UFES CEUNES

Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Paulo Moscon

Nome:

Matrícula:

1ª Prova de Experimental I - 2017/01

Questão 1)[3,6] Na tabela abaixo estão listados os valores obtidos em um experimento de movimento retilíneo uniforme. Constam valores de distâncias percorridas e tempos gastos, juntamente com suas respectivas incertezas. **(i)** Construa um gráfico em papel bidimensional graduado com linhas horizontais e verticais (divisões) e **(ii)** calcule a velocidade $v \pm \Delta v$, através do coeficiente angular da reta obtida.

Distância S (mm)	Δ S (mm)	Tempo médio (s)	Desvio padrão dos tempos (s)
100	4	0,45	0,08
200	5	0,85	0,08
300	6	1,29	0,08
400	8	1,75	0,08
500	8	2,16	0,08

Solução: Antes de qualquer ação devemos verificar o espaço que teremos para acomodar os dados experimentais

$\Rightarrow$ São 45 divisões na vertical e 60 divisões na horizontal.

Vou optar por um procedimento simplificado. Ao invés de dividir as faixas de dados experimentais pelos números de divisões, vou simplesmente definir valores para as origens e para os extremos dos eixos coordenados, tais que todos os dados estejam entre o primeiro e o último valor.

Eixo y → Será utilizado para espaço. Dos dados, verificamos a faixa de

$$96 \longrightarrow 508$$

Note que, embora $s=0$ e $t=0$ não estejam na tabela de dados, trata-se de um dado óbvio.

Visualmente vou definir:

$s=0$ na origem de y (isto implica em $t=0$ na origem de x).
$s = 600$ no extremo final de y

Eixo x:

A faixa de dados deve ir de $(0{,}37 \longrightarrow 2{,}24)\,s$

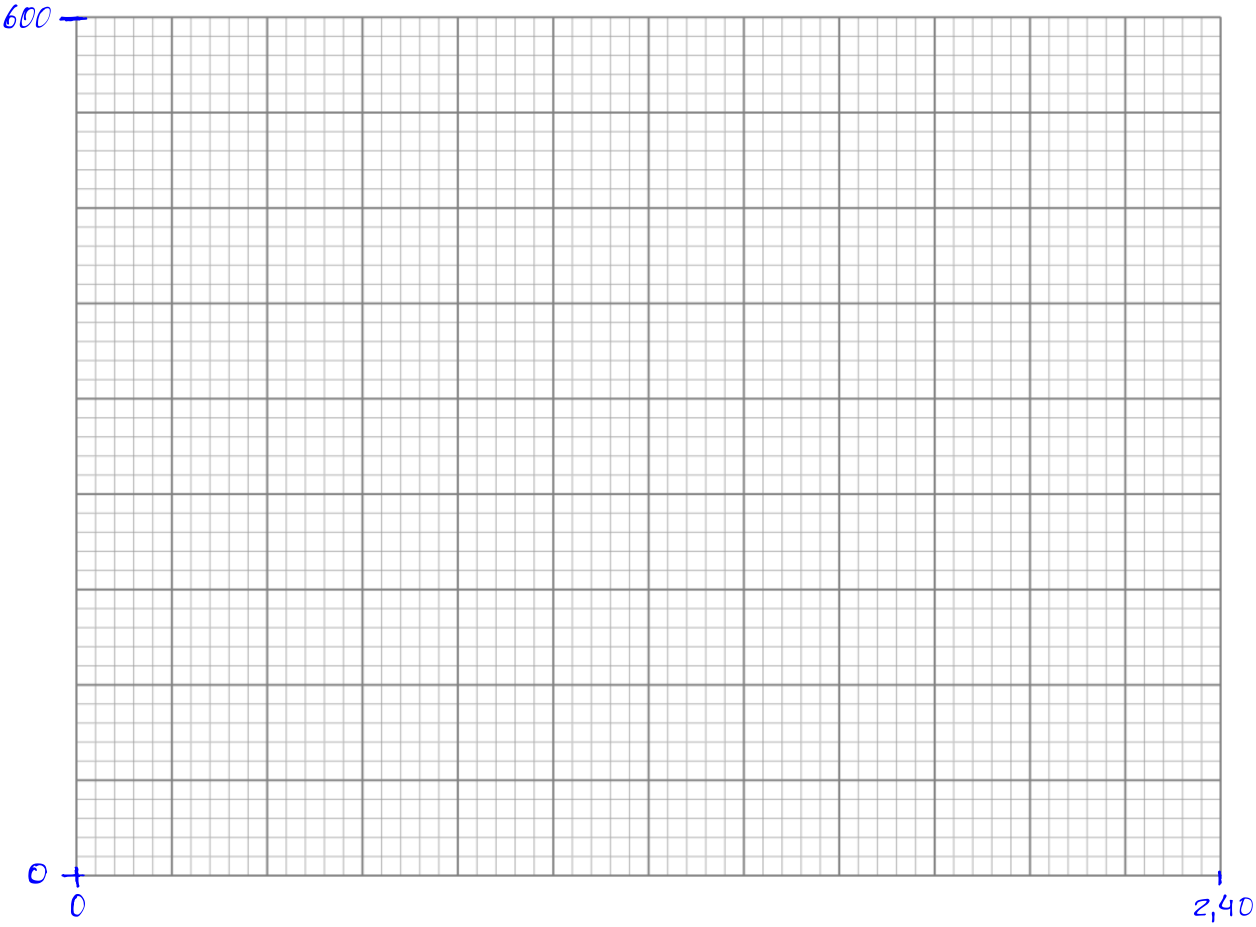
Como, neste caso, o zero na origem é uma boa escolha, vamos definir $t=0$ na origem.

Obs: $t=0$ na origem está $0{,}37s$ antes do primeiro dado experimental. Visando boa centralização, seria adequado finalizarmos os dados em $x \approx 0{,}37s$ após o último dado $(2{,}24s)$.

Portanto, vou definir:

$t=0s$ na origem de x e $t=2{,}40s$ no final.

Resultando



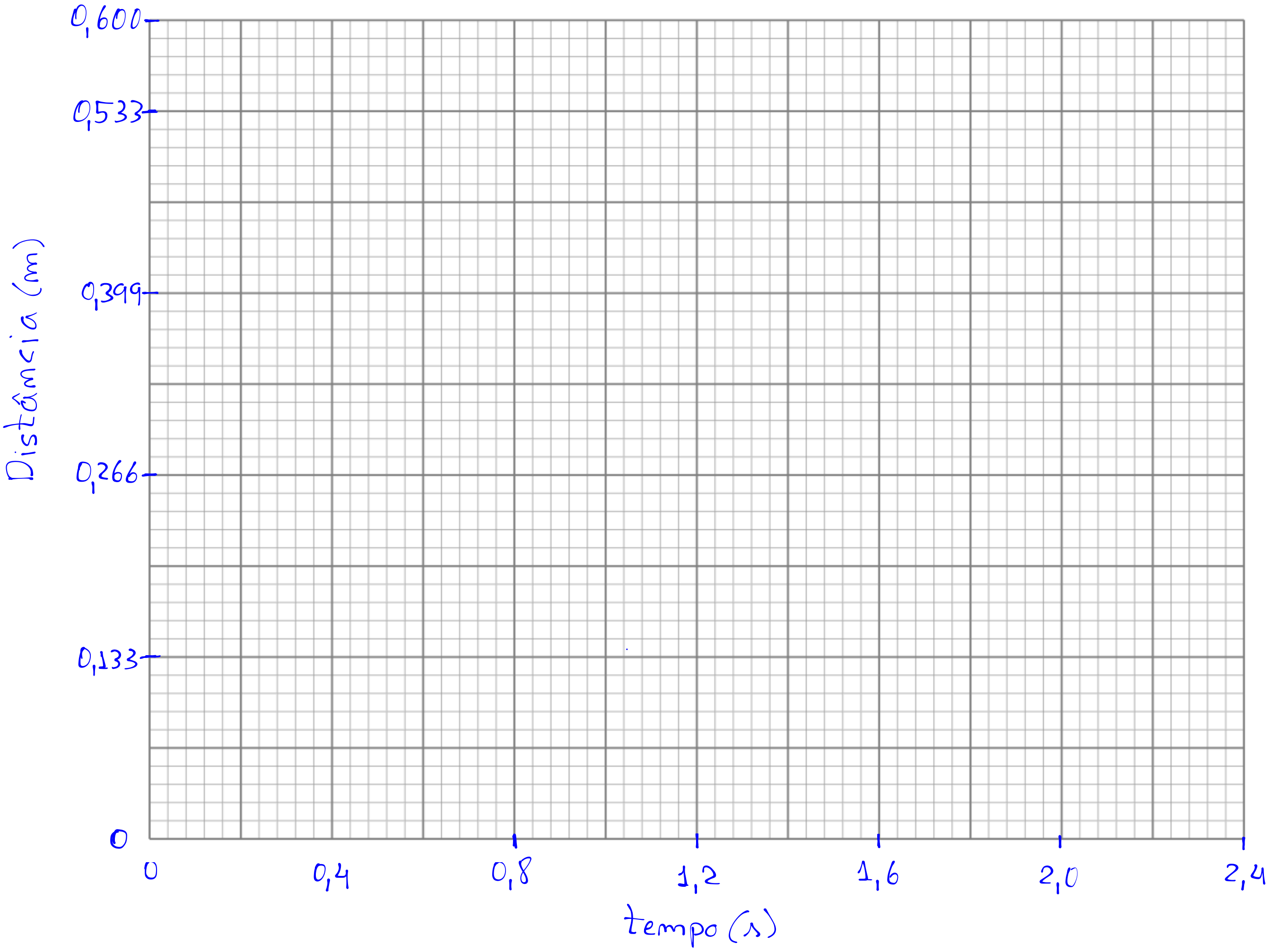
Agora basta graduarmos os eixos. Para isto não utiliza-se os pontos experimentais; em vez disto, utiliza-se alguns valores equidistantes. Digamos, de 10 em 10 divisões.

Quanto valem 10 divisões em y?

$$\Rightarrow \begin{array}{ccc} 45 & - & 600 \\ 10 & - & x \end{array} \quad \Longrightarrow \quad x = \frac{6000}{45} \simeq 133,3 \text{ m}$$

Quanto valem 10 divisões em x?

$$\begin{array}{ccc} 60 & - & 2,40 \\ 10 & - & x \end{array} \quad \Longrightarrow \quad x = \frac{24,0}{60} \simeq 0,4$$



Marcando os pontos experimentais:

Distância S (mm)	Δ S (mm)	Tempo médio (s)	Desvio padrão dos tempos (s)
100	4	0,45	0,08
200	5	0,85	0,08
300	6	1,29	0,08
400	8	1,75	0,08
500	8	2,16	0,08

Em y as marcações serão equidistantes (de 100 em 100).
Basta nos perguntarmos: Quantas divisões equivalem a 100 m?

⇒ Regra de três resolve.

45 div — 600 m
x — 100 m

$$x = \frac{4500}{600} = 7{,}5 \text{ divisões.}$$

Portanto, os pontos em y estarão em:

100 m ⟶ 7,5 divs
200 m ⟶ 15,0 divs
300 m ⟶ 22,5 divs
400 m ⟶ 30,0 divs
500 m ⟶ 37,5 divs.

— " —

Em x os dados não são equidistantes; portanto teremos que calcular um a um.

Cada divisão vale $\dfrac{2{,}4\ s}{60\ \text{divs}} = 0{,}04\ s/\text{div}$

Primeiro ponto: $0{,}04 \times x = 0{,}45$ $\quad x = 11{,}25$ divs

2º ponto: $0{,}04 \times x = 0{,}85$ $\quad x = 21{,}25$ divs

3º ponto: $0.04 \times x = 1{,}29$ $\quad x = 32{,}25$ divs

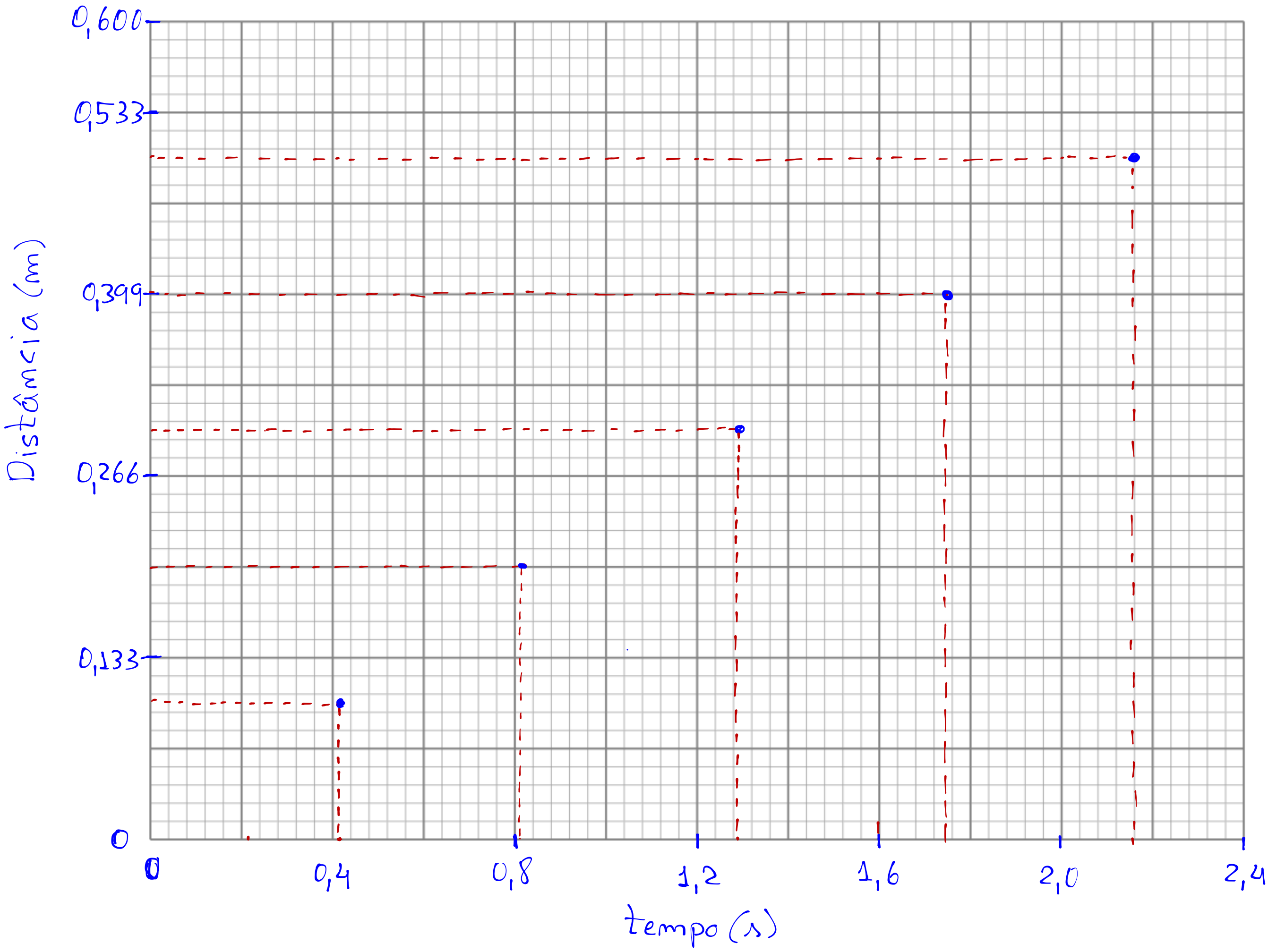
4º ponto: $0{,}04 \times x = 1{,}75$ $\quad x = 43{,}75$ divs

5º ponto: $0{,}04 \times x = 2{,}16$ $\quad x = 54{,}00$ divs

Portanto, em divisões a tabela seria

y	x
7,5	11,25
15,0	21,25
22,5	32,25
30,0	43,75
37,5	54,00

marcando no gráfico:



Cálculo das barras de incertezas.

A escal y é $\frac{0,600}{45} = 0,0133$ m/div

A escala x é $\frac{2,40}{60} = 0,04$ s/div.

Incertezas y

Δ S (mm)
4
5
6
8
8

$0,0133 \times x = 0,004$ $x \cong 0,30$ divs

$0,133 \times x = 0,005$ $x \cong 0,38$ divs

$0,133 \times x = 0,006$ $x \cong 0,45$ divs

$0,133 \times x = 0,008$ $x \cong 0,60$ divs

$0,133 \times x = 0,008$ $x \cong 0,60$ divs

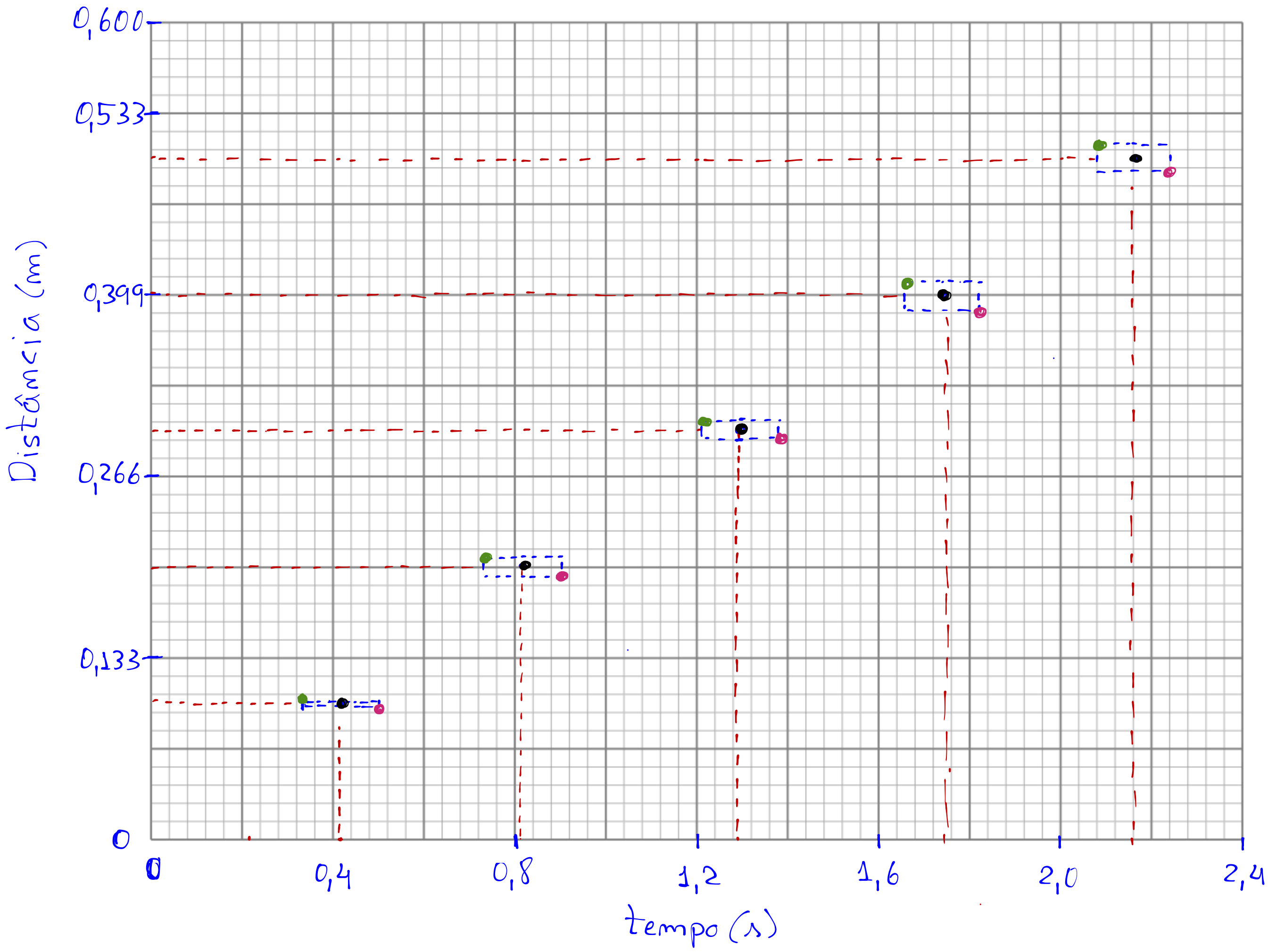
Incertezas em x

Desvio padrão dos tempos (s)
0,08
0,08
0,08
0,08
0,08

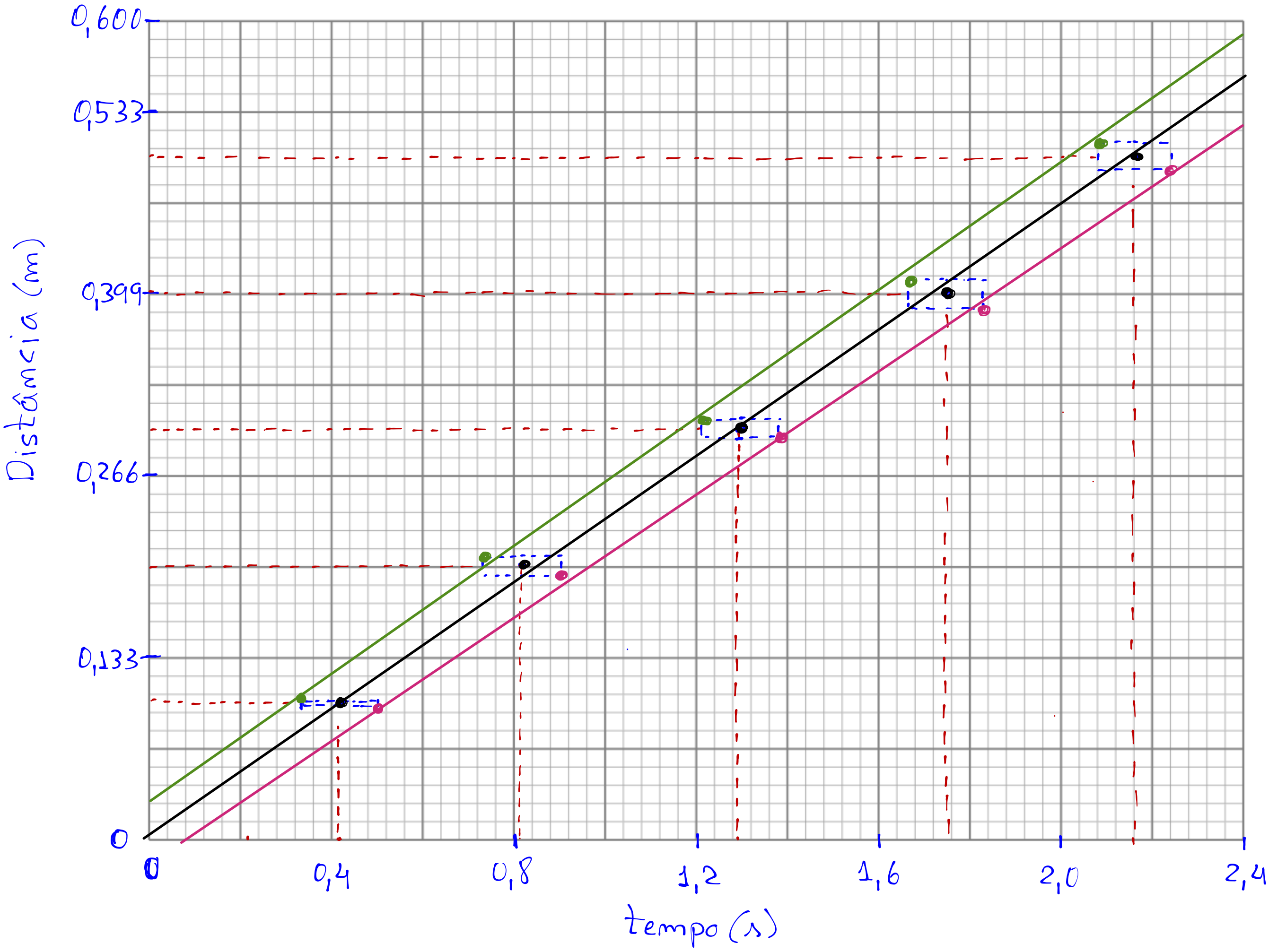
São todas iguais, basta fazer uma.

$0{,}04 \times x = 0{,}08$

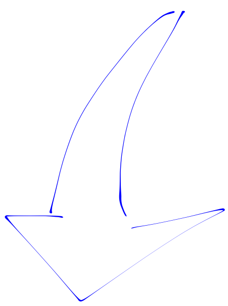
$x \simeq 2$, para todos.

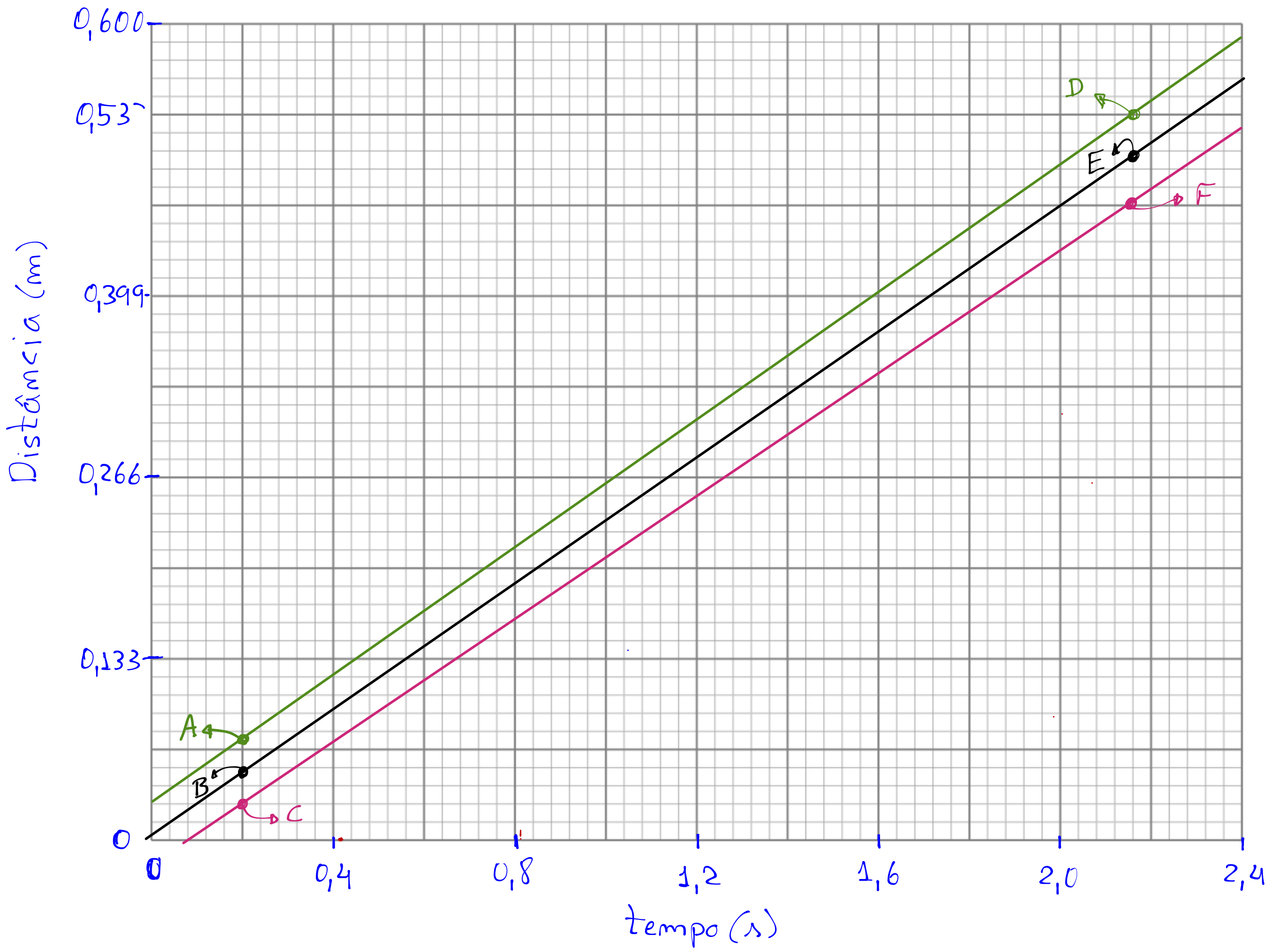


Traçamdo as retas médias:



Importante: Os pontos experimentais são utilizados para a obtenção das retas médias. Uma vez que as retas são obtidas, podemos "esquecer" os pontos experimentais.





Em divisões fica.

$$m_{div.} = \frac{y_E - y_B}{x_E - x_B} = \frac{38-4}{54-5} \simeq 0,694 \frac{div_y}{div_x}$$

Convertendo para m/s ; basta multiplicar pelos fatores de escala

Lembre que $s = v\,t \Rightarrow m = v$

$$v = 0,694 \times \frac{0,0133}{0,04}$$

$$\boxed{\Rightarrow v = 0,2307 \cdots \ m/s}$$

Imcerteza: $m_{máx} = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} = \frac{40-2}{54-5} \simeq 0,776 \; \frac{div_y}{div_x}$

$$m_{mim} = \frac{y_F - y_A}{x_F - x_A} = \frac{35 - 5,5}{54-5} \simeq 0,602 \; \frac{div_y}{div_x}$$

$$\Delta m = \frac{0,776 - 0,602}{2} \simeq 0,0869\ldots$$

Multiplicando pelos fatores de escalas.

$$\Delta v = 0,09 \cdot \frac{0,0133}{0,04} \Rightarrow \boxed{\Delta v = 0,03 \; m/s}$$

Obs: Imcerteza na 4ª casa.

Resultado:

$$\boxed{v = (0,23 \pm 0,03) \, m/s}$$

Questão 2)[3,2] Em um experimento foram feitas algumas medidas de uma placa metálica e obteve-se, como medias de suas dimensões, os seguintes resultados:

Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
210,3 ± 0,2	35,45 ± 0,08	2,018 ± 0,005

Qual o valor do volume, com sua incerteza, desta placa em cm^3?

$C = 21,03\,cm$

$L = 3,545\,cm$

$E = 0,2018\,cm$

$$V = CLE \pm CLE.\left\{\frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta E}{E}\right\}$$

$$V = 15,04446\ldots \pm 0,0855\ldots$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{V = (15,04 \pm 0,09)\,cm^3}$$

Questão 3)[3,2] Considere um dinamômetro de mola, tal como os utilizados nos experimentos realizados, possua um erro de leitura (erro inerente ao equipamento) da ordem de 0,02 N. Considere também que durante as realizações das madidas, varias leituras para uma mesma medida foram realizadas subsequentemente, resultando nos valores abaixo.

Qual o valor de incerteza a ser considerado? Justifique sua resposta.

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Peso medido (N)	0,24	0,26	0,28	0,25	0,27

Nota-se que a variação estatística (alterações no valor medido devidas à fatores aleatórios) é da mesma ordem de grandeza da incerteza de cada leitura (do instrumento de medida). Portanto deve-se considerar as duas fontes de incerteza (somá-las).

O desvio estatístico é

$$\sigma = \sqrt{\langle P^2 \rangle - \langle P \rangle^2}$$

$\langle P^2 \rangle$ é a média dos valores quadráticos.

$\langle P^2 \rangle = 0,0678 \, N^2$

$\langle P \rangle$ = Média dos $\underline{P}$.

$\langle P \rangle = 0,26 \, N \implies \langle P \rangle^2 = 0,0676 \, N^2$

$$\sigma = \sqrt{0,0678 - 0,0676} \; N$$

$\sigma = 0,014 \, N$

Incerteza total $= (0,02 \pm 0,01) \, N$

$$\boxed{\Delta P = 0,03 \, N}$$