

PHYSIQUE

Examen de maturité

Durée conseillée : 80 minutes

Cours : 3OSPM

Matériel autorisé :

- Calculatrice de type reconnu, sans couvercle
- Formulaire officiel (mis à disposition par le gymnase le jour de l'épreuve)
- *Formulaires et tables CRM* (mis à disposition par le gymnase le jour de l'épreuve)

Recommandations:

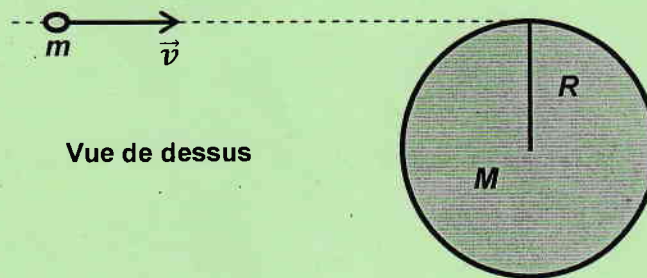
- Lisez soigneusement les énoncés et vérifiez que vous répondez bien à toutes les questions posées.
- Commencez toujours la rédaction d'un problème sur une nouvelle page et numérotez toutes vos pages. Soignez la présentation !
- Ne présentez qu'une résolution par question, en biffant clairement vos essais infructueux, et uniquement sur des feuilles annexes.
- Rendez votre démarche compréhensible en indiquant clairement les étapes de vos raisonnements et calculs.
- Ecrivez explicitement les définitions, les lois et les principes utilisés (titre et énoncé mathématique général).

Remarque

- Les problèmes de physique comptent pour un tiers de la note de l'examen écrit de l'OSPM.

Problème 1 (11 points)

Un homme de masse $m = 80$ kg (considéré comme ponctuel) court à la vitesse $v = 4$ m/s le long d'une tangente à une plate-forme en forme de disque homogène de masse $M = 160$ kg et de rayon $R = 2.00$ m (voir la figure ci-dessous). La plate-forme est initialement au repos, mais peut tourner librement autour d'un axe vertical passant par son centre.

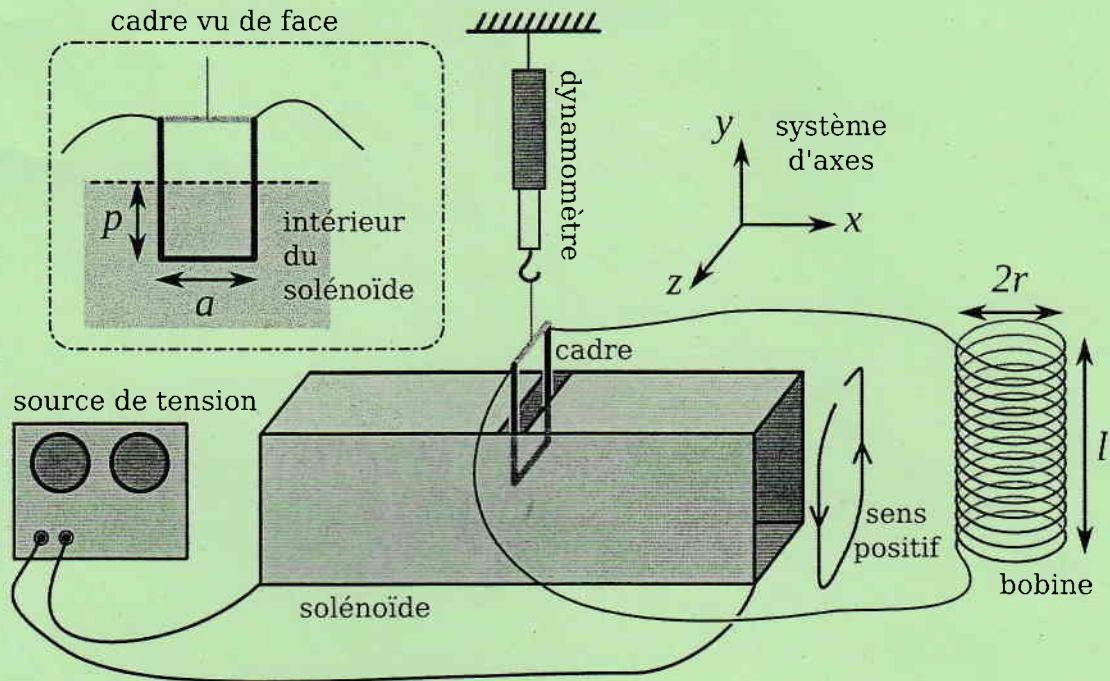


- A. Quel est le moment d'inertie de la plate-forme ? (*Réponses littérale et numérique*)
- B. Déterminer la vitesse angulaire de la plate-forme une fois que l'homme a sauté sur l'extrémité de celle-ci (*Réponses littérale et numérique*).
- C. L'homme marche ensuite sans glisser vers le centre du disque, puis se tient debout et s'arrête à cet endroit. Quelle est la nouvelle vitesse angulaire de la plate-forme ? (*Réponse numérique*)
- D. De combien varie l'énergie mécanique du système « homme + plate-forme », entre le moment juste avant que l'homme ne saute sur la plate-forme et le moment juste après, où il vient d'atterrir et est au repos sur le bord de celle-ci ? (*Réponse numérique*)
- E. De combien varie l'énergie mécanique du disque seul, entre le moment où l'homme est au repos au bord de celui-ci et le moment où il se trouve au centre ? (*Réponse numérique*)
Expliquer l'origine de cette variation.

Problème 2 (14 points)

Dans la figure ci-dessous, un solénoïde de section rectangulaire est connecté à une source de tension qui constitue le circuit primaire.

Un champ magnétique sinusoïdal $\vec{B}_s(t)$ de fréquence f et d'intensité maximum $B_{\max}$ est produit à l'intérieur du solénoïde.



On suspend un cadre conducteur en « U » à travers une fente dans la face supérieure du solénoïde. Le côté supérieur du cadre est non conducteur. Le cadre est suspendu à un dynamomètre. La largeur du cadre est a et on note p la profondeur avec laquelle il plonge dans le solénoïde. On admet que p est fixe. Les montants verticaux du cadre sont reliés à une bobine, formant ainsi un circuit secondaire fermé. La résistance et le coefficient d'auto-induction (inductance) du cadre et des fils de connexion entre le cadre et la bobine sont négligeables.

La bobine est faite d'un fil métallique de section s et de coefficient de résistivité ρ_{bob} . Elle a un rayon r et une longueur l . Son nombre de spires est N . On considère que $l \gg r$.

On indique les axes x , y et z pour exprimer les composantes des vecteurs. On indique aussi le sens considéré comme positif pour le solénoïde ou le cadre.

Pour les applications numériques, on prendra $a = 5.00 \text{ cm}$, $p = 3.50 \text{ cm}$, $s = 2.5 \text{ mm}^2$, $\rho_{\text{bob}} = 1.57 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $r = 0.50 \text{ cm}$, $l = 3.00 \text{ cm}$ et $N = 200$. Les valeurs de $B_{\max}$ et de f ne sont pas spécifiées, mais sont supposées connues (et peuvent être utilisées pour les calculs littéraux).

- Donner les valeurs de la résistance R et de l'inductance L pour la bobine (réponses littérales et numériques).
- Donner l'expression du champ magnétique $\vec{B}_s(t)$ (pour les composantes x , y , z), sachant qu'au temps $t = 0$, le courant est nul dans le solénoïde, mais qu'il devient positif juste après (réponses littérales).
- Déterminer l'expression de la tension induite dans le circuit secondaire, $U_{\text{ind}}(t)$. Faire un graphique de cette fonction pour au moins une période complète. Indiquer clairement les titres des axes et effectuer une graduation avec des valeurs littérales de ceux-ci (réponse littérale).

Pour les questions suivantes, on admet que l'on peut traiter la bobine comme une inductance pure ($R = 0$, $L \neq 0$).

- D. Déterminer l'expression du courant circulant dans le circuit secondaire, $I(t)$ (réponse littérale).
- E. Déterminer la direction et le sens de la force magnétique $\vec{F}_L$ agissant sur le cadre pour le premier quart de période (faire un schéma).

Remarque : La question A peut être traitée indépendamment des autres questions.