

Détermination du matériau du fil vert

Objectif : Déterminer la nature du matériau dont est fait le fil vert

Critère : Résistivité du matériau

comparaison entre la valeur mesurée et une table donnant la résistivité de différents matériaux

Résistivité :

$$\rho = \frac{RS}{l}$$

avec ρ ($\Omega.m$) la résistivité du fil
 R (Ω) la résistance du fil
 l (m) la longueur du fil
 S (m^2) la surface de la section du fil

Hypothèse :

Section du fil est un disque de diamètre constant : $S = \pi \frac{D^2}{4}$ avec D le diamètre du fil (en m)

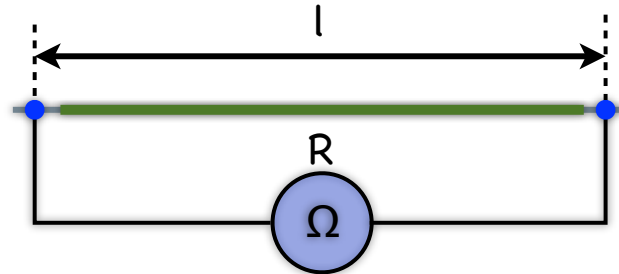
Donc la formule de la résistivité s'écrit : $\rho = \frac{\pi R D^2}{4l}$

Il faut mesurer la résistance, le diamètre et la longueur du fil

Mesures effectuées

Résistance R :

Mesure au ohmmètre de la résistance du fil sur le calibre 1 Ω après avoir fait le zéro



Résultat : $R = 12 \pm 2 \Omega$ (précision visuelle)

Longueur l :

Précautions :

fil bien lissé au préalable

l : distance entre les deux pinces crocodiles lors de la mesure de la résistance

Résultat : $l = 513 \pm 2 \text{ mm}$ (imprécision due aux points de contact des pinces)

Diamètre D :

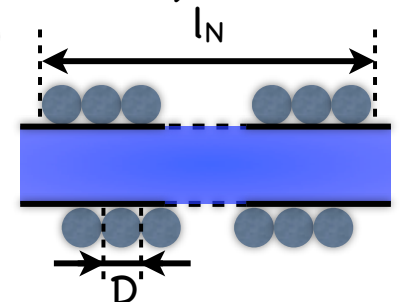
$D < 1\text{mm}$ donc la mesure directe est très peu précise (erreur de 100%)

Solution : mesurer une longueur correspondant à N fois le diamètre (maximiser N)

Méthode : après avoir dénudé le fil, l'enrouler autour d'un objet (crayon)

Précaution : les N spires bien jointives

Résultat : $N = 32$, $l_N = ND = 6,5 \pm 0,5 \text{ mm}$ soit $D = 0,203 \pm 0,015 \text{ mm}$



Résultat

Calcul de la résistivité :

$$\rho = \frac{\pi \times 12 \times (203 \cdot 10^{-6})^2}{4 \times 0,513} \Omega \cdot m = 7,57 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$$

Estimation de l'erreur :

$$10\Omega < R < 14\Omega$$

$$511\text{mm} < l < 515\text{mm}$$

$$0,188\text{mm} < D < 0,218\text{mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{\pi R_{min} D_{min}^2}{4l_{max}} = 5,39 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m \quad \rho_{max} = \frac{\pi R_{max} D_{max}^2}{4l_{min}} = 1,02 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

$$5,39 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m < \rho < 1,02 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

Conclusion :

D'après le tableau de résistivité, les matériaux qui ont une résistivité proche sont :

- Constantan : $4,9 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$
- Chrome-Nickel : $1,05 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$
- Mercure : $98,4 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m = 9,84 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m$

On ne peut pas conclure clairement sur la nature du matériau !

Il faudrait effectuer d'autres mesures avec d'autres fils et instruments.
Est-ce que l'hypothèse d'une section circulaire régulière est réaliste ?
Est-ce que le matériau fait partie de la liste mise à disposition ?

Optimisation

Formule utilisée : $\rho = \frac{\pi R l_N^2}{4N^2 l}$

Erreurs relatives :

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 31,8\% \quad \text{qui découle de :} \quad \frac{\Delta R}{R} = 16,7\% \quad \frac{\Delta l}{l} = 0,4\% \quad \frac{\Delta l_N}{l_N} = 7,7\%$$

Attention :

une erreur d'un facteur 2 sur l_N introduit une erreur d'un facteur 4 sur ρ
alors qu'une erreur d'un facteur 2 sur R ou l introduit une erreur d'un facteur 2 sur ρ

Réduction des erreurs :

Il faut réduire l'incertitude sur R et sur l_N .

1) l'incertitude sur R est quasi-indépendante de R :

⇒ Augmenter R ce qui implique d'avoir un fil plus long
tout en restant sur le même calibre (1Ω)

⇒ Trouver une autre méthode de mesure de R plus précise

2) l'incertitude sur l_N est indépendante de l_N (lecture de la règle graduée) :

⇒ Augmenter le nombre de tours

avec un support de plus petit diamètre (d) et un fil plus long (l) car :

$$l_N = ND \simeq \frac{l}{\pi d} D$$