

AL 1.3 — Determinação da densidade de metais por picnometria

10.º Ano

Física e Química A

3 páginas

Atividade laboratorial

Objetivo: Determinar experimentalmente a densidade e a densidade relativa de amostras de metais através de picnometria, avaliando o procedimento, interpretando os valores obtidos e comunicando as conclusões.

Material e reagentes

- Picnómetro de 25 mL com rolha
- Balança de laboratório (subdivisão 0,01 g)
- Água destilada
- Amostras: alumínio, cobre e uma amostra desconhecida
- Béquer, pincel, papel absorvente e espátula

Normas de segurança

- Secar sempre a superfície externa do picnómetro antes de pesar: qualquer gota altera o resultado.
- Não forçar a rolha; o líquido não deve transbordar pelo gargalo.
- Conferir a zero da balança antes de cada pesagem e nunca exceder a capacidade do picnómetro.
- Manter a bancada seca e o material de vidro afastado da margem.

Cuidado experimental: deixe escapar as bolhas de ar presas sob a amostra antes de fechar o picnómetro — elas ocupam volume e fazem a densidade parecer menor do que é.

Procedimento

1. **Calibração.** Pese o picnómetro vazio e, de seguida, cheio de água destilada. Determine o volume do picnómetro.
2. Pese a amostra de metal.
3. Coloque a amostra no picnómetro seco e complete com água destilada até ao gargalo.
4. Elimine as bolhas de ar, feche a rolha e seque cuidadosamente a superfície externa.
5. Pese o picnómetro contendo a amostra e a água.
6. Determine a massa de água acrescentada e converta-a em volume.
7. Determine o volume do metal por diferença face ao volume total do picnómetro.
8. Calcule a densidade e a densidade relativa e identifique a amostra desconhecida.
9. Repita a operação com uma segunda amostra e avalie a repetibilidade.

Registo de dados

Tabela 1 — Calibração do picnómetro

Grandeza	Símbolo	Massa (g)
Picnómetro vazio	m_p	42,30
Picnómetro cheio de água destilada	$m_{p+água}$	

Tabela 2 — Pesagens das amostras

Amostra	m (g)	m_{p+m} (g)	$m_{p+m+água}$ (g)
A — alumínio	27,00	69,30	84,30
B — cobre	44,80	87,10	107,10
C — desconhecida	39,35	81,65	101,65

As balanças usadas têm subdivisão de 0,01 g, logo a incerteza de cada pesagem é de $\pm 0,005$ g.

Tratamento de resultados

(a) Volume do picnómetro — a densidade da água é 1,00 g/cm³, logo a massa corresponde diretamente ao volume:

$$V_p = \frac{m_{p+água} - m_p}{1,00 \text{ g/cm}^3} = 25,00 \text{ cm}^3$$

(b) Amostra A — alumínio (linhas da tabela 2):

$$\text{água acrescentada} = 84,30 - 69,30 = 15,00 \text{ g} \rightarrow 15,00 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{metal}} = 25,00 - 15,00 = 10,00 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{27,00}{10,00} = 2,70 \text{ g/cm}^3 \cdot D = \frac{2,70}{1,00} = 2,70$$

(c) Amostra B — cobre

$$\text{água acrescentada} = 107,10 - 87,10 = 20,00 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{metal}} = 25,00 - 20,00 = 5,00 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{44,80}{5,00} = 8,96 \text{ g/cm}^3 \cdot D = 8,96$$

(d) Amostra C — desconhecida

$$\begin{aligned} \text{água acrescentada} &= 101,65 - 81,65 = 20,00 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{metal}} &= 25,00 - 20,00 = 5,00 \text{ cm}^3 \\ \rho &= \frac{39,35}{5,00} = 7,87 \text{ g/cm}^3 \cdot D = 7,87 \end{aligned}$$

Valores de referência para identificação: alumínio 2,70 · zinco 7,14 · **ferro 7,87** · cobre 8,96 · chumbo 11,34 g/cm³.

→ a amostra C corresponde a **ferro**

Incerteza do resultado

Amostra	ρ (g/cm³)	Incerteza relativa
A — alumínio	2,70	≈ 0,12 %
B — cobre	8,96	≈ 0,21 %
C — ferro	7,87	≈ 0,21 %

As pesagens contribuem com a menor fração; a incerteza dominante vem do volume, obtido por diferença de duas pesagens.

Avaliação do procedimento: a incerteza relativa de ≈ 0,2 % é muito inferior à diferença entre densidades de metais próximos — por exemplo, 8,96 – 7,87 = 1,09 g/cm³, cerca de **115 vezes** a incerteza do método. A picnometria é, por isso, suficientemente precisa para distinguir e identificar metais.

Fontes de erro sistemático

Falha experimental	Efeito no volume medido	Efeito em ρ
Bolhas de ar presas sob a amostra	V _{metal} sobrevalorizado	ρ subvalorizada
Gotas na superfície externa / picnómetro não enxuto	água acrescentada aparenta ser menor	ρ sobrevalorizada
Água a temperatura diferente da calibração	V _p efetivo diferente	erro sistemático

Análise e conclusão

1. Porque é que a densidade da água é usada diretamente na conversão entre massa e volume sem qualquer fator de conversão?
2. Explique porque é que o volume do metal se calcula por diferença e não por pesagem direta.
3. Justifique a afirmação de que as bolhas de ar fazem a densidade resultar inferior ao valor verdadeiro.
4. Compare as densidades relativas das três amostras: qual é a unidade de expressão e porquê?
5. Comunique a identidade da amostra desconhecida numa frase, indicando o valor medido e a prova que a sustenta.
6. Avalie o procedimento: qual é a principal limitação da picnometria e o que faria para a reduzir?