

ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE TLEMCCEN

Département de Physique

Examen final - Physique II

QUESTIONS DE COURS :

1. écrire l'équation de Poisson pour un système de charges électriques (faire un calcul). Que devient cette équation dans le cas d'un milieu neutre ?
2. expliquer pourquoi le doublet $O - H$ dans la molécule d'eau H_2O peut être considéré comme un dipôle électrostatique. Sachant que la distance entre les deux atomes O et H est égale à $d = 97 \text{ pm}$ et la fraction de charge élémentaire est $\alpha = 0.32$, calculer le module du moment dipolaire p du doublet. Indiquer la direction du moment dipolaire de la molécule d'eau.
3. le champ magnétique créé par un courant continu en un point de l'espace est non radial. Expliquer.
4. la force magnétique appliquée sur une charge en mouvement ne travaille pas sur sa trajectoire. Expliquer.
5. comment peut-on réaliser une influence totale entre deux conducteurs en équilibre ?
6. le champ électrique \vec{E} créé par des charges statiques vérifie les équations intégrales suivantes :

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad \text{et} \quad \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

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

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \quad \text{et} \quad \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{int}$$

commenter ces quatre équations et donner les formes locales correspondantes (faire un calcul).

7. calculer la capacité d'un condensateur sphérique constitué d'une sphère de rayon R_1 mise à l'intérieur d'une sphère creuse de rayon interne R_2
8. calculer le champ magnétique au centre d'une spire (fil conducteur en forme de cercle) de rayon R parcourue par un courant continu I .

Problème

Un générateur de Van de Graaff est un appareil électrostatique qui permet de produire des tensions continues très élevées à des courants faibles (voir la figure ci-dessous). Sous sa forme la plus simple, l'appareil est constitué d'une sphère métallique creuse, supportée par une colonne isolante, qui reçoit des charges sur sa surface externe. Ces charges sont transportées par une courroie entre deux poulies actionnées par un moteur. Le rayon de la sphère est égale à $R = 20 \text{ cm}$ et le diamètre de l'orifice (l'ouverture) par laquelle passe la colonne isolante est égale à $d = 10 \text{ cm}$.

1. montrer, en utilisant des arguments de symétrie, que le champ électrique créé par la charge surfacique n'est symétrique que par rapport à la coordonnée sphérique φ .
2. peut-on appliquer dans ce cas le théorème de Gauss pour calculer le champ électrique à l'extérieur de la sphère. Expliquer.
3. indiquer et commenter les directions du champ électrique aux points A , B et C (A , B sont sur l'axe des z contenant le point O).
4. en supposant que des charges positives sont réparties uniformément sur la partie métallique de la surface de l'appareil avec une densité surfacique $\sigma = +10^{-5} \text{ C/m}^2$, donner l'expression du potentiel électrostatique en un point $M(r, \theta, \varphi)$ à l'extérieur de la sphère. Commenter.
5. écrire l'expression du potentiel électrostatique en un point sur la droite contenant les points A et B , sachant que $OB = 2 \text{ m}$ et $BA = 1 \text{ m}$. (On donne $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{\text{V}\cdot\text{m}}{\text{C}}$.)
6. calculer l'énergie potentielle d'un électron de charge ($q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$) aux points A et B .
7. un électron de masse $m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ est abandonné sans vitesse initiale en A , quelle sera la forme de la trajectoire parcourue par cet électron entre les points A et B ?
8. en utilisant le fait que l'énergie totale de l'électron est conservée le long de sa trajectoire, calculer la vitesse de l'électron en B .

