

Determinació de la densitat d'un sòlid

Objectiu

Trobar experimentalment la densitat d'un sòlid (acer) per dos mètodes diferents, explicitant la cota d'error en cada cas.

Fonament teòric

Aquesta pràctica tracta de determinar el valor representatiu de la densitat d'un sòlid, en concret, boletes d'acer, així com la seva cota d'error, aplicant el mètode de propagació d'errors en magnituds de mesura indirecta.

Calcularem la densitat de l'acer per dos mètodes. En el primer mètode trobarem la densitat en funció de la massa, que es mesura directament, i del volum que aquesta ocupa, que calcularem a partir del diàmetre de les boletes:

$$\mathbf{r} = \frac{M}{V}$$

on el volum, V és calcula a partir del diàmetre D de les boles d'acer

$$V = \frac{1}{6}\pi D^3$$

La cota d'error de la densitat, expressada com $\Delta\mathbf{r}$ es calcularà a partir dels error relatius de la massa i del volum de la bola

$$\frac{\Delta\mathbf{r}}{\mathbf{r}} = \frac{\Delta M}{M} + \frac{\Delta V}{V}$$

i la cota d'error del volum, expressada com ΔV es calcularà a partir del error relatiu del diàmetre

$$\frac{\Delta V}{V} = 3 \frac{\Delta D}{D}$$

En el segon mètode utilitzarem el picnòmetre per calcular la densitat. Usarem la relació

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}_w \frac{m}{m + m_1 - m_2}$$

on \mathbf{r}_w es la densitat de l'aigua, m és la massa total d'un conjunt de boles, m_1 la massa del picnòmetre ple d'aigua i m_2 la massa del picnòmetre amb les boletes dins i ple d'aigua,.

La cota d'error de la densitat, expressada com $\Delta\mathbf{r}$ es calcularà a partir dels error relatius de la densitat de l'aigua i de les diferents masses.

$$\frac{\Delta\mathbf{r}}{\mathbf{r}} = \frac{\Delta\mathbf{r}_w}{\mathbf{r}_w} + \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta(m + m_1 - m_2)}{m + m_1 - m_2}$$

Mètode operatiu

Material: boletes d'acer, aigua destil·lada, picnòmetre, vas de precipitats, tub d'assaig o embut, peu de rei, una caixa petita, balança electrònica.

Observació: manipuleu les boletes sobre la safata, ja que és fàcil perdre-les, sobretot quan s'han d'introduir en el picnòmetre.

Mètode 1

- a) Mesureu amb el peu de rei el diàmetre de diverses boletes d'acer.
- b) Poseu 60 boletes en una caixa i peseu-ho tot plegat a la balança electrònica.
- c) Treieu les boletes i peseu la caixa.

Mètode 2

- d) Ompliu un tub d'assaig de boletes i aboqueu-les a la caixa. Peseu el conjunt.
- e) Peseu el picnòmetre ple d'aigua (procureu que no hi quedin bombolles d'aire). Anoteu la massa m_1 .
- f) Peseu el picnòmetre ple d'aigua, però amb les boletes dins. Anoteu la massa m_2 .
- g) Preneu la temperatura del laboratori i anoteu el valor corresponent de la densitat de l'aigua ρ_w .

Tractament de dades i qüestions

A partir de les dades mesurades en el Mètode 1:

- 1) Calculeu la massa M d'una boleta i assigneu-li una cota d'error.
- 2) Calculeu el volum V d'una boleta i assigneu-li una cota d'error.
- 3) Trobeu la densitat del sòlid aplicant:

A partir de les dades mesurades en el Mètode 2:

- 4) Calculeu la cota d'error de la quantitat anterior
- 5) Calculeu la massa m del conjunt de boletes i assigneu-li una cota d'error
- 6) Trobeu la densitat del sòlid.
- 7) Calculeu una cota d'error de la mesura anterior.
- 8) Deduiu l'expressió emprada per calcular la densitat a partir del mètode segon.
- 9) Quines mesures caldria millorar per tal d'aconseguir una major precisió en cada mètode? Com es podria fer?
- 10) Per què és millor utilitzar el picnòmetre?

Determinació de la densitat d'un sòlid

Mètode 1

- 1) Assigneu el valor representatiu i la seva cota d'error a les magnituds següents:

Massa d'una boleta amb la seva cota d'error, $M =$

Diàmetre de la boleta, $D =$

Volum d'una boleta amb la seva cota d'error, $V =$

- 2) Calculeu la densitat del sòlid amb la seva cota d'error

- 4) Quina mesura caldria millorar?

Mètode 2

- 5) Assigneu el valor representatiu i la seva cota d'error a les següents magnituds:

Massa total de les boletes, $m =$

Massa del picnòmetre ple d'aigua, $m_1 =$

Massa del picnòmetre ple d'aigua amb el sòlid submergit, $m_2 =$

- 6) Calculeu la densitat del sòlid amb la seva cota d'error

- 7) Quina mesura caldria millorar?