

*Les téléphones portables doivent être éteints et rangés. Les documents de toute sorte sont interdits.  
Lisez complètement et attentivement le problème car vous pouvez répondre à des questions sans avoir fait les questions précédentes.*

### Questions de cours

Compléter les expressions suivantes :

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} =$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} =$$

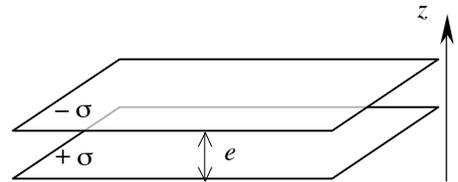
$$\iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} =$$

$$\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} =$$

### Partie I : Électrostatique

#### Forces entre les armatures d'un condensateur plan

On considère un condensateur plan de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$  portant une charge  $Q$ . Les dimensions latérales de chaque armature sont très grandes devant  $e$ .



Dans un premier temps, les armatures sont isolées.

- 1.1 Analyser les symétries de la distribution de charges. En déduire la direction du champ électrique  $\vec{E}$  créé par cette distribution.
- 1.2 En assimilant chaque armature à un plan infini, établir l'expression des champs électriques  $\vec{E}_-$  et  $\vec{E}_+$  créés par chaque armature. On fera un dessin pour indiquer le sens de chaque champ. On explicitera les différentes charges présentes sur chaque armature.
- 1.3 En déduire l'expression du champ électrique  $\vec{E}$  régnant entre les armatures.
- 1.4 En déduire l'expression de la différence de potentiel  $V$  entre les armatures en fonction de  $\sigma$ ,  $\epsilon_0$  et  $e$ .
- 1.5 En déduire la capacité  $C$  du condensateur.
- 1.6 Quelle est l'énergie emmagasinée dans le condensateur ?
- 1.7 On écarte les armatures l'une de l'autre de la distance  $de$ . Quelles grandeurs sont modifiées ?
- 1.8 Quel travail  $dW$  faut-il fournir pour écarter les plaques l'une de l'autre de la distance  $de$  ?
- 1.9 La force exercée entre les plaques est-elle attractive ou répulsive ?

Dans un second temps, les armatures sont reliées à un générateur qui maintient une différence de potentiel constant.

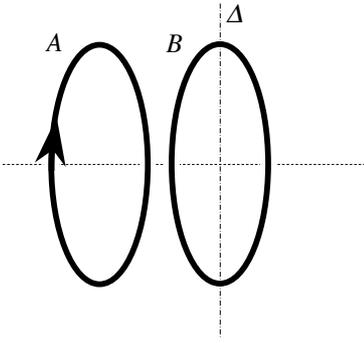
- 1.10 On écarte les armatures l'une de l'autre de la distance  $de$ . Quelles grandeurs sont modifiées ?
- 1.11 Quelle est la variation d'énergie emmagasinée ?

On désire accroître l'énergie stockée par le condensateur sans changer la surface des armatures.

- 1.12 Proposer deux (au moins une) solutions pour obtenir cette augmentation de l'énergie stockée.

## Partie II : Magnétostatique

### Courants induits



On considère 2 anneaux métalliques A et B dont un (A) est parcouru par un courant  $I$  dans un sens choisi comme positif. Quel est le sens du courant induit dans l'anneau B quand :

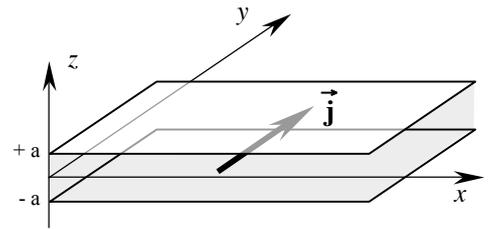
- on approche A de B ?
- on fait tourner l'anneau B autour de l'axe  $\Delta$  ?
- on coupe I ?

On justifiera chaque réponse à l'aide de la loi appropriée

### Champ magnétique créé par une nappe de courant

On considère une nappe de courant comprise entre les plans infinis d'équation  $z = a$  et  $z = -a$ .

La densité de courant, supposée uniforme est dirigée selon  $\vec{e}_y$ .



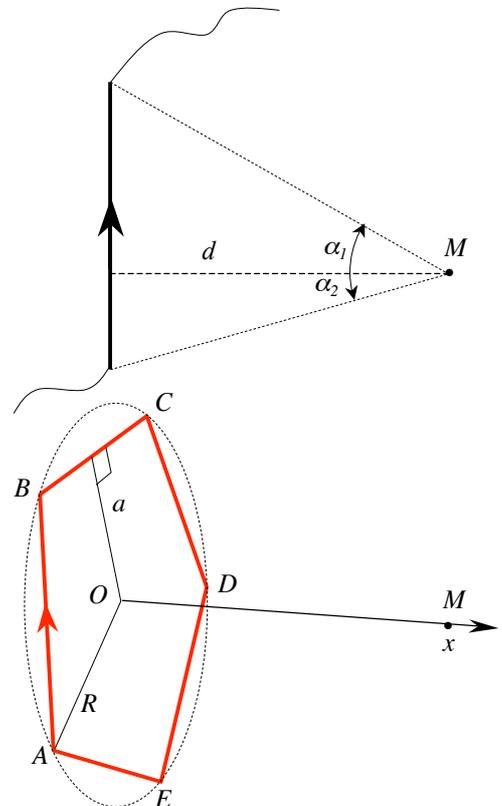
- Procéder à l'analyse des symétries du problème.
- En déduire la direction du champ magnétique d'induction  $\vec{B}$  et les variables dont dépend sa norme.
- Représenter le champ  $\vec{B}$  ainsi que tous les éléments nécessaires à la compréhension du problème.
- Calculer le champ d'induction magnétique à l'intérieur de la nappe de courant.
- Calculer le champ d'induction magnétique à l'extérieur de la nappe de courant.

### Champ magnétique créé par une spire polygonale

- Rappeler l'expression du champ d'induction magnétique créé par une portion rectiligne d'un circuit fermé parcouru par un courant  $I$  et vu sous les angles  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ .

On considère une spire ayant la forme d'un polygone régulier de  $n$  côtés, d'apothème  $a$  (distance du milieu du polygone au milieu d'un côté), parcourue par un courant  $I$  (on note  $R$  le rayon du cercle circonscrit).

- Déterminer la direction du champ d'induction magnétique au point M situé sur l'axe de symétrie.
- Déterminer la norme du champ d'induction magnétique  $\vec{B}$  au point M situé à la distance  $x$  de O.
- Quelle est la valeur limite de B quand  $n$  tend vers l'infini ? Commentaires ?



Remarques : l'angle BMA vaut  $2\alpha$  et l'angle AOB vaut  $2\pi/n$

On aura intérêt à décomposer les contributions des différents segments