
Pendulage de bielle

Travail préparatoire à faire chez soi : question 1

Objectif :

L'objectif est de déterminer le moment d'inertie d'une bielle de différentes façons et notamment de trouver un moyen expérimental pour des formes complexes sans utiliser un logiciel de CAO. Il y a 20 ans les logiciels n'étaient pas aussi performants et ne donnaient pas aussi facilement de tels résultats.



Préalable : Détermination expérimentale de la position du centre de gravité

Vous disposez du support de bielle, de la bielle réelle et d'un modèle simplifié de la bielle imprimé en PLA (Acide polylactique). Vous prendrez le repère comme sur l'image 1. Sur l'image, la bielle est en position tête en haut, la tête correspond au grand alésage car il est recouvert par le chapeau de bielle qui correspond à la pièce qui vient fermer l'alésage.

Vous devez en premier lieu déterminer la position du centre de gravité de chacune des bielles.

Q.1. En observant la géométrie de la bielle déterminez les coordonnées ne nécessitant pas de calcul.

Voir le dessin du document réponse et démontrer par application du PFS : $a=L \times Rb/(M.g)$. Cela donnera une méthode de détermination du centre de gravité par la méthode statique.

Q.3. Mettez-la en œuvre et faites l'application numérique. N'oubliez pas d'étalonner le dynamomètre.

Partie Expérimentale : Détermination de la période d'oscillation des bielles

Par Chronométrage

Q.8. Positionnez la bielle en acier sur son support d'oscillation tête en Haut. Écartez-la de sa position d'équilibre de quelques degrés, chronométrez le temps qu'elle met pour réaliser 10 oscillations. Déduisez-en la période. Que pensez-vous de la qualité de la mesure ?

La méthode est approximative, il faudrait réaliser plusieurs relevés afin de vérifier la répétabilité de la méthode.

Plutôt que de faire cela, nous allons utiliser une autre méthode. Des films ont été réalisés et vous allez évaluer la période par analyse vidéo.

Par analyse vidéo

Les différents films se trouvent dans le répertoire film, pour les deux bielles en acier et PLA.

Q.9. Grâce au logiciel Open Shop Vidéo Editor (Importer la vidéo, la faire glisser dans la barre de montage) et à la timeline, déterminez le temps de 10 oscillations dans chacun des cas. Déduisez-en les périodes.

Par simulation numérique

Réalisez l'assemblage de l'axe linéaire et de la bielle tête en haut. Un petit alésage a été réalisé sur le haut de l'alésage de la tête de bielle afin de faire l'assemblage et de créer ensuite la liaison pivot entre l'axe linéaire et la bielle.

Sur Méca3D, créez une liaison pivot, activez la pesanteur sur l'ensemble des pièces. Ajoutez une contrainte afin d'écartier la bielle de 10° .

Dans « Analyse » : Analyse Dynamique, pivot libre, 100 positions, Durée 2s.

Q.10. En relevant les oscillations du pivot déterminez la période d'oscillations.

Q.11. Faites en tableau récapitulatif des résultats obtenus. Les résultats sont-ils cohérents ?

Partie théorique

À partir de la période que vous avez obtenu et de la mise en équation de votre expérience vous devez obtenir une relation vous donnant $I_{(G,\vec{z})}$ en fonction de la période d'oscillations de la bielle.

Q.12. Appliquez le théorème du moment dynamique à la bielle tête en haut au point O avec (O, \vec{z}) axe de rotation de la bielle et O origine du repère. Vous devez obtenir l'équation du mouvement : $(I_{(G,\vec{z})} + M \cdot X_G^2) \ddot{\theta} + X_G \cdot M \cdot g \cdot \sin\theta = 0$.

Q.13. En considérant θ petit, déduisez-en l'expression de la période et par conséquent de $I_{(G,\vec{z})} = \frac{T^2}{4\pi^2} X_G \cdot Mg - M \cdot X_G^2$

Q.14. Faites l'application numérique et comparez avec les résultats expérimentaux et les numériques.

Q.15. Déterminez l'équation du mouvement précédente en appliquant le théorème de l'énergie cinétique.

Bilan

Q.16. Faites une conclusion générale comparant les analyses théorique, numérique et expérimentale et un bilan de ce TP et des diverses méthodes de détermination du centre de gravité et de $I_{(G,\vec{z})}$. Que donnerait une étude de la bielle tête en bas ? Vous pouvez aussi calculer $I_{(G,\vec{z})}$ par calcul en utilisant la géométrie de la bielle simplifiée.