

## 2ª. Experiência

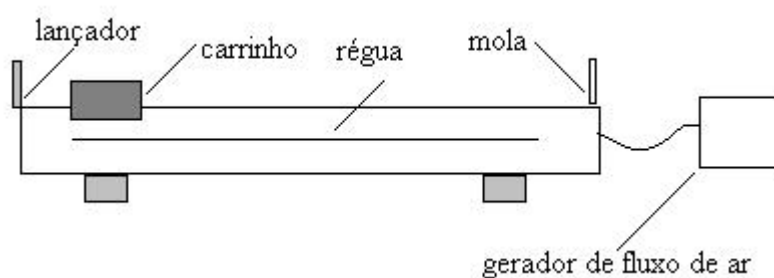
### ESTUDO DA CINEMÁTICA E DINÂMICA

#### Objetivos

Esta experiência tem por objetivo estudar como a posição e o tempo estão relacionados no deslocamento de um objeto sujeito a uma aceleração constante. Nessa direção, será feito um ajuste não linear das medidas com intuito de encontrar a aceleração instantânea do objeto.

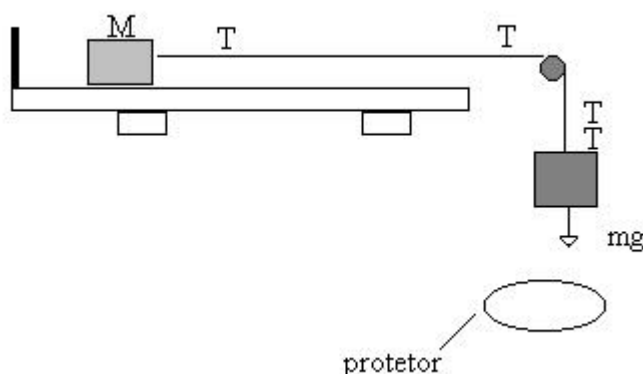
#### Material utilizado

- Trilho de ar, cronômetros, régua, polias, fio de linha, massas, carrinhos.
- Microcomputador, Editor de texto, Editor gráfico (P.ex, Origin).



#### Movimento Uniforme Variado

Será estudado agora um carrinho submetido a uma força constante.



Consideremos inicialmente a **polia como sendo ideal**. A 2ª lei de Newton ( $\Sigma F = ma$ ) nos diz:

$$\begin{aligned} \text{No Bloco } M &: T = Ma \\ \text{No Bloco } m &: F_g - T = ma \end{aligned}$$

resolvendo teremos:

$$F_g = (M+m)a$$

Ou seja

$$a = m g / (m+M) \quad (1)$$

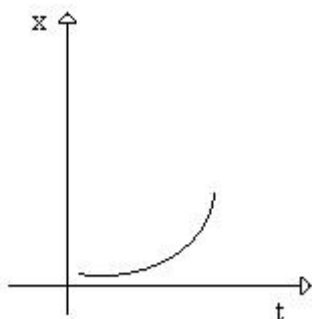
## Procedimento Experimental

Inicialmente posicione o primeiro sensor em uma posição  $x_0$  e marque essa posição, adote como zero essa posição. O segundo sensor será posicionado ao longo do trilho em diferentes valores. Meça o tempo para o carrinho sair do  $x_0$  e atingir  $x_1, x_2 \dots x_5$ , ( $x_1, x_2 \dots$  é a posição do segundo sensor) e construa uma tabela como a TABELA I abaixo:

x	1ª exp.	2ª exp.	3ª exp.	4ª exp.	...	10ª exp	média
$x_1$	$t_1^1$	$t_1^2$	$t_1^3$	$t_1^4$			$t_{m1} = \sum t_1^i / n$
$x_2$	$t_2^1$	$t_2^2$	$t_2^3$	$t_2^4$			$t_{m2} = \sum t_2^i / n$
$x_3$	$t_3^1$	$t_3^2$	$t_3^3$	$t_3^4$			$t_{m3} = \sum t_3^i / n$
$x_4$	:	:	:	:			:
$x_5$	:	:	:	:			:

Meça o tempo para o carrinho atingir os valores de  $x_1, x_2, \dots$ . Repita a experiência várias vezes e construa uma tabela como a TABELA I.

Construa o gráfico de  $x$  (cm) versus  $t$



O gráfico acima deve mostrar uma dependência entre  $x$  e  $t$  não linear. Podemos escrever que:

$$x \sim t^n \quad \text{ou} \quad x = ct^n \quad (2)$$

Como a equação 2 não é linear não é possível usar a equação da reta para encontrar como a posição e o tempo estão relacionados. Nesse sentido, é usada uma mudança de variável que permite transformar a equação  $x = ct^n$  em uma equação linear. Notando que,

$$\begin{aligned} \text{Log}(a^n) &= n\text{Log}(a) \\ \text{Log}(ab) &= \text{Log}(a) + \text{Log}(b). \end{aligned}$$

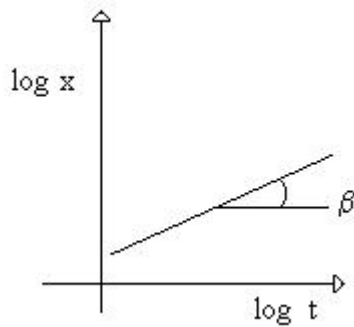
Aplicando a função logaritmo em ambos os lados da equação 2, temos

$$\text{Log}(x) = \text{Log}(ct^n) = \text{Log}(c) + n\text{Log}(t), \quad (3)$$

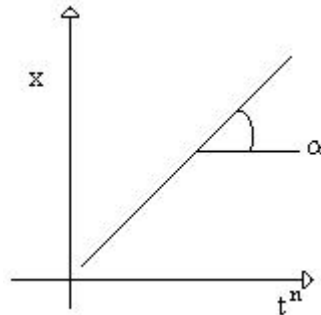
fazendo  $\text{Log}(x)=Y$ ,  $n=A$ ,  $\text{Log}(t)=X$  e  $\text{Log}(c)=b$  a equação 2 é transformada em uma equação linear, dada por:

$$Y = B + AX. \quad (4)$$

A aplicação da função logaritmo permitiu a linearização da equação 2. Desse modo, basta realizar o ajuste da reta para a equação 4 para encontrar o valor de  $n$ .



Uma vez conhecido o valor de  $n$  através da equação 4, é possível encontrar o valor de  $c$  da equação 2 fazendo um novo gráfico de  $x$  versus  $t^n$



onde  $n$  foi encontrado no gráfico anterior. Assim, o valor de  $c$  é dado pelo coeficiente angular desse gráfico ( $c = \tan \alpha$ ).

1-) Teremos então:

$$x = c t^n \quad (c \text{ e } n \text{ determinados experimentalmente}) \quad (5)$$

Por outro lado, sabemos da teoria que:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2} \cdot t^2, \text{ como é adotado } x_0=0 \text{ e } v_0=0$$

$$x = \frac{a}{2} \cdot t^2 \quad (6)$$

Nesse sentido é possível estimar o valor de aceleração  $a$ . E a partir da expressão (1), calcule o valor da aceleração da gravidade  $g$ .

2-) Compare o valor de  $n$  e  $c$  encontrados pela linearização como sugerido acima com os valores encontrado pelo ajuste não linear usando algum software (SciDAVis, QtiPlot, Excel, Google Sheets).

3-) Com o valor de  $a$  obtido experimentalmente e usando a expressão (6) calcule o valor de  $g$  usando a expressão 1. Compare este valor com o valor tabelado para  $g$  e discuta os resultados.

## Relatório

**1-) Introdução:** Movimento uniforme variado e aceleração.

**2-) Procedimento Experimental e Resultados:**

**2.1-) Material Utilizado:** Liste os materiais que foram utilizados para realizar a prática.

**2.2-) Experimento** Descreva como foi realizado o experimento e em seguida os resultados obtidos: tabela do item 1 e os gráficos para a linearização seguido do ajuste não linear feito por um software.

**3-) Discussões e Conclusões:** Discuta os resultados e o quanto estão diferentes do valor esperado. Explique porque os valores encontrados no item 3 difere ou não do valor esperado. Por fim, faça uma breve conclusão dos experimento e resultados.

**5-) Bibliografia**

## **Bibliografia**

1. RESNICK, R. e HALLIDAY, D. Física I, vol. 1, Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.<sup>a</sup> 1973
2. TIPLER, P.A.. Física, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, vol. 1. 1984.