Faculté des Sciences
Aix-Marseille Université

Année universitaire 2017/2018

Site :	☐ Luminy	☐ St-Charles	☒ St-Jérôme	☐ Cht-Gombert	☒ Aix-Montperrin	☐ Aubagne-SATIS

Sujet session de : ☒ 1^{er} semestre ☐ 2^{eme} semestre ☐ Session 2 Durée de l'épreuve : 1h30
Examen de : ☐ L1 ☒ L2 ☐ L3 ☐ M1 ☐ M2 ☐ LP ☐ DU Nom diplôme : **Licence Pour l'Ingénieur**
Code Apogée du module : Libellé du module : **Electromagnétisme**
Documents autorisés : ☐ OUI ☒ NON Calculatrices autorisées : ☒ OUI ☐ NON

1 Electrostatique (10 points)

On considère le système suivant : deux plaques métalliques de section rectangulaire $L \times l$ sont séparées d'une distance d. Les deux plaques conductrices ont une répartition surfacique uniforme de charges électriques. La plaque ayant l'altitude $z = d$ est au potentiel noté $V(d)$ et porte une charge $-Q$ et la plaque ayant l'altitude $z = 0$ est au potentiel $V(0) > V(d)$ et porte une charge Q.

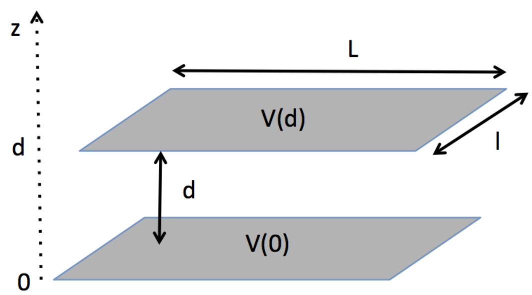


FIGURE 1 – Schéma du système.

1. Quel est le nom du système ainsi constitué ?

Le milieu entre les deux plaques est de l'air.
On s'intéresse au champ électrique entre les plaques.

2. Déterminer en justifiant la direction et le sens du champ électrique.
3. Exprimer le champ électrique en fonction de la différence de potentiel électrique entre les plaques. On néglige les effets de bord.
4. Calculer sa valeur numérique.
5. Exprimer la densité de charge électrique surfacique d'une plaque. Calculer sa valeur numérique.
6. A l'aide du théorème de Gauss, exprimer le champ électrique en fonction de cette densité de charge surfacique. Préciser sur quelle surface ce théorème est appliqué. On suppose le champ électrique uniforme entre les armatures et nul ailleurs. Calculer la valeur numérique de la densité de charge surfacique.

On s'intéresse maintenant à la capacité du système.

7. Exprimer la capacité du système et calculer sa valeur numérique.
8. Montrer que cette capacité peut aussi s'exprimer par $C = \frac{Ll\epsilon_o}{d}$

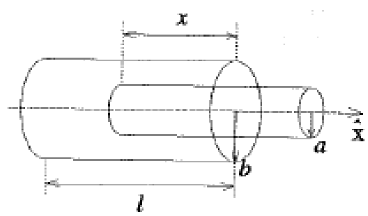
Dans cette partie, le milieu entre les deux plaques n'est plus de l'air, la capacité du condensateur plan, dans ce cas, s'exprime par : $C = \frac{Ll\epsilon_o\epsilon_r}{d}$ avec ϵ_r la permittivité relative caractéristique de ce milieu.

9. Quelle doit être la permittivité relative du milieu, pour obtenir une capacité de $1\,nF$?

Données : $V(d) = 0\,V$, $V(0) = 3\,V$, $d = 1mm$
$L = 4\,mm$, $l = 3\,mm$, $Q = 3.186 \times 10^{-13}\,C$, $\epsilon_o \approx 8.85 \times 10^{-12}\,Fm^{-1}$
$1\mu m = 10^{-6}\,m$, $1nF = 10^{-9}\,F$

2 Capteur de déplacement (10 points)

Un capteur de déplacement est formé de deux bobines solénoïdales coaxiales de longueur ℓ comportant chacune N tours. On note a le rayon de la bobine intérieure et $b > a$ le rayon de la bobine extérieure. Traversée par un courant électrique d'intensité I, chaque bobine crée un champ magnétique $\vec{B}$ supposé uniforme d'amplitude $\|\vec{B}\| = B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$ dans son volume intérieur et nul en dehors. $\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}$ H/m est la perméabilité du vide.



Les bornes de la bobine extérieure sont reliées à un générateur basse fréquence délivrant un courant $i_b(t) = I_0 \cos \omega t$.

1. Préciser l'unité de l'intensité du courant et celle du champ magnétique.
2. Faire un schéma de la bobine extérieure portant le sens du courant alimentant la bobine et la direction et le sens du champ magnétique à l'intérieur de cette bobine.
3. Retrouver l'expression des coefficients d'inductance propre L_a et L_b des deux bobines. Préciser le signe et l'unité de ces inductances.
4. A quelle condition sur les sens du courant dans les bobines le coefficient de mutuelle inductance M entre les deux bobines est-il positif ? À partir de maintenant, on supposera cette condition satisfaite.
5. Donner l'expression de ce coefficient de mutuelle inductance M lorsque le chevauchement entre les deux bobines est égal à x (voir figure). Comparer M et L_a.
6. Déduire de la loi de Lenz-Faraday l'expression de la force électromotrice $e_a(t)$ induite dans la bobine intérieure en fonction de M, I_0 et ω.
7. Les bornes de la bobine intérieure sont reliées à une résistance R_a. Comment cette résistance doit-elle être choisie pour que l'auto-induction soit négligeable dans la bobine intérieure et que le courant y vérifie $i_a(t) \simeq e_a(t)/R_a$?