

Examen

Questions (05 pts)

- a- D'après le vocabulaire de la métrologie, donner la différence entre les termes suivants :
mesure, mesurage, gamme de mesure, étendue de mesure, pleine échelle.
- b- Que représente la traçabilité en métrologie industrielle.

Exercice n°1 (04.5 pts)

La force qui s'exerce entre deux charges électriques q et q' séparées par une distance r est donnée en module par la loi de Coulomb :

$$F = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Donner la dimensions de ϵ_0 et son unité .

Exercice n°2 (04.5 pts)

La résistance d'une thermistance à une température T est donnée par la relation suivante :

$$R = R_0 \exp\left[\beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right]$$

Avec

$R_0 = 5000 \Omega$ à 300 K et $\beta = 3000 \text{ K}$

Si la valeur de la résistance mesurée est : $R = (1000 \pm 5) \Omega$, calculez la température correspondante T et son incertitude ΔT .

Exercice n°3 (06 pts) (Comptabilisé aussi dans la note de TD)

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats de l'étalonnage d'une chaîne de mesure de température d'un four.

Nombre de mesures	1	2	3	4	5
θ (°C)	100,1	100.0	99.9	100,2	100.0

- 1)-Calculer la valeur moyenne de la température θ .
- 2)-Calculer l'écart-type expérimental.
- 3)-Calculer l'incertitude absolue type pour un niveau de confiance de 95 % .

Cette température a été mesurée cette fois ci par un thermomètre à affichage numérique dont la résolution est égale à 0.1.

- 4)-Calculer dans ce cas l'incertitude de type B.
- 5)- En déduire l'incertitude type composée pour la mesure de cette température.

Corrigé type

Questions (05pts)

a-La différence entre les termes –dessous d'après le vocabulaire de la métrologie :

- Mesure : C'est l'évaluation d'une grandeur par comparaison avec une autre grandeur de même nature prise pour unité.
- Mesurage : C'est l'ensemble des opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur physique.
- Gamme de mesure : C'est l'ensemble des valeurs du mesurande pour lesquelles l'instrument de mesure est supposé fournir une mesure correcte.
- Etendue de mesure ; C'est la différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de la gamme de mesure
- Pleine échelle : Valeur maximale de l'étendue de mesure

b-D'après la métrologie industrielle. la traçabilité est la propriété d'un résultat de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages dont chacun contribue à l'incertitude de mesure.

Exercice n°1 (04.5pts)

La dimension de ϵ_0 et son unité à partir de l'expression de la force :

$$\text{On a } F = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \text{donc } \epsilon_0 = \frac{qq'}{4\pi F r^2}$$

$i = dq/dt$ $dq = i dt$ donc la dimension de q est **[q]=I T**

$F = ma = m dv/dt$ donc $[F] = [m][x]/[t]^2$ d'où la dimension de F est **[F]=MLT⁻²**

La dimension de ϵ_0 est $[\epsilon_0] = [q][q']/[F][r]^2 = I^2 T^2 / MLT^{-2} L^2 = M^{-1} I^2 T^4 L^{-3} = [\epsilon_0]$

On a $i = dq/dt = C du/dt$ et $c = \epsilon_0 S/e$ donc $\epsilon_0 = e C/S$ la dimension de ϵ_0 est $[\epsilon_0] = [e] [C]/[S]$

$[C] = [i] [dt]/[du]$ on $u = P/i = W/i$ $t = F/I$ $t = m a / I t$ donc **$[C] = I^2 T^4 M^{-1} L^{-2}$ l'unité de C est le Farad**

La dimension de $[\epsilon_0] = I^2 T^4 M^{-1} L^{-2} / L$ et son unité est le Farad/metre F/m : unité dérivée

Exercice n°2(04.5pts)

La résistance d'une thermistance à une température T est donnée par la relation suivante :

$$R = R_0 \exp \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$$

Avec

$R_0 = 5000 \Omega$ à 300 K et $\beta = 3000$ K

$$T = \frac{1}{\left[\frac{1}{\beta} \ln \frac{R}{R_0} + \frac{1}{T_0} \right]} \quad \text{A.N si } R = 1000\Omega \text{ alors } T = \mathbf{357.544 \text{ K}}$$

Calcul de ΔT

$$\ln \frac{R}{R_0} = \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] = \ln R - \ln R_0 = \beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)$$

En passant à la dérivée on

$$\frac{dR}{R} - 0 = -\beta \left(\frac{dT}{T^2} \right) \rightarrow \frac{\Delta R}{R} = \beta \frac{\Delta T}{T^2} \text{ donc } \Delta T = \frac{T^2 \Delta R}{\beta R}$$

A.N : Si $\Delta R = 5\Omega$ donc $\Delta T = \mathbf{0.213 \text{ K}}$

Exercice n°3((06pts) (Comptabilisé aussi dans la note de TD)

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats de l'étalonnage d'une chaîne de mesure de température d'un four.

Nombre de mesures	1	2	3	4	5
θ (°C)	100,1	100.0	99.9	100,2	100.0

1)-Calcul de la valeur moyenne

$$\bar{\theta} = \frac{\sum \theta_i}{n} \quad \text{A.N pour } n = 5 \quad \bar{\theta} = \mathbf{100.04 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

2)-Calcul de l'écart-type expérimental

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (\theta_i - \bar{\theta})^2}{n-1}} \quad \text{A.N } \sigma_{n-1} = \mathbf{0.114 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

3)-Calculer l'incertitude absolue type pour un niveau de confiance de 95 %

$$\Delta \theta = u_A = k \cdot \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}} \quad \text{A.N } u_A = \mathbf{0.102 \text{ } ^\circ\text{C}} : \text{ Erreur type A}$$

4)-Calcul de l'incertitude de type B.

$$u_B = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} \quad \text{A.N } u_B = \mathbf{0.0289 \text{ } ^\circ\text{C}} : \text{ Erreur type B}$$

5)- L'incertitude-type composée pour la mesure de cette température.

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad \text{A.N } u_C = \mathbf{0.106 \text{ } ^\circ\text{C}} : \text{ L'incertitude - type composée}$$