

**1) Objetivo**

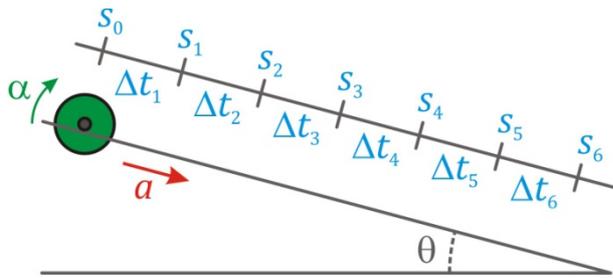
No M.R.U.V. a função posição de um corpo é dada por

$$s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} t^2$$

Objetiva-se determinar a aceleração de um corpo que desce uma rampa (rolando), conforme figura abaixo.

**2) Coleta de dados experimentais**

Posições prefixadas,  $s_i$ , determinou-se o intervalo de tempo (médio),  $\Delta t_i$ , para o corpo percorrer o correspondente espaço,  $\Delta s_i$ .



$s_i$	$\Delta t_i$
$s_0$	0
$s_1$	$\Delta t_1$
$s_2$	$\Delta t_2$
$s_3$	$\Delta t_3$
$s_4$	$\Delta t_4$
$s_5$	$\Delta t_5$
$s_6$	$\Delta t_6$

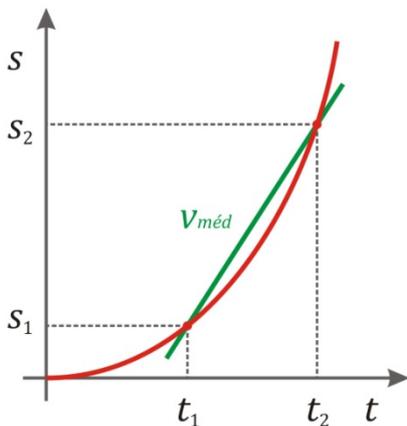
**3) Determinação da aceleração**

**a) Introdução**

No M.R.U.V., assumindo que  $s_0, v_0 = 0$ , então a posição é dada por

$$s(t) = \frac{a}{2} t^2$$

O gráfico  $s \times t$  abaixo mostra isso.



Interessa a velocidade média.

Entre os tempos  $t_1$  e  $t_2$ , do gráfico ao lado,  $v_{méd}$  é definida como

$$v_{méd} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Porém, sendo a função velocidade da forma

$$v(t) = a \cdot t,$$

o gráfico  $v \times t$  mostra que a aceleração é a inclinação da reta (coeficiente angular).

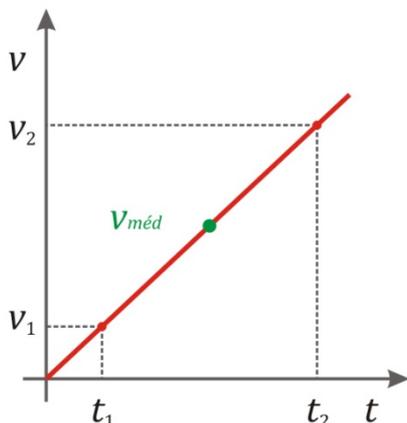
Note que  $v_{méd}$  está geometricamente localizado entre  $v_2$  e  $v_1$ , ou seja, na metade da distância ambas velocidades. Matematicamente tem-se

$$v_{méd} = \frac{v_2 + v_1}{2}$$

a qual corresponde a um tempo médio,

$$t_{méd} = \frac{t_2 + t_1}{2}$$

Para se obter a aceleração do corpo em estudo, é necessário uma tabela de dados com a velocidade em função do tempo. Cabe a pergunta, quais dados?



Seguindo a apostila, deseja-se construir um gráfico  $v \times t$ , em que a velocidade é a instantânea,  $v(t)$ , a partir dos dados coletados.

**b) Dados experimentais**

A partir dos dados experimentais tem-se que o tempo  $t$  é dado por

$$t_i = \Delta t_i + t_{i-1}$$

$$v_i = 2v_{méd,i} - v_{i-1}$$

onde

$$v_{méd,i} = \frac{s_i - s_{i-1}}{\Delta t_i}$$

sendo  $i = 1, 2, \dots, 6$ , sendo que  $t_0, v_0 = 0$  (e  $s_0 \geq 0$ ). Constrói-se então, a partir dos dados experimentais obtidos com o experimento, a tabela abaixo

$i$	$v_i$	$t_i$
1	$v_1$	$t_1$
2	$v_2$	$t_2$
3	$v_3$	$t_3$
4	$v_4$	$t_4$
5	$v_5$	$t_5$
6	$v_6$	$t_6$

Estes dados são as estimativas da velocidade e do tempo.

**c) Cálculos das incertezas**

Evidentemente que em cada etapa há um correspondente cálculo da incerteza

Etapa	Grandeza	Comentário (estimativa $\pm$ incerteza)
(i)	$\Delta s_i$	Cuidado com a notação
(ii)	$\Delta t_i$	Cuidado com a notação
(iii)	$v_{méd}$	--
(iv)	$v_i$	--
(v)	$t_i$	--
(vi)	$v_{bar}$	Média ponderada
(vii)	$t_{bar}$	Média ponderada
(viii)	$a$	--

**4) Apêndice**

**Valor Médio**

O valor médio de uma função  $f(x)$ , contínua em  $[a, b]$ , é definido como

$$f_{méd} = \frac{1}{b-a} \int_a^b f(x) dx$$

**5) Referência**

- Howard Anton. *Cálculo: um novo horizonte*. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.



- Site: [www.filofima.com.br](http://www.filofima.com.br)