidades médias nos trechos correspondentes. Então, elas devem ser colocadas em um gráfico, lembrando que a velocidade média num intervalo de tempo é a velocidade instantânea no instante intermediário, neste caso,

$$v_0 = 0$$

$$t = 0$$

$$v_1 =$$

$$t_{\frac{1}{2}} =$$

etc.

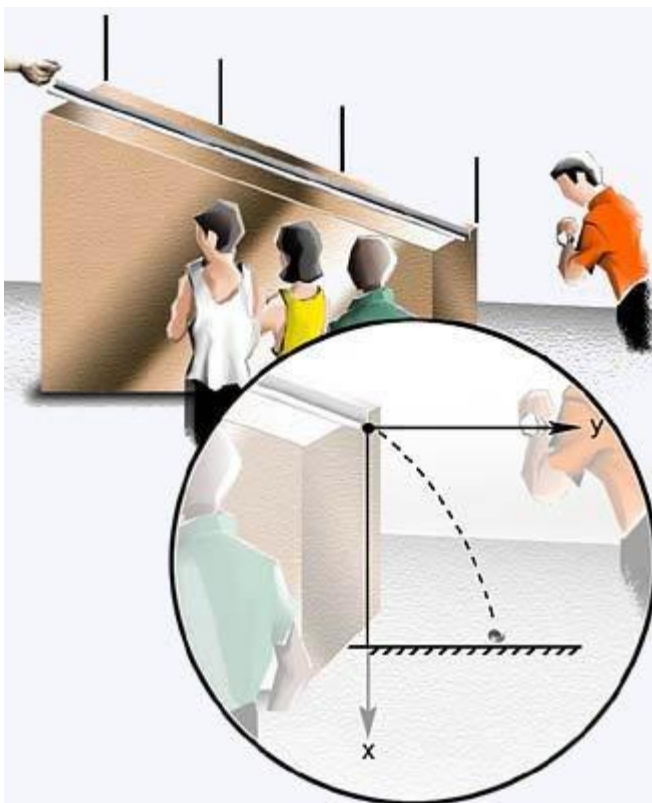
8. Construa o gráfico da velocidade em função do tempo num papel milimetrado e trace uma reta, de modo que alguns pontos fiquem acima e outros abaixo da mesma. Lembre-se que ( $v = 0$  ,  $t = 0$ ) é um ponto experimental.

9. Usando o gráfico construído no item 8, obtenha a velocidade de lançamento  $v_1$  no instante  $t_{1/2}$ .

10. A direção e o sentido da velocidade inicial são obtidos pelo posicionamento do trilho.

**Atenção!** Agora você sabe módulo, direção e sentido da velocidade de lançamento da esfera.

11. A altura de onde a esfera é lançada e o ponto onde ela atinge o chão devem ser medidos e anotados. Não se esqueça de atribuir desvios para essas medidas. Use um sistema de coordenadas como indicado abaixo:



12. Use a decomposição de movimentos e obtenha a posição esperada para a esfera chegar ao solo. Compare com a medida obtida. Veja apêndice teórico, se necessário.

13. Supondo  $g = 9,8m/s^2$ , pode-se calcular também o tempo de queda da esfera depois do lançamento. Esse valor deve ser comparado com o obtido experimentalmente.

### **Demonstrações**

1) Numa tira longa de papel, treine inicialmente para fazer riscos exatamente ao longo de um segmento de reta de aproximadamente 5cm, num movimento de vai-vem. Procure manter a velocidade constante.

Depois que o aluno já estiver acostumado, um segundo aluno deve puxar lentamente o papel, com velocidade constante. É análogo ao cavalo que sobe e desce num carrossel.

2) Numa tira larga de papel, montada sobre uma prancheta dura, trace uma reta com a mão apoiada sobre a quina da mesa para dar a direção.

Trace novamente a reta, agora com um colega puxando a prancheta com velocidade praticamente constante.

Dependure um objeto pesado na extremidade do fio de modo que a prancheta seja puxada agora com aceleração constante.