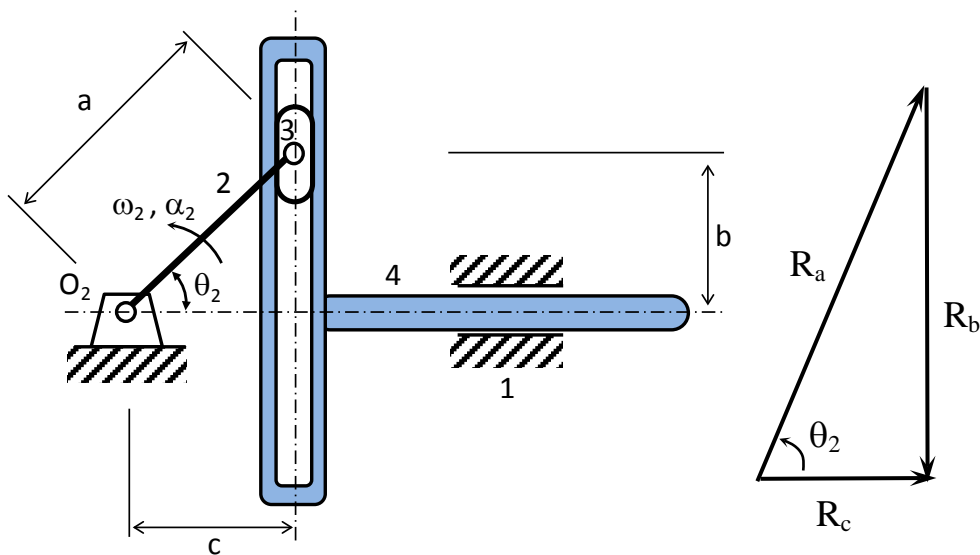


Toute documentation permise
 Calculatrices : modèles autorisés seulement
 Durée de l'examen : 3 heures

07-Méc-A2 Cinématique et dynamique des machines.

Question 1) (20 points)

Pour le dispositif montré à la figure suivante, déterminez les équations des positions (b et c), vitesses (\dot{b} et \dot{c}) et accélérations (\ddot{b} et \ddot{c}) en fonction de la dimension a , de l'angle θ_2 , de la vitesse angulaire ω_2 et de l'accélération angulaire α_2 . Commentez et décrivez vos étapes (en mots).



$$\vec{R}_a + \vec{R}_b - \vec{R}_c = \vec{0}$$

Figure 1 Système et forme vectorielle.

Question 2) (25 points)

L'arbre de la figure 2 supporte deux roues d'engrenage à jante mince (figure 3). Les roues sont fabriquées d'acier dont la densité $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$. On propose d'équilibrer ce système en ajoutant deux masses de correction au rayon de tête de chacune des roues (figure 2). Vous jugez ce choix peu judicieux. Vous proposez plutôt de réaliser le travail par enlèvement de masse en perçant un trou dans l'âme de chaque roue aux diamètres ($a = 150 \text{ mm}$ et $b = 125 \text{ mm}$) indiqués à la figure 2. Vous considérez que les masses de correction proposées ont été calculées adéquatement. Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

- Calculez le diamètre des trous à percer, sachant qu'ils doivent traverser l'âme de part en part. Présentez aussi un schéma situant les trous par rapport aux masses de correction initiales.
- Si on néglige la masse de l'arbre, calculez les réactions dynamiques sur les paliers 1 et 2, ainsi que la résultante totale $F_t (= (\vec{F}_1 + \vec{F}_2))$ avant et après l'équilibrage. Le système tourne à 500 tr/min .

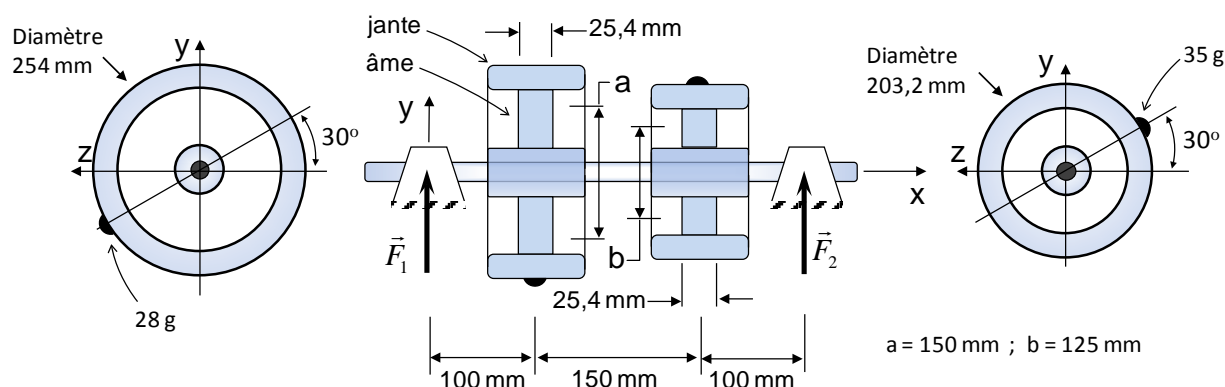


Figure 2 : Arbre de renvoi.

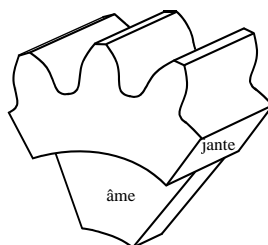


Figure 3 : Roue d'engrenage à jante mince.

Question 3) (25 points)

La transmission d'un hélicoptère est illustrée à la figure 4. La puissance provient d'un moteur produisant 550 HP à 5950 tr/min. Un premier étage de réduction conique porte la vitesse à 2700 tr/min à l'arbre d'entrée du premier train planétaire. Les planètes extérieures 3 et 6 sont maintenues immobiles. Commentez et décrivez vos étapes (en mots).

- Écrire les équations des entraxes pour chaque train planétaire, et vérifiez si les nombres de dents sont adéquats.
- Écrivez l'expression (sous forme de variables) du rapport de réduction pour l'assemblage (2 trains planétaires). Calculez la valeur numérique de ce rapport. Aussi, donnez la vitesse de rotation (amplitude et sens) du mât de sortie, ainsi que le couple disponible à cet endroit (amplitude [lb·pi] et sens). Supposez un rendement de 100%. À l'aide d'un schéma rapide montrez le sens de ces valeurs par rapport à l'arbre d'entrée.
- Faites un schéma 3-D montrant les forces sur toutes les roues d'engrenages. Considérez les trains planétaires comme s'ils ne comportaient qu'un seul satellite (2 et 5).

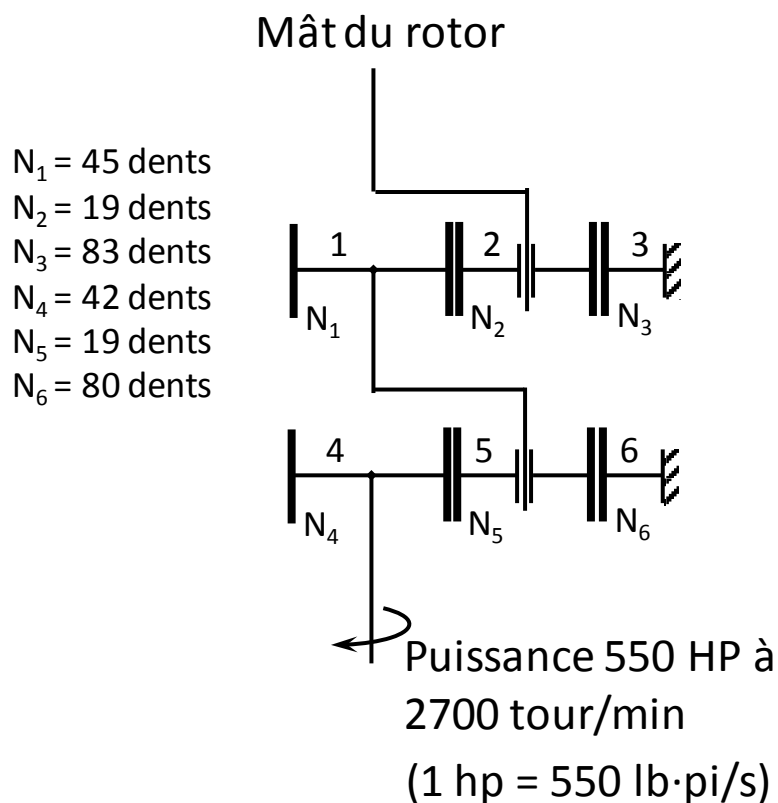


Figure 4 Transmission.

Question 4) (30 points)

Répondez par vrai ou par faux aux questions suivantes. Pour ce problème uniquement, une bonne réponse vaut 10 points et une erreur vaut -5 points (valeur totale maximale 30 points, valeur totale minimale 0 point). **Une réponse donnée sans explication sera refusée.**

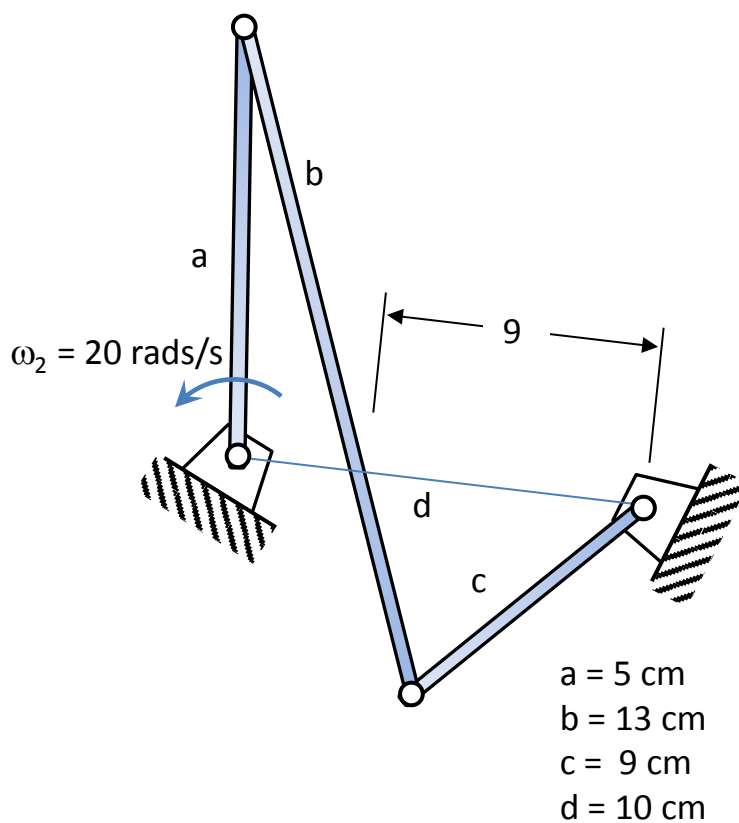
- a) Le comportement vibratoire d'un engrenage est influencé par son rapport de conduite. Ainsi, diminuer l'angle de pression devrait améliorer le comportement dynamique de l'engrenage.

Vrai ou Faux

- b) Dans un moteur en ligne, la position de la ligne d'action de la force d'agitation totale (F_s) est liée au choix de la séquence des pistons (angles de phase $\phi_{1...i}$). Aussi, lors de la conception d'un moteur, il est préférable d'avoir une position de la ligne d'action non constante, et dépendante de la position angulaire du vilebrequin, ce qui réduira le chargement sur ce dernier.

Vrai ou Faux

- c) Pour le mécanisme à manivelle-balancier ci-dessous le balancier de sortie (membrane c) a une vitesse angulaire $\omega_4 = 2,5 \text{ rad/s}$ en sens horaire.



Vrai ou Faux