EXERCICE I (Métrologie)

- Données $\begin{cases} R = (5{,}1 \pm 0{,}1)\,\Omega \\ I = (2{,}2 \pm 0{,}1)\,A \\ t = (60 \pm 0{,}1)\,s \end{cases}$

- Rq : les incertitudes des différentes termes sont au plus égales à une unité de l'ordre du dernier chiffre.

$\Rightarrow$ Ce qui signifie : $\Delta R = ?$, $\Delta I = ?$ et $\Delta t = ?$

- On sait que : $P = RI$ et comme $P = \dfrac{W}{t}$

Alors $\boxed{W = RI^2 t}$

- A.N : $W = 5{,}1 \,.\, (2{,}2)^2 \,.\, 60 = 1481{,}04 = 1{,}48 \,.\, 10^{-3} \simeq 1{,}5 \,.\, 10^{-3}$

$\boxed{W = 1{,}5 \,.\, 10^{-3}\,J}$

- Calcul d'incertitude :

$W(R,I,t) = RI^2t$

$\ln W = \ln(RI^2t)$

$\ln W = \ln R + \ln(I)^2 + \ln t$

$\ln W = \ln R + 2\ln I + \ln t$

En suivant la propriété $\ln x = \dfrac{\Delta x}{x}$, on a :

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta R}{R} + 2\frac{\Delta I}{I} + \frac{\Delta t}{t}$$

Alors, $\boxed{\Delta W = W\left(\dfrac{\Delta R}{R} + 2\dfrac{\Delta I}{I} + \dfrac{\Delta t}{t}\right)}$

A.N

$$\Delta W = 1{,}5 \,.\, 10^{-3}\left[\left(\frac{\Delta R}{5{,}1}\right) + 2 \,.\, \left(\frac{\Delta I}{2{,}2}\right) + \left(\frac{\Delta t}{60}\right)\right]$$

$$= (1{,}5 \,.\, 10^{-3}) \times (\ ?\ )$$

EXERCICE 3 (Métrologie)

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

$$g(L,T) = 4\pi^2 L T^{-2}$$

$$\ln g = \ln(4\pi^2 L T^{-2})$$

$$\ln g = \cancel{\ln(4\pi^2)}^{\,0} + \ln L + \ln T^{-2}$$

$$\ln g = \ln L + \ln T^{-2}$$

$$d\ln g = d\ln L + d\ln T^{-2}$$

$$\frac{\Delta g}{g} = \left|\frac{\Delta L}{L} - 2\frac{\Delta T}{T}\right|$$

- $$\boxed{\Delta g = g\left(\frac{\Delta L}{L} + 2\frac{\Delta T}{T}\right)}$$

$$\Delta g = 10{,}04\left(\frac{0{,}1}{0{,}10423} + 2\frac{0{,}01}{0{,}64}\right)$$

- $$\boxed{\Delta g = 9{,}946 \simeq 9{,}95\ m.s^{-2}}$$

avec $L = 104.23\ cm = 0{,}10423\ dam$ $\quad \Delta L = 0{,}1\ mm \quad \Delta T = 0{,}01\ s$

dam	m	dm	cm	mm	
0,	1	0	4	2	3

- Soit $\Delta d = \Delta e = 0{,}1\ s$
- Comme $\Delta t = \Delta d + \Delta e$

$$\Delta t^2 = \Delta d^2 + \Delta e^2$$

Alors $\Delta t = \sqrt{\Delta d^2 + \Delta e^2} = 0{,}14$

- $\boxed{t = N.T}$

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow \frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta t}{t} = 1\%\ (0{,}01)$$

- Alors $t = \frac{\Delta t}{0{,}01} = \frac{0{,}14}{0{,}01} = 14\ s$

$\boxed{t = 14\ s}$

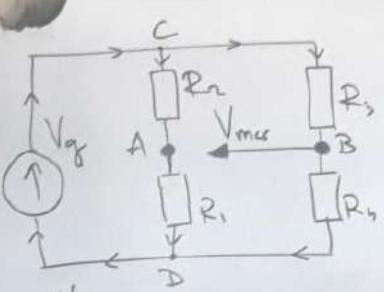
- On sait que $N = 22$ osc.

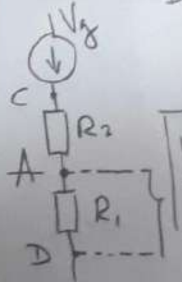
$$T = \frac{t}{N} = \frac{14}{22} = 0{,}636 \simeq 0{,}64\ s$$

$\boxed{T = 0{,}64\ s}$

- $g = \frac{4\pi^2 . 1{,}0423}{(0{,}64)^2} = 10{,}04\ s$ $\quad \boxed{g = 10{,}04\ s}$

EXERCICE 6 (Métrologie)



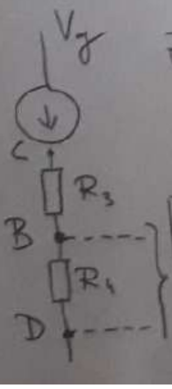


$$\boxed{V_{AD} = V_g \cdot \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)}$$

$\Uparrow$

Équation de Thevenin.

$\Downarrow$



$$\boxed{V_{BD} = V_g \cdot \left(\frac{R_4}{R_3+R_4}\right)}$$

On sait que $\overrightarrow{AB} = -\overrightarrow{BA}$

$BA = BD + AD$

$$V_{BA} = V_{BD} + V_{AD}$$

$$= \left[V_g \cdot \left(\frac{R_4}{R_3+R_4}\right) + V_g \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)\right]$$

$$\boxed{\text{D'où } V_{AB} = V_{mes} = V_g \left(\frac{R_1}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}\right)}$$

$\Delta V_g = 0{,}01$

$V_{mes} = 0$

$$V_g \left(\frac{R_1}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}\right) = 0$$

EXERCICE 5 (Métrologie)

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2W^2} \quad \text{(impédence)}$$

■ Expression théorique de l'incertitude absolue sur Z :

Comme $Y = (X_1 X_2)^2 \Rightarrow \Delta Y = Y\left(\frac{\Delta X_1}{X_1} + \frac{\Delta X_2}{X_2}\right)$ et si $Y = X^2 \Rightarrow \Delta Y = X\Delta X$

$X_1 X_2 = LW$ $\qquad$ $X = R$

Nous obtenons :

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{R\Delta R}{R^2+L^2W^2} + \frac{(LW)^2\left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta W}{W}\right)}{R^2+L^2W^2}$$

$$= \frac{R\Delta R}{R^2+L^2W^2} + \frac{\frac{(\cancel{L}W)^2 \cdot \Delta L}{\cancel{L}} + \frac{(L\cancel{W})^2 \cdot \Delta W}{\cancel{W}}}{R^2+L^2W^2}$$

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{R\Delta R}{R^2+L^2W^2} + \frac{LW^2\Delta L}{R^2+L^2W^2} + \frac{L^2W\Delta W}{R^2+L^2W^2}$$

Donc, $\boxed{\Delta Z = \frac{R}{\sqrt{R^2+L^2W^2}} \cdot \Delta R + \frac{LW^2}{\sqrt{R^2+L^2W^2}} \cdot \Delta L + \frac{L^2W}{\sqrt{R^2+L^2W^2}} \cdot \Delta W}$

– METROLOGIE 2018 –

- **METROLOGIE** : La métrologie est la science des mésures qui définit les principes et les méthodes permettant de garantir et maintenir la confiance envers les mésures.
- L'étalonnage d'un instrum^t^ permet de contrôler les indications de ce dernier par comparaison grâce à un autre appareil de mésure dit "étalon" afin de vérifier que la sortie correspond bien à la valeur de l'étendue.

GP	Unité (symbole)
Courant électrique	Ampère (A)
Tension électrique	Volt (V)
Intensité lumineuse	Candela (Cd)

- **Calcul de l'erreur possible : (ΔT)**

Posons $t_1 = 5°C$ et $t_2 = 20°C$

- On sait que le domaine du thermomètre à mésure est $[-25°C ; +25°C]$, ce qui signifie que l'étendue de mésure est $25 + 25 = 50$
- La précision des mésures est de $\pm 1\%$ de la lecture

On peut en déduire alors que :

$$\Delta t_1 = \frac{5 \times 1}{100} = 0{,}05°C \quad \text{et} \quad \Delta t_2 = \frac{20 \times 1}{100} = 0{,}2°C$$

Comme on a 2 incertitudes sur chaque côté du mur. Alors l'erreur possible pour la différence de température noté ΔT se présente comme suit :

$$\Delta T = \Delta t_1 + \Delta t_2$$

$$\Delta T^2 = \Delta t_1^2 + \Delta t_2^2$$

$$\boxed{\Delta T = \sqrt{\Delta t_1^2 + \Delta t_2^2}}$$

A.N :

$$\Delta T = \sqrt{(0{,}05)^2 + (0{,}2)^2} = 0{,}2\alpha$$

Donc, $\boxed{\Delta T = 0{,}206°C}$

Classe de précision :

$$\boxed{Class_{(\%)} = \frac{\Delta T}{Etendue} \times 100}$$

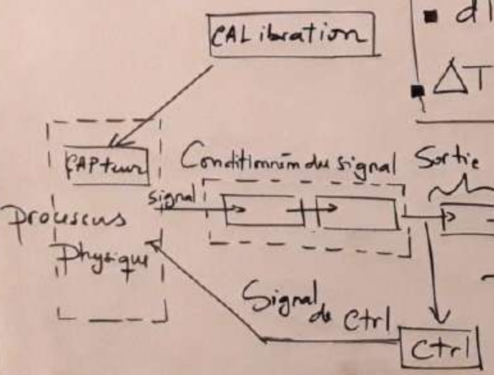
$$= \frac{0{,}206}{50} \times 100 = 0{,}412$$

$$\boxed{Class_{(\%)} = 4\%}$$

METROLOGIE 2017

G.P	UNITÉ (symbole)
Intensité lumineuse	Candela (Cd)
Prèsion	Pascal (Pa)
Charge électrique	Coulomb (C)
Différence de potentiel	Volt (V)

- Schéma Gl d'un sys. de mésure:



- Etalonnage: l'étalonnage d'un instrum consiste à contrôler ses indicat° par comparaison grâce à un autre appareil de mésure dit: "étalon"

- $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ avec $\begin{cases} l = 1m \pm 0{,}001m \\ g = 9{,}8N/Kg \pm 0{,}01N/Kg \end{cases}$

$\boxed{T = 2{,}007\,s}$

▷ Calcul directe de T:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9{,}8}} = 2{,}007$

▷ Son incértitude absolue:

On a: $\Delta l = 0{,}001$ et $\Delta g = 0{,}01$

- $T(l,g) = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \implies 2\pi\left(\frac{l}{g}\right)^{1/2} = 2\pi \cdot l^{1/2} \cdot g^{-1/2}$

- $dT = \frac{\partial T}{\partial l} \cdot dl + \frac{\partial T}{\partial g} \cdot dg$

- $\Delta T = \left|\cancel{2}\pi \cdot \left(\frac{l}{\cancel{2}}\right)^{-1/2} \cdot g^{-1/2}\right| \Delta l + \left|\cancel{2}\pi \cdot l^{1/2} \cdot \left(-\frac{g}{\cancel{2}}\right)^{-3/2}\right| \Delta g$

$= \left|(3{,}14\ldots) \cdot 1^{-1/2} \cdot 9{,}8^{-1/2}\right| 0{,}001 + \left|(3{,}14\ldots) \cdot 1^{1/2} \cdot (-9{,}8)^{-3/2}\right| 0{,}01$

$= (1{,}003544962 \cdot 10^{-3}) + (1{,}024025471 \cdot 10^{-3})$

$= 2{,}027 \cdot 10^{-3}$

Soit $\boxed{\Delta T = 0{,}002\,s}$