| Faculté des Sciences | HLME202 Etude de systèmes mécaniques<br>**TD CINEMATIQUE PESE-LETTRES** | |
|---|---|---|
| L1 | | TD Cinématique |

## I. Présentation du système

Le système étudié est un pèse-lettres mécanique qui est utilisé à peser les lettres et autres courriers postaux, afin de déterminer le tarif d'affranchissement.
Ce système est généralement utilisé dans un bureau.

**Figure 1 : Photo d'un pèse-lettres mécanique.**

**Figure 2 : Pesée de document grâce au pèse-lettres.**

## II. Analyse cinématique

On étudie le mouvement des pièces du pèse-lettres ainsi décrit dans le repère fixe $R_0 = \left(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0\right)$ :

- un bâti $S_0$
- un bras coudé $S_1$ = EOB à l'extrémité de laquelle est fixée une masselotte, en E ainsi qu'un repère pour lire la graduation en F
- un plateau + tige AD = solide $S_2$
- une biellette AC = solide $S_3$

Les figures 3 et 4 présentent le système dans la situation « à vide » et dans la situation « chargée ».

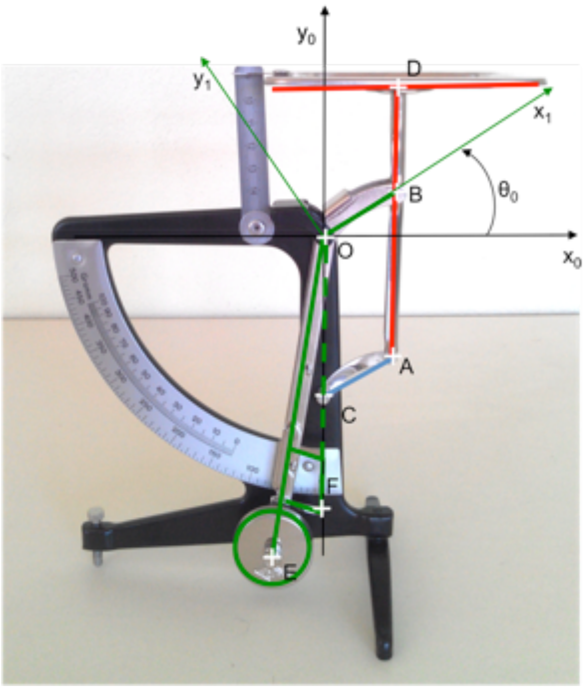


**Figure 2 : pèse-lettres à vide**

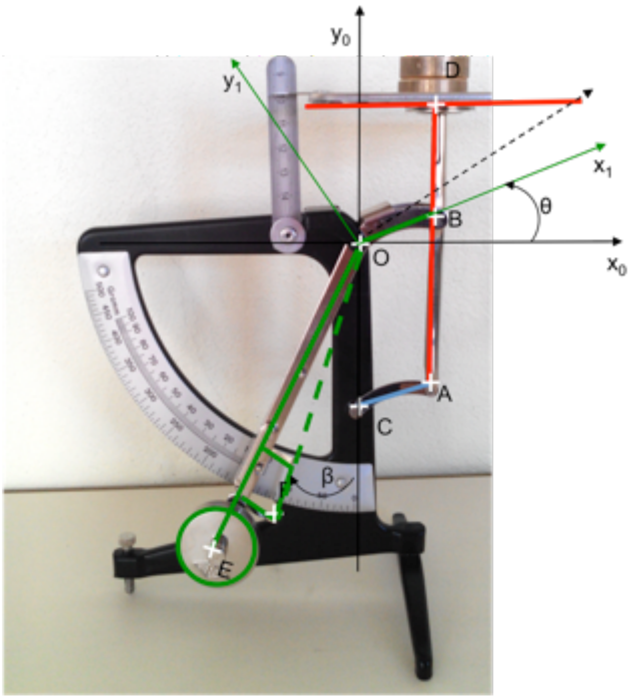


**Figure 3 : pèse-lettres chargé**

Les pièces sont articulées de la façon suivante :

- pivot d'axe (B, $\mathbf{z_0}$) entre $S_1$ et $S_2$ (bras coudé / plateau+tige)
- pivot d'axe (A, $\mathbf{z_0}$) entre $S_2$ et $S_3$ (plateau/tige / biellette)
- pivot d'axe (O, $\mathbf{z_0}$) entre $S_1$ et $S_0$ (bras coudé / bâti)
- pivot d'axe (C, $\mathbf{z_0}$) entre $S_3$ et $S_0$ (biellette / bâti)

Caractéristiques géométriques :

On note a = OB = CA b = CO = AB BD = c

OE = e (position basse de la masselotte) ou OE = e' (position haute de la masselotte)

Le repère de lecture des graduations est vertical à vide (dans ce cas, $\overrightarrow{OF} \parallel \overrightarrow{y_0}$ ), $\alpha = (\widehat{\overrightarrow{OF}, \overrightarrow{OE}})$

On note $\theta = (\widehat{\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}})$ et $\beta = (\widehat{\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OF}})$

### II.1 Etude géométrique

1. Combien faut-il de paramètres pour décrire le mouvement du système ?
2. Parmi les angles $\alpha, \theta, \beta$ indiquer le.s angle.s fixe.s et le.s angle.s variable.s ?
3. Quel est le signe de l'angle $\theta$ ? le signe de l'angle $\beta$ ?
4. Le système est représenté dans 2 positions sur les figures 3 et 4. La position de la figure 3 correspond à la position à vide du système. On appelle $\theta_0$ la valeur de l'angle $\theta$ correspondant à cette position. Exprimer l'angle $\beta$ en fonction de $\theta_0$ et $\theta$.
5. Exprimer $\overrightarrow{OD}$ en fonction de *a*, *c* et $\theta$ dans le repère $R_0$.
6. On souhaite trouver la relation entre le déplacement vertical du point D entre la position à vide et la position chargée, noté u et l'angle $\beta$. Exprimer la composante suivant $\overrightarrow{y_0}$ de $\overrightarrow{OD}$ pour la position à vide, puis pour la position chargée. En déduire *u* en fonction de $\beta$ et des caractéristiques géométriques du système.

### II.2 - Etude cinématique analytique

On attache le repère $R_1(O, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_0})$ au solide $S_1$.

1. Exprimer $\vec{\Omega}(S_1/R_0)$.
2. Calculer la vitesse du point B de $S_1$ dans son mouvement par rapport à $R_0$, repère lié au bâti, $\vec{V}(B \epsilon S_1/R_0)$.
3. Exprimer $\vec{\Omega}(S_3/R_0)$.
4. Calculer la vitesse du point A de $S_3$ dans son mouvement par rapport à $R_0$, repère lié au bâti, $\vec{V}(A \epsilon S_3/R_0)$.
5. Exprimer la relation du torseur cinématique reliant les vitesses des points A et B de $S_2$ dans leur mouvement par rapport à $R_0$.
6. En déduire $\vec{\Omega}(S_2/R_0)$. Comment appelle-t-on le mouvement de $S_2$ par rapport à $R_0$?
7. Calculer $\vec{V}(D \epsilon S_2/R_0)$.

**II.3 - Etude cinématique graphique**

On considère que $\dot{\theta} = -1$ rad/s. On choisit comme échelle des distances 1 cm réel correspond à 0,5 cm sur le dessin et comme échelle des vitesses, 1cm/s réel correspond à 0,5 cm sur le dessin.

On mesure :

OB = AC = a = 35 mm

B = OC = AB = 72 mm

OE = 147 mm

On mesure $\alpha$ = -7°, et $\theta_0$ = 28°

1. Tracer les points caractéristiques du système, en respectant l'échelle considérée, dans la position $\theta = -10$ degrés.
2. Calculer la vitesse du point B de $S_1$ dans son mouvement par rapport à $R_0$ $\vec{V}(B\epsilon S_1/R_0)$ et la tracer sur le schéma.
3. Tracer le champ des vitesses de $S_1/R_0$.
4. En utilisant la propriété d'équiprojectivité dans le solide $S_1$, tracer la vitesse du point E de $S_1$ dans son mouvement par rapport à $R_0$ $\vec{V}(E\epsilon S_1/R_0)$.
5. Mesurer ce vecteur et en déduire la valeur numérique de la norme de $\vec{V}(E\epsilon S_1/R_0)$.
6. Tracer le champ des vitesses du solide $S_3$ dans son mouvement par rapport à $R_0$.
7. Tracer le champ des vitesses du solide $S_2$ dans son mouvement par rapport à $R_0$.