

Matière : Mesure et instrumentation	Examen
Profil : GC, GHE, GI, Minds, Telecom	Date : 02 Novembre 2017
Classe : 1 <sup>ère</sup> année	Durée : 2 heures
Semestre : 1	Documents non autorisés
Enseignants : A. Belkahia, C. Bouden, Y. Boukhris, R. Brini	Nombre de pages : 4

N.B : un résultat sans unité sera considéré comme faux

### Questions de cours

1. Expliquez la différence entre un instrument de mesure de premier ordre et un instrument de mesure de second ordre.
2. Définissez la résolution d'un capteur. Est-ce une caractéristique statique ou dynamique ?
3. Citez deux facteurs sur lesquels doit-on se baser pour choisir d'une manière convenable un capteur de température ?

### Exercice 1

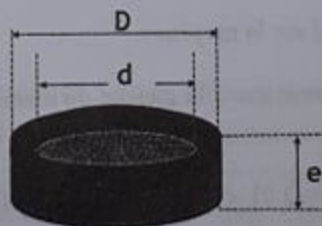


Figure 1 : Schéma de principe de la rondelle

Une usine fabrique des rondelles en plastique ayant un diamètre extérieur (D), un diamètre intérieur (d) et une épaisseur (e). Pour effectuer un contrôle de qualité, On prend au hasard un

échantillon de 600 rondelles à la sortie de l'extrudeuse et on mesure le diamètre extérieur (D).  
Les résultats des mesures sont les suivants :

Tableau 1 : résultats des mesures du diamètre extérieur des rondelles

Nombre de rondelles	Diamètre extérieur D [mm]
5	19.50
35	19.60
54	19.70
80	19.80
86	19.90
90	20.00
84	20.10
80	20.20
46	20.30
28	20.40
12	20.50

1. Représentez graphiquement l'histogramme de la distribution.
2. Calculez les valeurs centrales de cette distribution : moyenne, médiane et mode.  
Conclure.
3. Calculez l'écart type :  $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left( \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|^2 \right)}$
4. Calculez l'erreur standard sur la moyenne.
5. On procède de la même manière à la mesure du diamètre intérieur de la rondelle (d), de son épaisseur (e) et de sa masse (m), on obtient les résultats suivants :

$$d = (11.95 \pm 0.02) \text{ mm}, e = (2.01 \pm 0.02) \text{ mm}, m = (0.503 \pm 0.010) \text{ g}$$

Calculez la masse volumique ( $\rho$ ) du matériau de la rondelle. Estimez l'incertitude sur cette mesure. Exprimez correctement ce résultat.

## Exercice 2

On considère deux condensateurs plans rotatifs pour la mesure des déplacements angulaires installés en mode push-pull et utilisés dans un gyroscope pour mesurer l'inclinaison d'un avion ; ils sont décrits par la figure ci-dessous. Les plaques 1 et 2 sont fixes, la plaque 3 est mobile en rotation par rapport à son axe (elle effectue un déplacement angulaire). La capacité d'un condensateur plan rotatif est donnée par l'expression :

$$C = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot k \cdot \epsilon_0}{D} \cdot \frac{\alpha}{360}$$

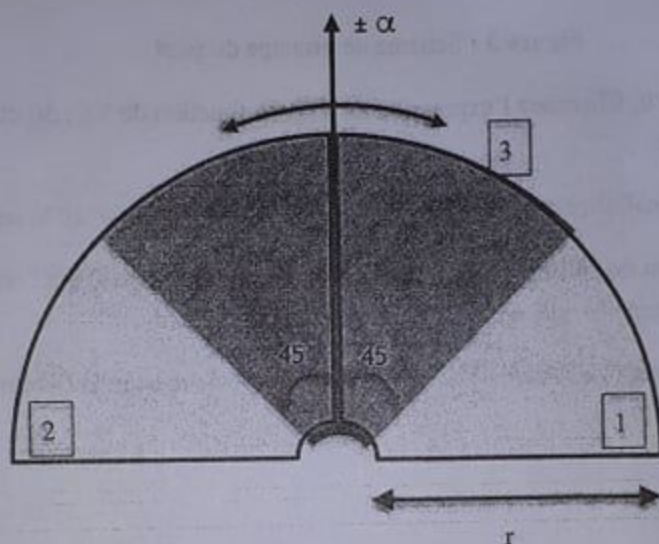


Figure 2 : Schéma de principe du condensateur plan rotatif

1. Dans la position initiale, le disque 3 est au milieu ; il couvre le disque 1 par un angle  $\alpha_1 = 45^\circ$  et le disque 2 par un angle  $\alpha_2 = 45^\circ$  (Position initiale :  $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$ ). Trouvez l'expression puis calculez la capacité  $C_0 = C_1(\alpha_0) = C_2(\alpha_0)$ . On donne :  $r = 3 \text{ cm}$  (rayon des plaques),  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$ ,  $k = 3$ ,  $D = 1 \text{ mm}$  (distance entre les plaques du condensateur).
2. Le disque 3 tourne autour de son axe d'un angle  $\Delta\alpha$ . Les condensateurs prennent alors les valeurs de la capacité respectives :  $C_1 = C_0 + \Delta C_1(\Delta\alpha)$  et  $C_2 = C_0 + \Delta C_2(\Delta\alpha)$ . Exprimez  $C_1$  et  $C_2$  en fonction de  $C_0$ ,  $\Delta\alpha$ ,  $k$ ,  $\epsilon_0$ ,  $r$  et  $D$ .

3. On monte les deux capacités dans un pont décrit par la figure 3. Démontrez que dans la position initiale ( $\alpha_0$ ),  $V_{mes}$  est égale à 0.

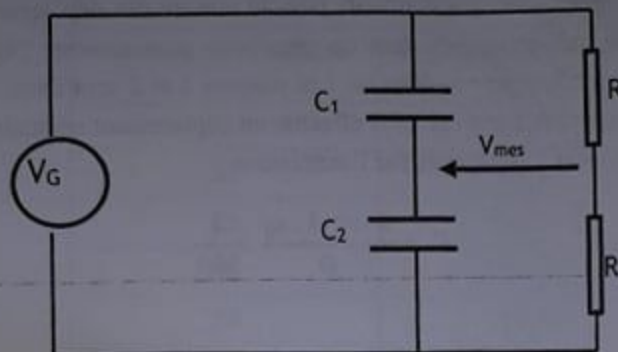


Figure 3 : Schéma de principe du pont

4. Lorsque  $\Delta\alpha \neq 0$ , Cherchez l'expression de  $V_{mes}$  en fonction de  $V_G$ ,  $\Delta\alpha$  et  $\alpha_0 = 45^\circ$  (position initiale).
5. Calculez la sensibilité de ce système de mesures. On donne  $V_G = 10\text{ V}$ ,  $\alpha_0 = 45^\circ$ .
6. Si la résolution du Voltmètre qui mesure  $V_{mes}$  est égale à  $1\text{ mV}$ , quel serait la résolution du gyroscope [Angle en  $^\circ$ ]?
7. Si  $\Delta\alpha$  varie entre  $(-45^\circ)$  et  $(+45^\circ)$ , quel serait la plage de mesure du Voltmètre ?