

Nome: Karinna Roxana Paiva Nome: Raiane de Almeida N. Nascimento

Nome: Gabriel Monteiro Cardoso Nome: Priscilla de E.S. Lopes

Professor: Turma: Horário: ?

Experimento 2: Medida do volume de um cilindro

Parte I: preparação para a experiência

1. Escreva as relações matemáticas utilizadas para determinar o volume do cilindro a partir das diferentes medidas. Defina todas as variáveis empregadas.

com patê

$$V_0 = (140,0 \pm 1) \text{ ml} \quad D_c = (2,20 \pm 0,005) \text{ cm} \quad \delta V_c = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta D_c}{D_c}\right)^2 + \left(\frac{\delta h}{h}\right)^2}$$

$$V_f = (239,5 \pm 1) \text{ ml} \quad V_c = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} = (94,2 \pm 0,46) \text{ ml} \quad V_R = \Delta V = V_f - V_0 = (94,5 \pm 1,4) \text{ ml}$$

$$H_c = (24,0 \pm 0,05) \text{ cm} \quad \delta V = \sqrt{\delta V_f^2 + \delta V_0^2} = 1,4 \text{ ml}$$

V_0 = Volume inicial; V_f = Volume final; H_c = Altura do cilindro; D_c = Diâmetro; V_R = Volume de referência.

Parte II: procedimento experimental

1. A partir do volume de água deslocado pelo cilindro: usando uma proveta graduada cheia de água, introduza o cilindro e estime o seu volume e a sua incerteza a partir do aumento da coluna de água.

$$V_R = \Delta V = V_f - V_0 = (94,5 \pm 1) \text{ ml}$$

$$\delta V = \sqrt{\delta V_f^2 + \delta V_0^2} = 1,4 \text{ ml}$$

2. A partir do raio e altura do cilindro: meça o diâmetro e a altura do cilindro. Para a medição do diâmetro utilize um paquímetro (Consultar a Apostila de Física Experimental I - Apêndice C). Discuta com seu professor sobre o uso adequado do paquímetro. Por que não é adequado utilizar a régua para a determinação do diâmetro do cilindro? Escreva os valores das incertezas nas medidas do raio e da altura do cilindro.

Diâmetro: $D = (2,20 \pm 0,005) \text{ cm}$

Altura: $H = (24,0 \pm 0,05) \text{ cm}$

Não é adequado utilizar régua pois além da incerteza desta, a régua é maior que o do paquímetro, não é um instrumento ideal para esta tipo de medição, aumentando erros sistemáticos.

3. A partir da densidade volumétrica: determine a massa do cilindro utilizando uma balança. Lembre de verificar se a balança está zerada antes da sua utilização (O zero da balança corresponde ao prato vazio). Peça ajuda a seu professor se for necessário. Escreva o valor da incerteza da massa do cilindro.

Massa: $m = (257,3 \pm 0,2) \text{ g}$

III: análise dos dados

Organize na Tabela 1, as medidas **diretas** feitas no laboratório: volume deslocado, diâmetro, altura e massa do cilindro, com as respectivas incertezas.

Tabela 1

Grandeza	Resultado experimental
V	$(94,5 \pm 1,4) \text{ ml}$
D	$(2,20 \pm 0,005) \text{ cm}$
h	$(24,0 \pm 0,05) \text{ cm}$ <i>OK</i>
m	$(254,3 \pm 0,2) \text{ g}$

atenção à compatibilidade

2. A partir do volume deslocado pelo cilindro na proveta, determine o volume do mesmo e sua incerteza.

$$\Delta V = V_f - V_i = 234,5 - 140 = (94,5 \pm 1) \text{ ml}$$

$$\delta V = \sqrt{\delta V_f^2 + \delta V_i^2} = 1,4 = 1 \text{ ml}$$

3. A partir dos valores do diâmetro e altura do cilindro, calcule o volume com a sua incerteza utilizando $V = \pi r^2 h$ (r = raio e h = altura).

$$V = \pi r^2 h \Rightarrow V = \frac{\pi D^2 h}{4} \Rightarrow (91,2 \pm 0,5) \text{ ml}$$

$$\delta V = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\delta h}{h}\right)^2} = 0,5 \text{ ml}$$

4. Sabendo que a densidade volumétrica do alumínio industrial é $2,56 \text{ g/cm}^3$ com 0,5% de incerteza, e utilizando a medida da massa, determine o volume do cilindro incerteza.

$$\text{Volume} = \frac{\text{massa}}{\text{densidade}} \Rightarrow \frac{254,3}{2,56} = (99 \pm 0,4) \text{ ml}$$

$$\delta V = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\delta \rho}{\rho}\right)^2} = 0,4 \text{ ml}$$

5. Utilizando os resultados obtidos para o volume do cilindro (três métodos), organize na Tabela 2 estes valores acompanhados pelas respectivas incertezas. Faça uma comparação entre os resultados obtidos (Consultar a Apostila de Física Experimental I - Conceitos Básicos para Análise de Dados).

Dentre os 3 métodos utilizados, o 3º é o mais discrepante.

Tabela 2

	Volume (ml)
Método 1	$(94,5 \pm 1) \text{ ml}$
Método 2	$(91,2 \pm 0,5) \text{ ml}$
Método 3	$(99 \pm 0,4) \text{ ml}$

cuidado quanto à compatibilidade

IV: discussão dos resultados

Os resultados encontrados são compatíveis? Justifique.

$$\frac{|V_2 - V_1|}{\sqrt{\delta V_2^2 + \delta V_1^2}} \leq 3 \quad \left\{ \begin{array}{l} M_2 = 2,9 \\ M_3 = 4,1 \end{array} \right.$$

O resultado do método 2 é, pois a compatibilidade é < 3 . Pela mesma razão, o método 3 não é.

2. Qual foi a medição mais precisa? Justifique.

$$\left\{ \begin{array}{l} M_1 = 0,4\% \\ M_2 = 0,54\% \\ M_3 = 1,0\% \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \delta V \cdot 100 \\ V \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{a medição do método 1 é} \\ \text{a mais precisa, pois sua} \\ \text{incerteza relativa é menor.} \end{array} \right.$$

3. Considerando a medição com a proveta como a de referência (por que?), qual foi a medição mais acurada? Justifique.

$$\delta r = \frac{|V - V_{ref}|}{V_{ref}} \times 100\% \quad \left\{ \begin{array}{l} M_2 = 3,5\% \\ M_3 = 4,4\% \end{array} \right.$$

A medição com a proveta é a de referência pois é "mais pura", com um processo mais simples e medição direta. A medição do método 2 é a mais acurada pois o valor é mais aproximado do de referência.

Parte V: propagação de erros

1. Escreva as expressões matemáticas utilizadas para determinar as incertezas nas medidas indiretas dos Métodos 2 e 3.

$$\delta V_2 = V \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot \delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\delta h}{h}\right)^2}$$

$$\delta V_3 = V \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\delta \rho}{\rho}\right)^2}$$

2. Quais parâmetros contribuem mais fortemente para a incerteza do volume em cada um dos três métodos? Como essas incertezas poderiam ser diminuídas? Você sugere alguma modificação do procedimento experimental adotado?

No método 1, o que mais contribui é a ação humana. Esta incerteza poderia ser diminuída com uma proveta mais exata e graduada.
No método 2, o que mais contribui é a incerteza do diâmetro, pois mesmo sendo da mesma ordem de grandeza que a altura, é multiplicado por 2. Esta incerteza poderia ser diminuída utilizando instrumentos mais precisos [e o mesmo instrumento para as duas medidas] -> por quê?
No método 3, o que mais contribui é a incerteza da densidade, problema similar ao dos dois. Instrumentos com menor margem de erro tornariam os procedimentos mais precisos.

↑
~~incerteza~~ - precisão experimental!

Instituto de Física - UFRJ

Relatório de Física Experimental I - 2019/2

30/5,0

Nome: Karimma Rorana Caiappa

Nome: Raiane de Almeida

Nome: Priscilla do Espírito

Nome: Gabriel Cardoso

Professor: Alora Yzgo

Turma: EP3+EPT

Horário: 10h-12h

Experimento 3a: Movimento retilíneo uniforme no trilho de ar

Parte I: preparação para a experiência

1. Escreva de forma sucinta o objetivo do experimento e que hipótese será testada no experimento?

ESTUDAR E DESCREVER O MOVIMENTO REALIZADO — MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME — (POR UM CARRINHO SOBRE UM TRILHO DE AR) COMPRIMIDO POR MEIO DE UM MODELO TEÓRICO E DE MEDIDAS EXPERIMENTAIS

2. Indique as grandezas medidas no experimento e defina o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

Posição (em cm e px), Tempo (em s)
MRU é caracterizado pela uniformidade de espaços em intervalos de tempos iguais, o que implica uma velocidade constante.

Parte II: procedimento experimental

1. Quais os procedimentos realizados para a aquisição dos dados?

Com o auxílio de uma câmera, o movimento foi gravado e analisado no programa Image J. Com os dados obtidos, já foi possível perceber o movimento realizado.

2. Como foi realizada a calibração da imagem? Justifique a escolha do ponto de referência.

Para a calibração, foi observada o ângulo que a parte mais alta do trilho na imagem fazia. Assim, o vídeo foi rotacionado a fim de tornar θ constante.

3. Determine o valor da constante de calibração e discuta sobre a sua incerteza?

$$C = 0,35 \text{ cm/px} \quad \frac{1}{C^2} = \left(\frac{\delta C}{C}\right)^2 = \left(\frac{\delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\delta \Delta p}{\Delta p}\right)^2 = 0,003 \frac{\text{cm}}{\text{px}}$$

A incerteza da constante depende do comprimento do trilho (e sua incerteza), assim como da variação de pixels.

$$C = 0,35 \pm 0,003 \text{ cm/px}$$

incompatível

Parte III: levantamento de dados

- Coloque os valores da posição do carrinho x e a incerteza δx em pixel e o tempo t na Tabela 1. Complete com os valores de x e δx em cm, obtidos a partir da constante de calibração. Desconsidere a incerteza no tempo.

Tabela 1

pontos	t (s)	x(px)	δx (px)	x(mm)	δx (mm)
30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90 96 102 108 114	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340	3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	21 28 35 42 49 56 63 70 77 84 91 98 105 112 119	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Parte IV: análise dos dados

- Utilize o papel milimetrado para construir o gráfico da posição em função do tempo. Tendo em conta os valores mínimo e máximo de x , escolha uma escala adequada (Consultar a Apostila de Física Experimental I - Conceitos Básicos para Análise de Dados). Trace visualmente a melhor reta que ajuste os seus dados. Determine o coeficiente angular da reta e calcule a velocidade do carrinho. Considere uma incerteza relativa de 6% para a velocidade.
- Discuta os seus resultados.

No gráfico é possível observar a uniformidade do crescimento da reta em intervalos de tempo iguais. Vemos assim que a velocidade é constante e a aceleração é nula.

calculado do coef. angular

- Alguma informação adicional.

Os pontos seguem o comportamento esperado, já que o crescimento é uniforme.

o que significa isso?

Posição x Tempo (cm/s)

