

Estudo do Movimento Retilíneo Uniforme e Retilíneo Uniformemente Acelerado – Trilho de Ar

Objetivo: O objetivo desta prática é estudar o movimento retilíneo uniforme e retilíneo uniformemente acelerado utilizando um trilho de ar, que simula uma superfície (quase) livre de atrito. Desta forma podemos determinar a velocidade, no movimento retilíneo uniforme (MRU), e a aceleração, no movimento retilíneo uniformemente acelerado (MRUA).

Teoria

O estudo dos movimentos dos corpos é um problema fundamental na Física e em particular na Mecânica. A Cinemática é a parte da Mecânica que descreva os movimentos sem se preocupar com as causas e é o objeto do nosso estudo. Na presente atividade de laboratório, iremos considerar situações simples que envolvem movimentos unidimensionais acelerados ou não. Para tal, dois tipos de equipamentos são utilizados: o trilho de ar com um carrinho podendo se deslocar quase sem atrito, e um aparelho para o estudo da queda de objetos.

Lembramos as principais equações da Cinemática, obtidas no âmbito do curso de Mecânica (Física 1), associadas ao movimento unidimensional. Para isso, definimos um eixo Ox orientado e definimos a componente do vetor posição de uma partícula cujo movimento é uniformemente acelerado (aceleração constante), sobre esse eixo:

$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2} a (t - t_0)^2,$$

onde x_0 e v_0 são respectivamente as componentes dos vetores posição e velocidade da partícula no instante t_0 . Lembramos que as definições da origem da(s) coordenada(s) e da origem do tempo são arbitrárias e por isso podem ser escolhidas de forma conveniente para facilitar por exemplo o trabalho de modelamento do fenômeno em estudo, permitindo escrever expressões mais simples.

Podemos deduzir a expressão da componente do vetor velocidade da partícula, derivando aquela escrita acima:

$$v(t) = v_0 + a(t - t_0)$$

Um exemplo de gráfico representativo deste tipo de movimento é dado na figura abaixo com $t_0 = 0$ (e $v_{0x} = v_0$).

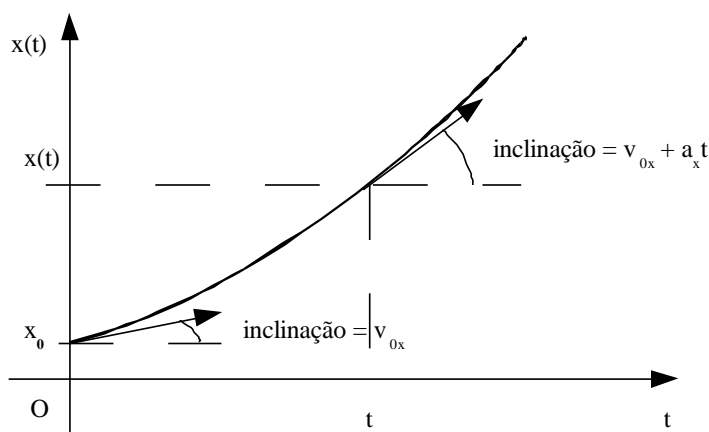


Figura 1: Posição da partícula em função do tempo para um movimento uniformemente acelerado

Uma partícula seguindo um movimento uniforme (velocidade constante) é descrita pelas duas equações abaixo, tomando simplesmente $a = 0$ (m/s^2) nas expressões acima:

$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0),$$
$$v(t) = v_0$$

Lembramos também a definição da velocidade média no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$, que será útil no presente estudo experimental:

$$v_m = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{1}{2} (v(t_2) + v(t_1))$$

Experimento

Trilho de ar

No equipamento utilizado, um tubo de alumínio de seção quadrada apresenta furos regularmente distribuídos nas suas 2 faces superiores (ver figura 2 abaixo). Uma bomba injeta ar comprimido neste tubo permitindo assim que um fluxo de ar saia pelos furos das duas faces, o que possibilita o deslocamento de um carrinho, sem atrito. Sensores, cujas posições são determinadas com uma trena, são distribuídos ao longo do trilho e permitem medir tempos ou intervalos de tempo correspondendo à passagem do carrinho. Uma interface permite visualizar os tempos medidos e envolve diversos modos de funcionamento do dispositivo.

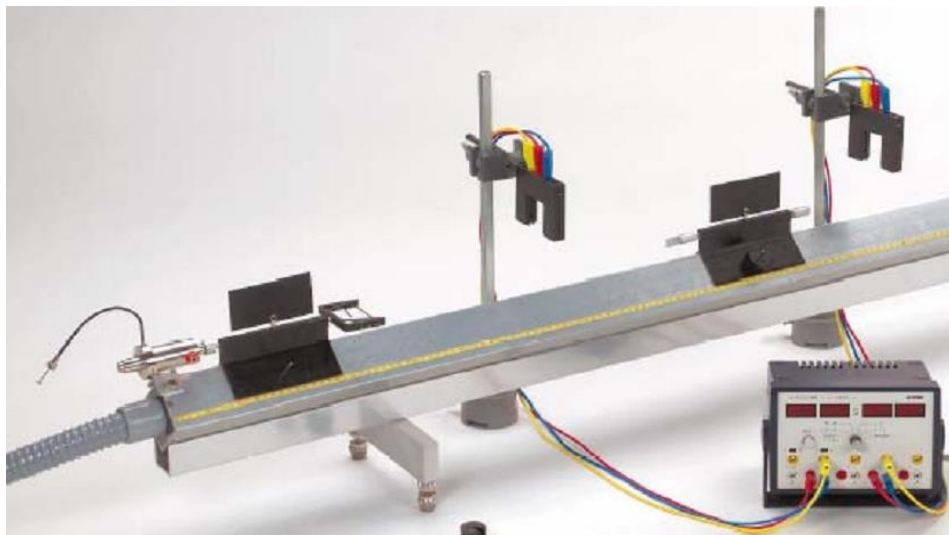


Figura 2: Trilho de ar com os seus componentes

Procedimento Experimental

1ª Parte: Verifique se o trilho de ar está perfeitamente horizontal. Faça o carro viajar pelo trilho, disparando o carrinho. Meça a posição do carrinho em função do tempo. O anteparo preso ao carrinho irá disparar os cronômetros que marcarão os tempos de passagem pelos sensores. Repita o procedimento cinco vezes e anote os valores na tabela abaixo.

Medida	x_1 (m) ±	x_2 (m) ±	x_3 (m) ±	x_4 (m) ±
	t_1 (s) ±	t_2 (s) ±	t_3 (s) ±	t_4 (s) ±
1				
2				
3				
4				
5				
Média $\bar{t} \pm S_t$ (s)				

- Faça um gráfico x (m) \times t (s).
- Usando o método dos mínimos quadrados determine o coeficiente angular e linear da reta.
- Explique o significado físico dos dois coeficientes da reta ajustada.

2ª Parte: Na mesma configuração anterior do trilho, meça o tempo de passagem do poste conectado ao carrinho em cada sensor. Repita o procedimento cinco vezes e anote os valores na tabela abaixo.

Medida	x_1 (m)	x_2 (m)	x_3 (m)	x_4 (m)
	\pm	\pm	\pm	\pm
	Δt_1 (s) \pm	Δt_2 (s) \pm	Δt_3 (s) \pm	Δt_4 (s) \pm
1				
2				
3				
4				
5				
Média $\bar{t} \pm S_{\bar{t}}$ (s)				

a) Determine as velocidades médias ao longo do percurso e compare com o valor encontrado na parte 1.

3ª Parte: Incline o trilho, utilizando um suporte elevatório, de modo que o carro desça ao ser abandonado (aproximadamente de 1 a 3°). Calcule o ângulo de inclinação. Abandone o carro para deslizar livremente no trilho e complete a tabela abaixo.

Medida	x_1 (m)	x_2 (m)	x_3 (m)	x_4 (m)
	\pm	\pm	\pm	\pm
	t_1 (s) \pm	t_2 (s) \pm	t_3 (s) \pm	t_4 (s) \pm
1				
2				
3				
4				
5				
Média $\bar{t} \pm S_{\bar{t}}$ (s)				

- Faça os gráficos x (m) \times t (s) e x (m) \times t^2 (s²).
- Usando o método dos mínimos quadrados determine o coeficiente angular e linear da curva linearizada.
- Explique o significado físico do coeficiente angular da reta ajustada.

ANEXO

Formulas dos coeficientes da linha reta que melhor ajusta pontos experimentais, obtidos com o método dos mínimos quadrados

Ajuste de pontos experimentais pela equação da linha reta $Y=AX+B$, onde B é o coeficiente angular da reta e A sua interseção com o eixo Y. O melhor ajuste dos pontos experimentais será para:

$$A = \frac{n \sum (X_i Y_i) - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad e$$

$$B = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum (X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = \frac{1}{n} (\sum Y_i - A \sum X_i)$$