

PHYSIQUE

Examen de maturité

Durée conseillée : 80 minutes

Cours : 3OSPM

Matériel autorisé :

- Calculatrice de type reconnu, sans couvercle
- Formulaire officiel mis à disposition
- *Formulaires 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 !**
- **Rendez votre démarche compréhensible et écrivez les définitions, les lois et les principes utilisés.**
- **Ne présentez qu'une résolution par question, en biffant clairement vos essais infructueux.**

Remarque

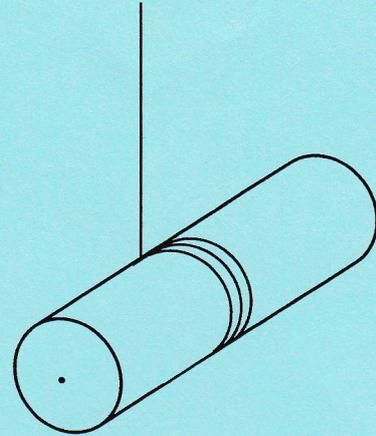
- **Les problèmes de physique comptent pour un tiers de la note de l'examen écrit de l'OSPM.**

Problème 1 (15 points)

Etude simplifiée du yo-yo.

Une bobine (cylindre plein) de masse M , de rayon R et de longueur X , se déroule, sans glissement, sur un fil vertical de longueur H .

On néglige la masse et l'épaisseur du fil, ainsi que les frottements de l'air.



- A. Démontrer qu'après une chute d'une distance h à partir du repos le module de la vitesse du centre de masse v_{CM} de la bobine vaut : $\sqrt{\frac{4gh}{3}}$
- B. Déterminer les modules de l'accélération linéaire du centre de masse a_{CM} de la bobine et de la tension dans la ficelle F_T . Faites un dessin avec les forces qui agissent sur la bobine.
- C. Déterminer le module du moment cinétique L au moment où le yo-yo atteint le point le plus bas de sa trajectoire (le fil est entièrement déroulé, mais n'a pas encore subi de « choc »). La main qui tient le fil ne bouge pas. Cette grandeur évolue-t-elle juste après le « choc » ? Que se passe-t-il ensuite ? (décrire le mouvement qualitativement).
- D. Avec quelle force doit-on tirer sur la ficelle pour que la bobine tourne sur elle-même sans tomber ? Quelle est son accélération angulaire dans ce cas ?

Remarque : la question D peut être traitée indépendamment des questions A, B et C.

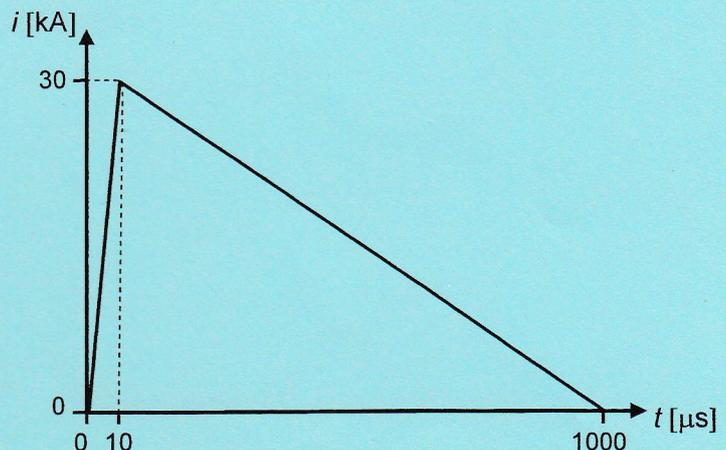
Problème 2 (15 points)

Etude simplifiée de la foudre.

Lors d'un coup de foudre, l'air est ionisé dans un « canal » conduisant du sol au nuage orageux. On assimile l'éclair à un fil vertical rectiligne, infini, de rayon a (« canal » de l'ordre de quelques mm), et parcouru par un courant $i(t)$ uniformément réparti. La foudre a pour effet de recharger la terre négativement.

A. Faire un dessin indiquant le sens du courant électrique dans l'éclair et plusieurs lignes de champ magnétique \mathbf{B} produit par celui-ci. Donner l'expression du champ magnétique scalaire $B(t)$ à une distance perpendiculaire $r > a$ du centre de l'éclair.

B. Un coup de foudre est caractérisé par des courants de fortes amplitudes et de courtes durées. Lors d'une décharge, on a obtenu l'enregistrement $i(t)$ ci-contre. A l'aide de celui-ci, estimer la charge totale transportée par l'éclair et l'intensité moyenne du courant transporté par l'éclair.



C. *Stabilité du « canal » de l'éclair.*

Si un électron sort légèrement du « canal » (mais tout en gardant sa vitesse verticale), est-il ramené dans le « canal » ou s'éloigne-t-il encore plus sous l'effet de \mathbf{B} ? Estimer la force qui s'exercera sur un électron ayant une vitesse 100.0 km/s , situé à une distance $r = 1.0 \text{ cm}$ du centre de l'éclair de la question B et avec la valeur maximale du courant.

D. *Perturbation des circuits électriques domestiques par un éclair.*

On considère un circuit en série (résistance R , inductance L), assimilable à un cadre rectangulaire (surface $S = 4.0 \text{ m}^2$) contenu dans un plan vertical qui passe par l'éclair et dont le centre est situé à une distance $r = 10.0 \text{ m}$ de celui-ci (la distance est suffisamment grande pour pouvoir considérer B comme homogène).

Le circuit est alimenté avec une tension alternative $U(t)$ et parcouru par un courant $I(t)$.

- 1) Etablir l'expression littérale de la tension électromotrice d'induction $\varepsilon = \varepsilon(r, S, di/dt)$ dans le cadre par l'éclair. Pour le coup de foudre de la question B, quand ε est-elle maximale et que vaut-elle dans ce cas ?
- 2) Etablir, sans la résoudre, l'équation différentielle complète de ce circuit (variable $I(t)$) en tenant compte de la perturbation due à l'éclair.

Remarque : la question A peut être traitée indépendamment des questions B, C et D.