

## ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE TLEMCCEN

## Département de Physique

## Examen final - Physique II (Durée 2h)

## QUESTIONS DE COURS :

1. Huit (08) charges positives  $q$  sont placées sur les sommets d'un cube d'arête  $a$ . Donner l'expression de l'énergie potentielle en fonction de  $q$  et  $a$  d'une charge placée sur un sommet du cube. En déduire l'énergie potentielle électrostatique du système de charges (8 charges).
2. Montrer que les lignes d'un champ électrostatique sont perpendiculaires en tout point de l'espace à une surface équipotentielle.
3. Donner l'expression (direction et module) du champ électrostatique créé par une distribution de charges électriques négatives réparties uniformément sur une surface d'un conducteur en équilibre? Justifier.
4. Calculer la capacité d'un condensateur composé de deux armatures de surface  $S$  séparées par une distance  $d$ . Que faire pour augmenter la capacité du condensateur?
5. Donner l'expression de la force magnétique appliquée par une charge  $q_1$  se déplaçant à une vitesse constante  $\vec{v}_1$  sur une deuxième charge  $q_2$  se déplaçant à une vitesse constante  $\vec{v}_2$ . Cette force est elle radiale? Tracer les vecteurs des grandeurs physiques sur une figure.
6. Le champ électrique  $\vec{E}$  créé par des charges statiques vérifie les équations suivantes :

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho(\vec{r})}{\epsilon_0} \quad \text{et} \quad \vec{\nabla} \wedge \vec{E} = \vec{0}$$

alors que le champ magnétique  $\vec{B}$  créé par un courant permanent  $I$  (ne dépendant pas du temps) vérifie les équations suivantes :

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad \text{et} \quad \vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$

écrire et commenter les formes intégrales correspondantes (faites un calcul!).

7. Calculer le champ magnétique au centre d'une spire (fil conducteur en forme de cercle) de rayon  $R$  parcourue par un courant continu  $I$ .
8. Montrer que le travail de la force magnétique (de Lorentz) que subit une charge  $q$  se déplaçant à une vitesse constante  $\vec{v}$  dans un champ magnétique  $\vec{B}$  est nul.
9. Écrire l'expression de l'énergie potentielle d'un cadre rectangulaire parcouru par un courant électrique permanent  $I$  et plongé dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$ . Quelle doit être la disposition du cadre par rapport au champ magnétique pour qu'il soit en équilibre? Justifier.

## Problème :

Une sphère conductrice de rayon  $R_1$  porte sur sa surface une charge électrique répartie selon la densité surfacique :

$$\sigma(\theta) = \sigma_0 \cos \theta,$$

où  $\theta$  est l'angle en coordonnées sphériques et  $\sigma_0$  une constante positive.

1. Donner l'expression de la quantité de charge électrique sur la sphère en fonction de  $R_1$  et  $\sigma_0$ .
2. Peut-on utiliser dans ce cas le théorème de Gauss pour calculer le champ électrostatique créé par cette charge en tout point de l'espace ? Justifier.

En réalité, la quantité  $Q$  de charges positives est uniformément répartie sur la sphère de rayon  $R_1$ , avec  $\sigma = \sigma_0$  (voir figure (a)).

3. En utilisant le théorème de Gauss, calculer le champ électrique à l'intérieur et à l'extérieur de la sphère et tracer son allure.
4. En déduire le potentiel électrostatique l'intérieur et à l'extérieur de la sphère et tracer son allure.
5. Calculer l'énergie potentielle électrostatique du système de charges sur la sphère.

La sphère chargée de rayon  $R_1$  est à présent placée à l'intérieur d'une autre sphère creuse neutre et isolée de rayon intérieur  $R_2 > R_1$  (les deux sphères sont concentriques en influence totale, voir figure (b)).

6. Calculer la quantité de charges qui apparaît sur les surfaces interne et externe de la sphère creuse.

Une charge ponctuelle  $q$  est placée en  $A$  à une distance  $d > R_2$  du centre de la sphère de rayon  $R_1$ .

7. Calculer la force appliquée sur la charge  $q$  dans le cas où la surface externe de la sphère creuse (de rayon interne  $R_2$ ) est reliée à la terre.
8. Quelle serait, dans ce cas, l'énergie potentielle électrostatique de la charge  $q$  ?

