

PHYSIQUE

Examen de maturité

Durée conseillée : 80 minutes

Cours : 3OSPM

Matériel autorisé :

- Calculatrice de type reconnu, sans couvercle
- Formulaire officiel (mis à disposition)
- *Formulaire et tables CRM* (mis à disposition)

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.
- Rendez votre démarche compréhensible en indiquant clairement les étapes de vos raisonnements et calculs, de manière détaillée et complète.
- Ecrivez explicitement les définitions, les lois et les principes utilisés (énoncé mathématique général)

Remarque

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

Problème 1 (10 pts)

Une meule (roue pleine de forme cylindrique destinée à aiguiser des couteaux et divers outils) est constituée d'un cylindre homogène de faible épaisseur, de masse $m = 3,015$ kg et de rayon $r = 10,2$ cm. On suppose que la vitesse de rotation de la meule a une valeur initiale ω_0 égale à 2413 rotations par minute.

(Dans les questions a) et b) suivantes, il vous est demandé de donner la réponse finale sous forme littérale et sous forme numérique.)

- a) Dans une première expérience, un outil est mis au contact de la meule et frotte sur son bord extérieur de telle manière que la force normale qui s'exerce entre les deux corps soit constante et d'intensité F_N égale à 10,9 N. Si le coefficient de frottement cinétique μ_c entre les deux corps vaut 0,71, quel est le laps de temps nécessaire pour que la meule s'arrête sous l'effet du seul frottement ? *(Résolvez le problème sur la base d'un schéma sur lequel vous représenterez clairement les corps et les forces en présence).*
- b) Dans une deuxième expérience, on enlève l'outil et on applique à la meule un moment de forces constant de valeur $M = 2,5$ N·m, qui augmente sa vitesse de rotation. La vitesse initiale de la meule est toujours ω_0 (la même que précédemment). Quel sera le nombre n de tours effectués par la meule pendant une durée $\Delta t = 10,0$ s ?

Problème 2 (6.5 pts): Super-héroïsme et induction électromagnétique

Iron Man court en tenant dans ses mains un paquet, les bras en avant. Ses bras et son torse forment une boucle conductrice horizontale de surface au repos $S_0 = 0,25 \text{ m}^2$ et de résistance supposée nulle. Au rythme de ses foulées, ses bras s'écartent et se resserrent légèrement, ce que l'on peut modéliser par la fonction sinusoïdale suivante :

$$S(t) = S_0 \cdot \left(1 + \frac{1}{3} \sin\left(\frac{2\pi \cdot v \cdot t}{L}\right)\right),$$

où v et L sont respectivement la vitesse de déplacement et la longueur de la foulée d'Iron Man. Cette course se déroule dans une zone militaire dans laquelle le champ magnétique, uniforme et constant, a une valeur $B = 7,5 \cdot 10^{-1} \text{ T}$ et est dirigé vers le bas selon un angle $\beta = 17^\circ$ par rapport à la verticale.

- Déterminer l'expression littérale de la tension induite dans les mains d'Iron Man en fonction du temps.
- Que doit valoir la période de ses foulées pour que la tension induite efficace dans ses mains soit égale à $1,5 \text{ V}$?

Problème 3 (11.5 pts): Circuit RLC

Un circuit est composé d'une bobine et d'un condensateur (capacité $C = 3,43 \text{ nF}$) branchés en série sur une source de tension alternative. La bobine peut être considérée comme un solénoïde. Elle est formée d'un fil de résistance $R = 106 \Omega$, de longueur $l_F = 30,0 \text{ m}$ et de diamètre $d_F = 600 \mu\text{m}$. Ce fil est enroulé autour d'un noyau d'alliage métallique sous la forme de N spires disposées côte-à-côte (il n'y a donc pas d'espace entre les spires). Le noyau métallique permet de multiplier l'inductance d'un facteur $\mu_r = 1,00 \cdot 10^4$. La résistance des fils de connexion est supposée nulle.

- Si la fréquence est réglée à $\nu = 994 \text{ Hz}$, la puissance vaut le quart de la puissance à la fréquence de résonance. Quelles sont les valeurs possibles de l'inductance L de la bobine (avec son noyau)?
- Calculer le nombre de spires N de la bobine correspondant à l'une des valeurs de l'inductance L déterminées à la question a).