

Examen Mesures électriques

Les documents ne sont pas autorisés.

Les calculatrices électroniques programmables ne sont pas autorisées.

Les candidats sont instamment invités à numéroter les copies et les réponses aux questions posées.

Le sujet comporte trois pages.

EXERCICE 1

Pour mesurer la résistance **R** d'un fil conducteur en **aluminium**, on se propose d'utiliser trois méthodes différentes :

1. 1^{ère} méthode : mesure directe avec un ohmmètre numérique

Sur un appareil 4000 points, on mesure sur la gamme **40 mΩ** la valeur **25,00 mΩ**.

La notice constructeur indique **$\Delta R = 2\% \cdot \text{Lecture} + 0.5\% \cdot \text{Gamme}$**

1.1. Calculer la valeur de l'**incertitude absolue ΔR** .

1.2. Donner le résultat de la mesure de **deux façons** différentes.

2. 2^{ème} méthode : mesure directe avec un ohmmètre analogique

Pour mesurer la résistance **R** de fil, on a relevé, avec un appareil à déviation, une série de **N** mesures donnée par le tableau suivant. (**N = total de nombre d'occurrence**)

R_i (mΩ)	22	23	24	25	26	27	28	total
Nombre d'occurrences	1	2	3	4	3	2	1	16

Le résultat de mesure de cette série s'écrira sous la forme :

$$R = R_{\text{moy}} \pm \Delta R$$

2.1. Calculer la valeur moyenne de cette série **R_{moy}** sachant que :

$$R_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^7 R_i}{N}$$

2.2. Déterminer l'écart-type donné par la relation : $\sigma = \frac{0.1}{1/3 R_{\text{moy}}}$

2.3. L'incertitude absolue est estimée à la valeur : $\Delta R = \frac{3}{\sqrt{N}} \cdot \sigma$. Calculer sa valeur.

2.4. Donner le résultat de la mesure de **deux façons** différentes.

3. 3^{ème} méthode : mesure indirecte

La résistance du fil conducteur est donnée par la relation :

$$R = \rho L/S$$

Avec :

- ρ : résistivité de l'aluminium = **cste** = $37,5 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
- L : longueur du fil en mètre (m).
- S : section du fil en millimètre carré (mm^2).

3.1. Calculer la valeur de la **résistance** obtenue sachant que :

$$L = 1 \text{ m} \pm 2\% \quad ; \quad S = 1.5 \text{ mm}^2 \pm 4\%$$

3.2. Déterminer l'expression de l'incertitude absolue ΔR en fonction de ΔL et ΔS .

3.3. Déduire l'expression de $\Delta R/R$ en fonction de $\Delta S/S$ et $\Delta L/L$.

3.4. Calculer l'incertitude relative $\Delta R/R$ et donner le résultat de mesure.

4. Comparer les **trois méthodes** de point de vue **précision**.

EXERCICE 2 : Méthode voltmètre en série

On désire mesurer une résistance dont la valeur est comprise entre 20 et 40 M Ω . Pour cela, on dispose d'un voltmètre dont les caractéristiques sont comme suit:

Classe = 1,5

Calibre = 500V

Echelle = 150 divisions

Résistance interne du voltmètre $R_v = 40000 \Omega/V$

On utilise, une alimentation stabilisée dont la tension est réglée à **500V**. La demi division est appréciable. Pour ce faire, on mesure au préalable la tension de générateur par un voltmètre de résistance interne R_v qui indique une lecture n_1 puis on place ce même voltmètre en série avec la résistance R . Sans changer le calibre le voltmètre indique une lecture n_2 .

1. Donner le schéma du montage illustrant cette méthode de mesure

2. Trouver l'expression de R en fonction de R_v et x , en posant $x = \frac{n_1}{n_2}$.

3. Etablir l'expression de l'incertitude relative $\left(\frac{\Delta R}{R}\right)$ sur la mesure de cette résistance.

4. En considérant que les incertitudes du voltmètre sont égales ($\Delta n_1 = \Delta n_2 = \Delta n$). Montrer que

$$\frac{x}{x-1} \frac{\Delta x}{x} = \frac{x(x+1)}{x-1} \frac{\Delta n}{n_1}$$

5. Donner la nouvelle expression de l'incertitude relative.
6. Quelle est la condition à satisfaire pour que cette erreur soit minimale ? Déterminer alors la valeur de x .
7. Calculer alors cette incertitude. Sachant que $\frac{\Delta R_v}{R_v} = \frac{0,1}{\text{calibre}}$.

EXERCICE 3 : Pont de wheatstone

On dispose d'un pont de Wheatstone dans le rapport de proportion est égale à $\frac{R_1}{R_2}$ avec

$R_1 = 100\Omega$ et $R_2 = 1000\Omega$ sur des décades de 0.3%. La résistance **$R = 4328\Omega$** est donnée par l'association de 4 boites de décades (x1, x10, x100, x1000) de précision 0.4%.

1. Représenter le montage illustrant cette méthode de mesure.
2. Donner l'expression et la valeur de R_x .
3. Calculer ($\Delta R_a, \Delta R_b, \Delta R_c, \Delta R_d$).
4. Déterminer ΔR et déduire $\frac{\Delta R}{R}$.
5. Déterminer l'incertitude relative $\frac{\Delta R_x}{R_x}$ et l'incertitude absolue ΔR_x .

Bon courage