ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2022

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

16-MC-A2 Cinématique et dynamique des machines.

Question 1) (25 points)

La figure suivante montre une membrure servant de levier de contrôle. Une force F est appliquée à la poignée à un angle β de l'horizontale. À la position montrée (45 degrés), la composante horizontale de la vitesse (V_{tige}) et la composante horizontale de l'accélération (A_{tige}) de la tige sont respectivement 888,577 mm/sec et 1866,011 mm/sec^2. À cette position la tige supporte une force horizontale de 10 N. Les barres utilisées de chaque côté de la membrure ont des longueur l_1 et l_2 respectivement égales à 200 mm et 100 mm, alors que leur largeur est e = 20 mm. Leur masse sont m_1 = 275 g et m_2 = 137,5 g. La tige a pour sa part une masse négligeable. Le centre de masse des barres qui composent la membrure se trouvent exactement au centre de chacune. Répondez aux questions suivantes :

a) Utilisez la méthode du travail virtuel pour calculer la valeur de F requise en fonction de l'angle β pour produire V_{tige} et A_{tige}; (20 points)
b) Utilisez l'approche qui vous semble la plus logique pour calculer le couple transmis au support par la membrure. Considérez que le frottement est négligeable partout. (5 points)

Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

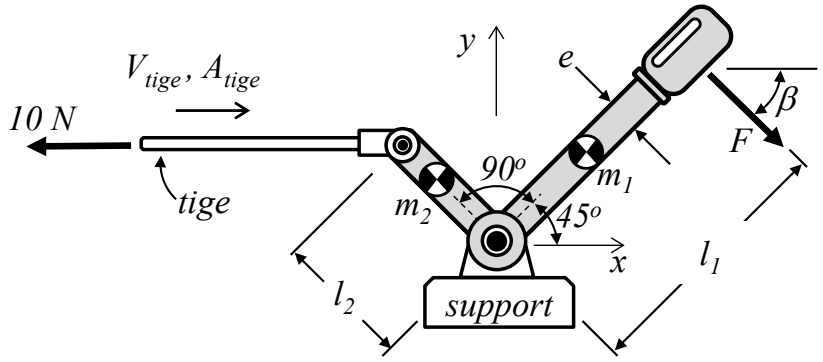

Figure 1 : Système

Question 2) (25 points)

La figure suivante montre un mécanisme utilisé dans les moteurs en V ayant un angle de V de 60°. Les dimensions importantes sont $\overline{O_2A} = 2\,po.$; $\overline{BA} = 6\,po.$; $\overline{CB} = 6\,po.$; $\overline{CA} = 2\,po.$ et $\overline{DC} = 5\,po.$ En utilisant la méthode des Centres Instantanés de Rotation (CIR), calculez la vitesse du piston B (sens et amplitude) si la membrure 2 tourne en sens horaire à 2000 rpm. Déterminez aussi le sens de la vitesse du piston D. Pour ce faire répondez aux questions qui suivent :

a) Écrivez les étapes de votre démarche. En particulier, donnez toutes les équations qui seront utilisées et indiquez les principaux CIR nécessaires pour mener vos calculs. Expliquez aussi l'utilité de ces CIR; (10 points)
b) Tracez le mécanisme dans votre cahier et montrez tous les CIR requis par votre démarche. (12 points)
c) Solutionner les équations indiquées en a) à l'aide des CIR montrés pour répondre à la question b) et montrez les vitesses sur le mécanisme. (3 points)

Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

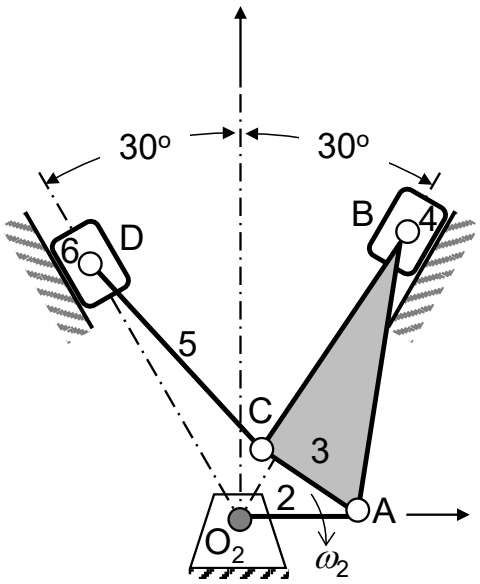

Figure 2 : Mécanisme 2

Question 3) (25 points)

La figure ci-dessous montre une came à déplacement linéaire servant à soulever des pièces mécaniques de masse m d'un convoyeur 1 vers un convoyeur 2. La came suit un mouvement alternatif aller-retour. Le parcours inscrit dans la came comporte deux zones de longueur l aux extrémités lui permettant de décélérer et d'accélérer. La vitesse V_{came} est constante lorsque le galet se trouve en contact dans la zone entre les deux points i du début de montée. La came est symétrique par rapport au centre CC. Le profil de montée/descente du galet est un mouvement cycloïde donné par $S = h\left[\frac{x}{l_m} - \frac{1}{2\pi}\sin\left(2\pi\frac{x}{l_m}\right)\right]$, la montée h est de 100 mm, la durée d'une montée/descente est de 1,25 sec, alors que le repos haut dure 2 sec. Répondez aux questions suivantes :

a) Calculez les longueurs l_m et l_{rh} qui assureront d'avoir un angle de pression $\phi \leq 30^o$ partout sur le parcours du galet; (12 points)

b) Calculez la vitesse de déplacement maximale des pièces déplacées du convoyeur 1 vers le convoyeur 2. (5 points)

c) Écrivez sous forme de variables l'équation de la force de contact F (normale) entre le galet et le profil de la came en montée. Pour ce faire, faites d'abord un DCL dans votre cahier réponse. Notez que lorsque la came et le ressort font contact dans les zones l de repos bas, le ressort n'est pas compressé. Négligez aussi la gravité. (8 points)

Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

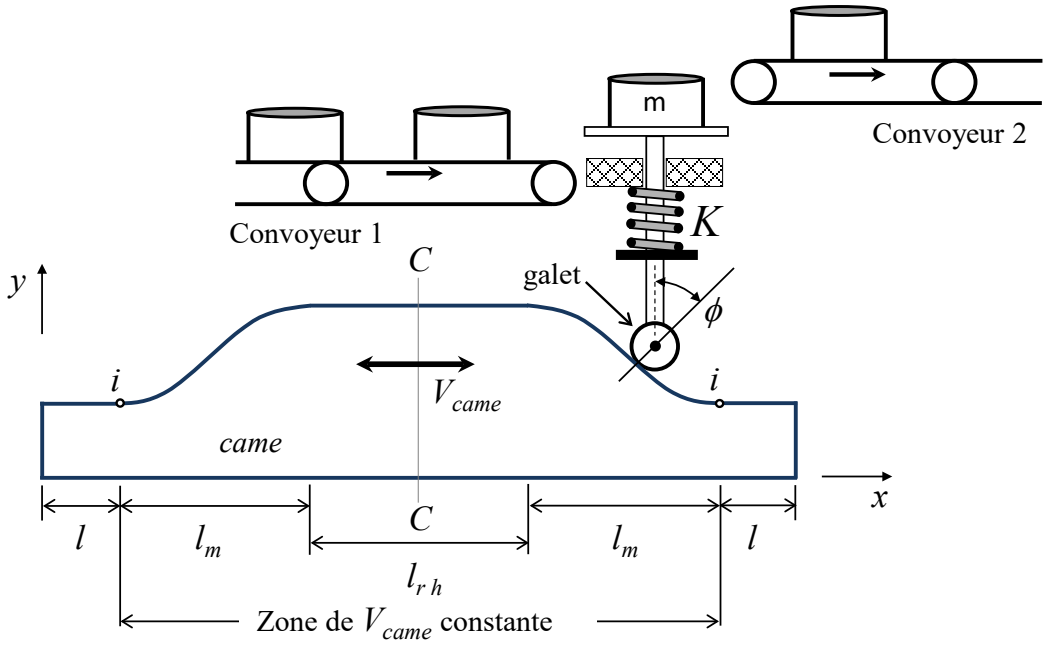

Figure 3 : Came

Question 4) (25 points)

La figure ci-dessous montre une transmission planétaire que l'on souhaiterait utiliser dans une application autre que celle pour laquelle elle a été conçue au départ. Toutefois, une bonne partie de l'information sur la transmission est manquante, et l'on ne parvient pas à mesurer toutes les données importantes du dispositif. Ainsi, on a été en mesure de compter les nombres de dents des roues 1, 2, et 3. Ceux-ci sont respectivement $N_1 = 41$, $N_2 = 40$, $N_3 = 195$. On peut néanmoins observer que N_4 est assez grand. On peut aussi évaluer le module de la roue 2 (m_2) ainsi que le module de la roue 3 (m_3). Toutefois, ces dernières mesures demeurent peu précises. La seule chose dont on puisse être certains est que le ratio $\frac{m_2}{m_3} = 5$. Comme les axes des roues 1 et 4 sont alignés, et que la roue 4 est fixe et ne peut tourner, on pense pouvoir calculer les informations manquantes. Répondez aux trois questions suivantes :

a) Vérifiez s'il est possible de calculer le nombre de dent de la roue 4 (N_4). Si c'est le cas présentez tous vos calculs et hypothèses et déterminez cette valeur. (10 points)
b) Écrivez l'expression (sous forme de variables) du ratio de vitesse entre l'arbre de sortie C et l'arbre d'entrée 1 ($\frac{\omega_c}{\omega_1}$) en fonction des nombres de dents. Encore une fois assurez-vous de présenter toute votre démarche (calculs et hypothèses). Enfin, calculez la valeur de $\frac{\omega_c}{\omega_1}$. (12 points)
c) Suite aux résultats obtenus aux questions précédentes, expliquez s'il est justifié d'avoir le ratio $\frac{m_3}{m_2} = 5$. (3 points)

Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

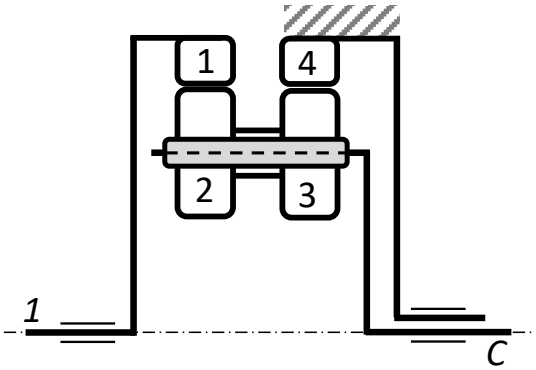

Figure 4 : Train planétaire