

Questions sur 8 points :

1. Pourquoi dit-on que la mesure d'une tension à l'aide d'un voltmètre est une mesure indirecte.

Une mesure directe consiste à comparer le mesurande directement avec l'étalon. Dans le cas du voltmètre, il s'agit d'une mesure indirecte car c'est lui qui est étalonné par rapport à une référence de précision.

2. La longueur, la masse, le temps sont des grandeurs fondamentales alors que la tension électrique est dite grandeur dérivée, expliquez pourquoi et calculez son équation aux dimensions?

L, M, T sont fondamentales car indépendantes des autres grandeurs, la tension électrique est une grandeur dérivée car elle dépend des grandeurs principales. Son équation aux dimensions peut être déduite à partir de la relation exprimant la puissance électrique $P=UI$; $U=P/I$ or $P=E/t$ l'équation aux dimensions de l'énergie peut être obtenue à partir de $E=1/2 mv^2$ $[E]=M.L^2.T^{-2}$. $[U]= M.L^2.T^{-2}/T.I= M.L^2.T^{-3}.I^{-1}$

3. Dans quelle catégorie placez-vous la grandeur courant électrique ?

En plus des trois grandeurs fondamentales L M T le système international a introduit des grandeurs principales pour compléter la liste, l'intensité du courant électrique exprimée en Ampère fait partie des grandeurs principales

4. Quelle est la différence entre précision et justesse d'un appareil de mesure ?

Un appareil de mesure est dit précis s'il est à la fois juste et fidèle. La précision est exprimée par l'incertitude relative de la mesure tandis que la justesse exprime l'écart entre la moyenne de plusieurs mesures de la même grandeur et sa valeur vraie.

Exercice sur 12 points :

Le montage de la figure 1 est un pont de Wheatstone qui permet de mesurer une résistance inconnue R_x à partir d'une mesure de longueur en millimètre l_2 . Un rail gradué repose sur deux socles avec un fil résistif tendu entre deux douilles de raccord. Un contact frotteur définissant les résistances des deux sections l_1 et l_2 de fil est placé sur le fil résistif en alliage Cu-Ni (Constantan). L'ampèremètre numérique à 2000 points est précis à 0.3% ± 3 digit permet de détecter l'équilibre du pont sur un calibre 200 μA et la lecture de la longueur est obtenue sur le curseur de la figure 2, on note $l_1 = (503 \pm 1)mm$

Fil résistif : longueur $l=1000$ mm, diamètre $D = (0,204 \pm 0.001)$ mm

Matériau : Constantan de résistivité $\rho = (49.0 \pm 0.1) \Omega mm^2/m$

Tension: 12 V ; Boîte de résistance $R_2 = (800.0 \pm 0.1) \Omega$

- Représenter schématiquement le circuit de la figure 1.
- Calculer la résistance totale du fil de constantan.

$$R = R_1 + R_3 = \rho l / s$$

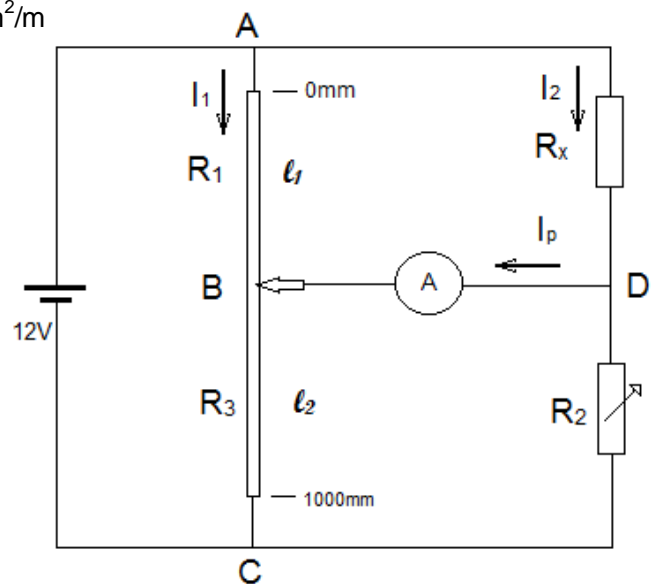
$$s = \pi \cdot D^2 / 4 = 0.0327 mm^2$$

$$\rho = 49.0 \Omega mm^2/m ; l = 1m$$

$$R = \rho l / s = (49 \times 1) / 0.0327 \approx 1500 \Omega$$

$$\Delta R / R = \Delta \rho / \rho + 2 \Delta D / D = 0.1/49 + 2 \times 1/204 = 1.2\%$$

$$\Delta R = 1500 \times 1.2\% \approx 20 \Omega$$



3. Le pont est alimenté par une tension continue de 12V, l'équilibre du pont dépend-t-il de cette valeur ?

Le pont est équilibré quand $I_p = 0$ donc $V_B - V_D = 0$ et $V_{AB} = V_{AD}$ ainsi que $V_{BC} = V_{DC}$

$$R_1 \cdot I_1 = R_x \cdot I_2 \text{ et } R_3 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2$$

$$\text{Divisons membre à membre : } R_1 / R_3 = R_x / R_2$$

Cette équation d'équilibre est indépendante de V (tension d'alimentation du pont).

1. Calculer la valeur de la résistance inconnue R_x .

$$R_1 / R_3 = R_x / R_2 \Rightarrow R_x = R_2 \cdot R_1 / R_3$$

$$R_1 = \rho l_1 / s \text{ et } l_2 = l - l_1 = 1000 - 503 = 497 \text{ mm}$$

$R_3 = \rho l_2 / s$ sachant que le fil de constantan a la même résistivité ρ et la même section s

$$R_1 / R_3 = l_1 / l_2 \text{ et } R_x = R_2 \cdot l_1 / l_2 = 800 \times 503 / 497 = 809.66 \Omega$$

2. Citer toutes les causes d'erreur de cette méthode de mesure. Calculer l'erreur commise sur l'ampèremètre.

Les principales causes d'erreurs sont

- Erreur de lecture sur le curseur (parallaxe) $\Delta L = \pm 1 \text{ mm}$
- Détection du zéro sur l'ampèremètre numérique 2000 points ($0.3\% \pm 3 \text{ digit}$) 1 digit = $0.1 \mu\text{A}$
 $\Delta I = 0.3\% \times 200 + 3 \times 0.1 = 0.6 \mu\text{A} + 0.3 \mu\text{A} = 0.9 \mu\text{A}$.
- Incertitude sur les valeurs des résistances du pont.
- Incertitude sur ρ et sur D .

3. Calculer l'erreur sur R_x et l'exprimer sous forme d'intervalle de confiance.

$$\Delta R_x / R_x = \Delta R_1 / R_1 + \Delta R_2 / R_2 + \Delta R_3 / R_3$$

- $\Delta R_2 / R_2 = 0.1 / 800 = 0.00013 = 0.013\%$
- $\Delta R_1 / R_1 = \Delta R_3 / R_3 = \Delta \rho / \rho + \Delta l_1 / l_1 + 2\Delta D / D = 0.1 / 49 + 1 / 503 + 2 \times 0.001 / 0.204 = 1.4\%$
- $\Delta R_x / R_x = 0.013\% + 1.4\% + 1.4\% \approx 3\%$
- $\Delta R_x = 810 \times 3\% \approx 25 \Omega$
- $785 \Omega \leq R_x \leq 835 \Omega$

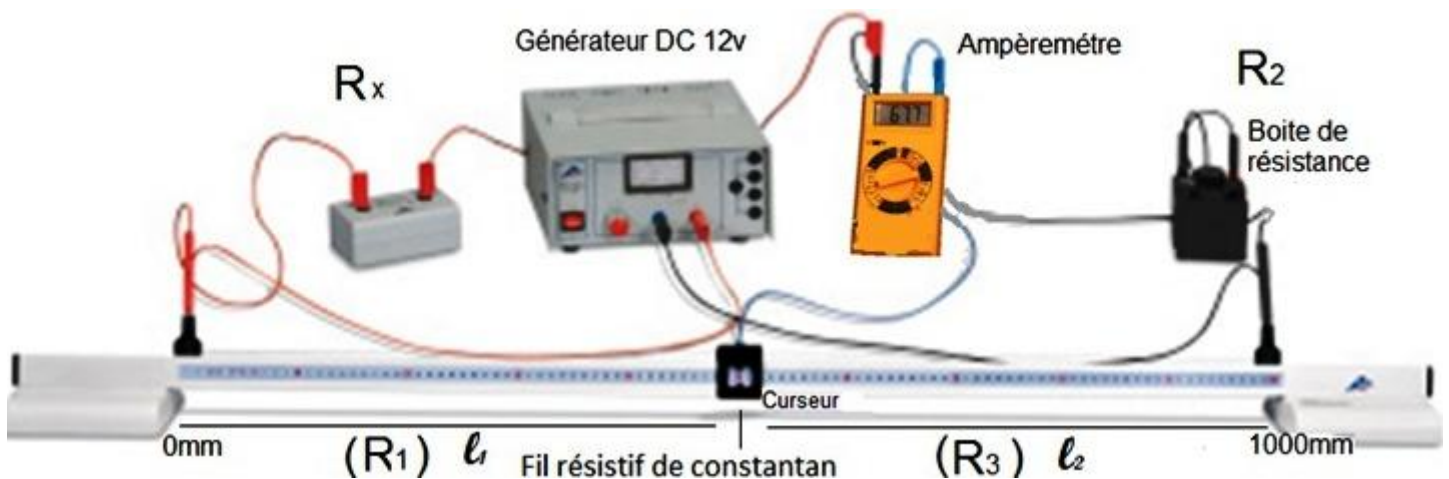


Figure 1

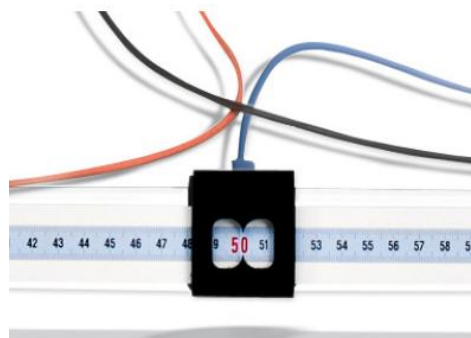


Figure 2