



UNIVERSITÉ GASTON BERGER
INSTITUT POLYTECHNIQUE DE SAINT-LOUIS - IPSL
Concours d'entrée - Session 2015 - 27 Juin 2015

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Durée 2 heures

*L'usage des téléphones portables est interdit. Les téléphones doivent être éteints.
Tout contrevenant sera exclu.*

Exercice 1 (6 points).

Une tige cylindrique et homogène, de centre de gravité G , de masse $m = 20 \text{ g}$ et de longueur L , est suspendue par son extrémité supérieure O à un axe fixe (Δ) , autour duquel elle peut tourner librement. Sa partie inférieure plonge dans une cuve contenant une solution électrolytique concentrée lui permettant de faire partie d'un circuit électrique (voir figure 1).

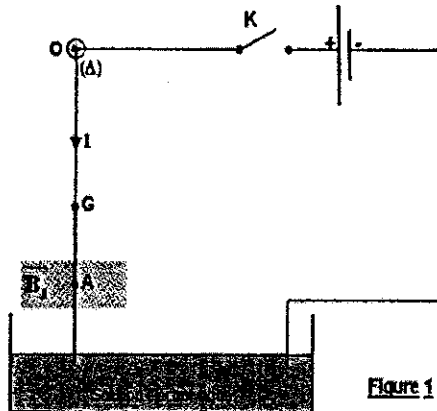


Figure 1

Un champ magnétique uniforme $\vec{B}_1$, d'intensité $\|\vec{B}_1\| = 8 \cdot 10^{-2} \text{ T}$, horizontal et normal à la figure, règne dans la région de hauteur $\ell_1 = 5 \text{ cm}$ (2,5 cm de part et d'autre du point A) telle que $OA = \frac{3L}{4}$. L'interrupteur (K) est ouvert, la tige occupe sa position d'équilibre stable suivant la verticale. L'interrupteur (K) est fermé, la tige conductrice est parcourue par un courant continu d'intensité I , elle s'écarte de sa position initiale d'un angle $\theta_1 = 6^\circ$ (voir figure 2).

1) Représenter sur la figure 2 :

- Les forces qui s'exercent sur la tige conductrice.
- Le vecteur champ magnétique uniforme $\vec{B}_1$.

2) Déterminer l'expression de l'intensité I en fonction de m , $\|\vec{g}\|$, θ_1 , ℓ_1 et $\|\vec{B}_1\|$.
Calculer I . On donne : $\|\vec{g}\| = 10 \text{ N.Kg}^{-1}$.

3) Pour $I = 3,5 \text{ A}$, la tige est à l'équilibre, un deuxième champ magnétique $\vec{B}_2$, d'intensité $\|\vec{B}_2\| = 6 \cdot 10^{-2} \text{ T}$, horizontal, normal à la figure et de sens opposé à celui de $\vec{B}_1$, règne dans la région $\ell_2 = 4 \text{ cm}$ (2 cm de part et d'autre du point C) telle que $OC = \frac{L}{4}$ (voir figure 3)

a) Représenter sur la figure 3

- Les forces qui s'exercent sur la tige conductrice.
- Les vecteurs champs magnétiques uniformes $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$.

b) Calculer la valeur du nouvel angle θ_2 entre la tige et la verticale

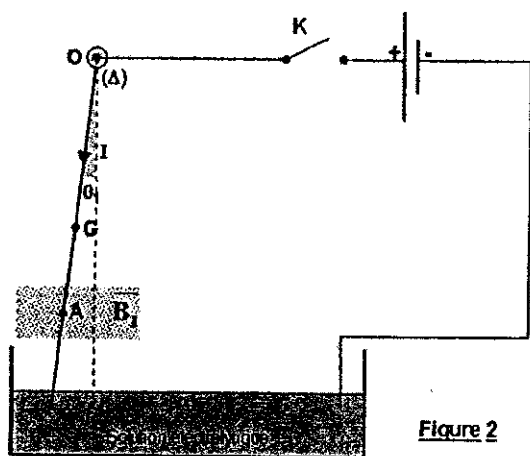


Figure 2

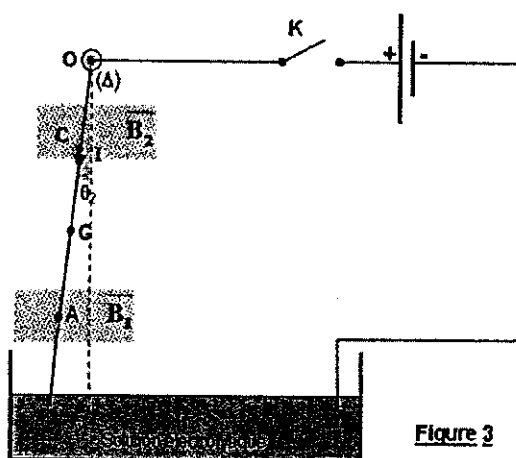
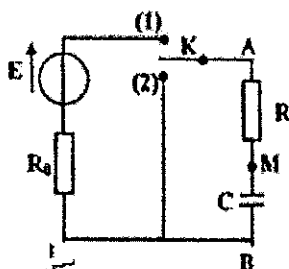


Figure 3

Exercice 2 (6 points).

On dispose au laboratoire d'un dipôle RC. Pour déterminer expérimentalement la valeur de C et de R on réalise le circuit électrique ci-dessous comportant : le dipôle RC, un interrupteur K , un générateur de tension de f.é.m E et un résistor de résistance $R_0 = 3R$.



I) La charge du condensateur par le générateur de tension

Le condensateur est initialement déchargé. A $t = 0$ s, on bascule l'interrupteur en position 1. Un dispositif d'acquisition de données relié à un ordinateur donne le document-3 de la feuille annexe qui représente la variation de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps.

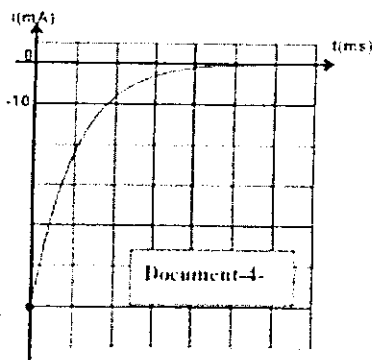
- 1) Etablir l'équation différentielle $E = \tau_0 \frac{du_c}{dt} + u_c$ vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur pendant la phase de charge; avec $\tau_0 = (R + R_0)C$.
- 2) Une solution de cette équation est de la forme $u(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$, compte tenu de la condition initiale relative à la charge du condensateur. En vérifiant que cette expression est solution de l'équation différentielle, identifier A et α en fonction de E, R, R_0 et C .
- 3) En justifiant la réponse par les constructions nécessaires sur le document-3 de la feuille annexe, déterminer :
 - a) la valeur de la f.é.m E du générateur.
 - b) la valeur de la constante de temps τ_0 .
 - c) le temps de charge t_c , si on admet que le condensateur est complètement chargé lorsqu'il a acquis 99% de sa charge maximale.

II) Décharge du condensateur

Le condensateur précédent est complètement chargé.

A une nouvelle origine des temps $t = 0$ s, on bascule l'interrupteur K en position 2. Le dispositif d'acquisition donne le document-4 qui représente l'évolution du courant circulant dans le circuit.

- 1) Compléter sur le document-4 de la feuille annexe le sens du courant électrique, ainsi que le sens de circulation des électrons dans le circuit.
- 2) L'équation différentielle vérifiée par la tension u_c aux bornes du condensateur pendant cette phase devient $RC \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$. La solution de cette équation est de la forme $u_c(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$ avec $\tau = RC$ constante de temps du dipôle RC.
 - a) Montrer que $i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau}$ avec $\tau = RC$.
 - b) Déterminer à partir du document-4, l'intensité du courant I_0 à l'origine des temps. En déduire R , R_0 et C .



Exercice 3 (8 points).

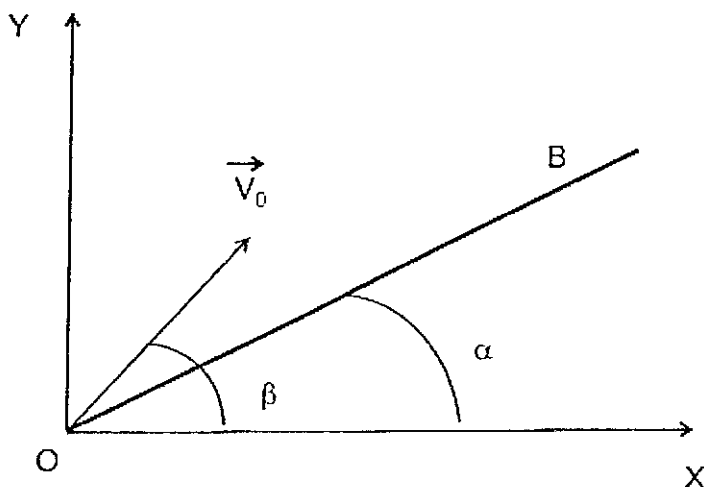
Un plan incliné fait un angle α avec l'horizontale. L'angle α est supposé constant. On lance un projectile de masse m du point O , origine d'un repère (OX, OY) , avec une vitesse $\vec{V}_0$ faisant un angle β avec l'horizontale OX ($\beta > \alpha$) et de module $||\vec{V}_0|| = 72 \text{ km/h}$.

On donne $\alpha = 30^\circ$. On néglige l'action de l'air.

- 1) Par application du théorème du centre d'inertie trouver les coordonnées des vecteurs accélération, vitesse et position du mobile à chaque instant. Donner l'équation de la trajectoire du projectile.
- 2) Déterminer en fonction de V_0 , β , g et α l'expression de l'instant t_1 où le mobile retouche en B le plan incliné après le lancer en O .
- 3) Montrer que la portée sur le plan incliné est donnée par :

$$OB = R = \frac{2V_0^2 \sin(\beta - \alpha) \cos \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

- 4) Déterminer l'expression de la portée maximale $OB' = R_{\max}$
- 5) Déterminer au point B' les composantes du vecteur vitesse et en déduire l'angle que fait ce vecteur vitesse avec la verticale. On prendra $\beta = 60^\circ$.



ANNEXE(A rendre avec la copie)

