

Activité expérimentale: détermination de la résistance d'un conducteur ohmique.

L'objectif de l'activité est de déterminer la résistance d'un conducteur ohmique de 2 façons.

Capacités exigibles :

Mesurer une tension : mesure directe au voltmètre numérique

Mesurer l'intensité d'un courant : mesure directe à l'ampèremètre numérique ;

Mesurer une résistance : mesure directe à l'ohmmètre.

Utiliser les fonctions de base de la bibliothèque matplotlib pour représenter un nuage de points.

Utiliser la fonction polyfit de la bibliothèque numpy pour exploiter des données.

Matériel:

Une résistance (1000 Ω environ).

Un générateur de tension continue de tension réglable qui alimente la résistance ;

2 multimètres.

Fils d'alimentation.

Compétences de la démarche expérimentale travaillées:

S'approprier	Identifier les grandeurs pertinentes, leur attribuer un symbole.	
Analyser	Formuler des hypothèses. Proposer une stratégie pour répondre à une problématique.	
Réaliser	<ul style="list-style-type: none"> - mettre en œuvre un protocole . - Faire des schémas. - utiliser le matériel de façon adaptée en respectant des règles de sécurité. - Mener des calculs à l'aide d'un langage de programmation ou effectuer des applications numériques. - Effectuer des représentations graphiques à l'aide de données. 	
Valider	Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.	
Communiquer	Utiliser un vocabulaire scientifique précis	

Données: extraits de la notice du multimètre

Fonction	Calibre	Précision
Tension DC Impédance 10 Mohm	200,0 mV	0,5% +1d
	20,00 V	
	200,0 V	
	1000 V	0,8% + 2d
Résistance	200,0 Ω	0,8% + 3d
	2,000 k Ω	0,8% + 1d
	200,0 k Ω	
	2.000 M Ω	
	20,00 M Ω	1% + 5d
Courant DC	2,000 mA	0,8% +1d
	200,0 mA	1,5% +1d
	20,00 A	2% +5d

1. Résistance d'un conducteur ohmique.

On travaillera avec la résistance d'une valeur environ égale à $1000\ \Omega$ mise à votre disposition.

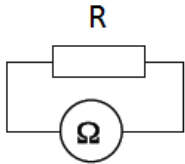
a. Mesure directe à l'ohmmètre.

L'ohmmètre se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance : une borne du dipôle est reliée à la borne COM, et l'autre borne du dipôle est reliée à la borne possédant le symbole Ω .

Le sens du branchement n'a pas d'importance.

L'appareil envoie un courant dans le conducteur et détermine sa résistance par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension à ses bornes : $R = U_{\text{mesuré}} / I_{\text{envoyé}}$.

Il est donc impératif de l'utiliser hors de toute autre connexion susceptible de modifier ce courant et donc fausser la mesure.



➤ **REALISER.** Mesurer la résistance avec l'ohmmètre en choisissant le calibre approprié. Donner le résultat avec son incertitude.

Valeur affichée: ...0,980k Ω = 980 Ω ..

Calibre utilisé:.....'2k'=2,000k Ω
donc 1digit=0,001 k Ω =1 Ω

Calcul de Δ :

Calcul de $u(R)$:

On lit sur la notice que pour le calibre 2k, la précision est 0,8% + 1d

$$\text{Donc } \Delta(R) = \frac{0,8}{100} \times 980 + 1(\text{en } \Omega) = 8,84\Omega. \text{ Et } u(R) = \frac{8,84}{\sqrt{3}} \approx 5\Omega$$

Ecriture du résultat : $R = (.980. \pm .5.)\Omega$

Document 1: incertitude-type sur la mesure de R:

L'incertitude-type sur R se calcule avec la formule $u(R) = \frac{\Delta(R)}{\sqrt{3}}$ avec $\Delta(R)$ la précision de l'appareil qui dépend de calibre choisi.

La précision d'un multimètre est de la forme x% + n.d, avec n le nombre de digit.

Ce qui signifie que $\Delta(R) = 0,8\% R_{\text{affiche}} + n$.

1 digit correspond à la dernière décimale affichée. Par exemple pour le calibre 200,0 Ω , la valeur affichée est au dixième près donc 1d=0,1 Ω

=> Appeler le professeur pour lui montrer votre mesure.

2. Détermination à partir de la caractéristique statique.

Document 2: qu'est-ce que la caractéristique statique d'un dipôle?

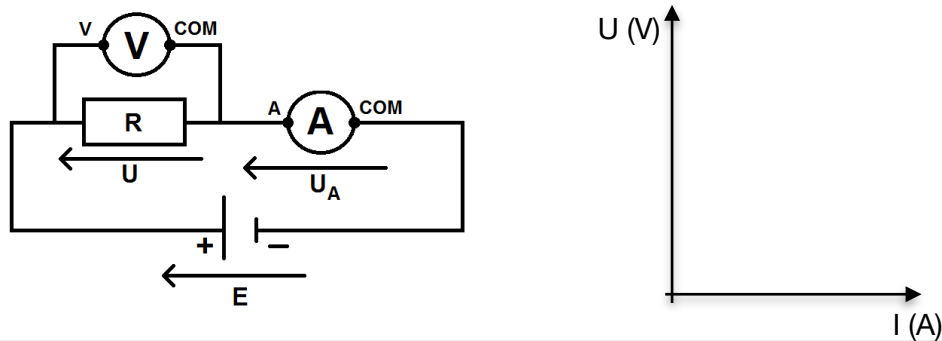
La caractéristique statique d'un dipôle D est la représentation en régime continu de la tension U à ses bornes en fonction de l'intensité I qui le traverse.

L'intensité du courant se mesure avec un ampèremètre branché en série avec le dipôle.

La tension à ses bornes se mesure avec un voltmètre branché en parallèle.

Pour cela, il faut mettre en série un générateur de tension continue avec le dipôle à étudier.

On utilisera une alimentation continue réglable: source de tension continue dont on peut choisir la valeur de la tension délivrée.



a) REALISER.

Manipulation 1: montage + relevé des mesures.

- Faire le montage correspondant au schéma en laissant le générateur éteint. Utiliser des fils noirs pour tous les fils reliés à la masse du circuit (borne noire du générateur) et un fil d'une autre couleur pour les autres.

=> Appeler le professeur pour vérification, puis allumer le générateur pour faire les mesures.

- Effectuer huit mesures de couples (U; I), obtenus pour des tensions d'alimentation différentes, et noter les valeurs obtenues dans le tableau suivant. Exemples de valeurs:

Tension U (en V)	0							10
Courant I (en A)								

Manipulation 2: tracé de la caractéristique et modélisation avec Python.

b) ANALYSER.

- Quelle est la relation entre U et I attendue pour une résistance ?

D'après la loi d'Ohm, $U = R \cdot I$ avec U en V, I en A et R en Ω

- Si cette relation est vérifiée, comment déterminer la valeur de R avec la courbe?

Si la relation est vérifiée, U est proportionnelle à I donc on obtient une droite linéaire de coefficient directeur (pente) R.

Document 2: outils python.

Si les points semblent alignés, nous pourrions effectuer une régression linéaire, c'est à dire, à l'aide du programme Python fourni, trouver la droite d'équation $y = a.x + b$ qui passe en moyenne au plus près de l'ensemble des points lorsque l'on trace le nuage de points $y = f(x)$. Ici on devrait avoir $b = 0$ d'après le modèle.

Méthode numérique : Fonction polyfit

Si la bibliothèque numpy est appelée en début de script (as *np*), la commande $a, b = \text{np.polyfit}(x, y, 1)$

permet d'effectuer une **régression linéaire** sur les listes x et y : elle retourne le meilleur couple a, b , tel que la droite d'équation $y = a.x + b$ soit au plus près des points (x_i, y_i) .

Remarque : le troisième argument (1 ici) correspond au degré du polynôme utilisé pour le modèle. Cela signifie que le modèle est ici en $a.x + b$. Mettre 2 ferait un modèle en $a.x^2 + b.x + c$, etc.

La régression linéaire permet, à partir de l'ensemble des points expérimentaux, de trouver UNE valeur de a (pente ou coefficient directeur) et UNE valeur de b (ordonnée à l'origine).

c) REALISER.

Tracer le nuage de points de la tension U en fonction de l'intensité du courant I et effectuer la régression linéaire à l'aide du programme Python fourni ou sur Capterale code **5f11-8200453**.

Donner le résultat de la régression linéaire $y = ax + b$ c'est-à-dire $U = a.I + b$:

$$a = \dots 978,26 \Omega$$

$$b = \dots 0,03 \dots V$$

Méthode de Monte-Carlo (voir document régression linéaire):

- Calculer, à l'aide de la notice, la précision $D_x = \Delta(I)$ sur une mesure de I avec l'ampèremètre. Reporter la valeur à la ligne correspondante dans le programme.

$$D_x = \Delta(I)$$

Les mesures ont été faites sur le calibre 200,0 mA soit $1d = 0,1 \text{ mA} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$. On lit sur la notice que pour ce calibre, la précision est 1,5% + 1d (en mA) donc $D_x = 1,5 \cdot I + 0,1 \cdot 10^{-3}$. (Avec I en Ampères)

- Calculer, à l'aide de la notice, la précision $D_y = \Delta(U)$ sur une mesure de U avec le voltmètre. Reporter la valeur à la ligne correspondante dans le programme.

Les mesures ont été faites sur le calibre 20,00 V soit $1d = 0,01 \text{ V}$. On lit sur la notice que pour ce calibre, la précision est 1,5% + 1d (en mA) donc $D_x = 0,5 \cdot U + 0,01$

Donner le résultat des incertitudes pour $N = 10000$.

$$u(a) = \dots 12 \dots \Omega$$

$$u(b) = \dots 0,05 \dots V$$

En déduire une valeur de résistance:

$$R = (978. \pm \dots 12 \dots) \Omega$$

d) VALIDER.

Cette valeur de R est-elle compatible avec celle donnée par l'ohmmètre? Calculer le z-score.

$$z = \frac{|x_{\text{exp}} - x_{\text{réf}}|}{\sqrt{u(x_{\text{exp}})^2 + u(x_{\text{réf}})^2}}$$

AN:

$$z = \frac{980 - 978}{\sqrt{12^2 - 5^2}} \approx 0,2 < 2 \text{ donc les valeurs sont compatibles.}$$

Bilan du TP:

La valeur d'une résistance peut se déterminer soit :

1) par une mesure directe à l'aide d'un ...*ohmmètre*

La précision de la mesure dépend du ...*calibre*

2) par une mesure indirecte en déterminant la ...*pente*... de la caractéristique $U=f(I)$ du conducteur ohmique étudié.