

# Programme de colle S14

## Questions de cours:

1. Soit un dipôle électrique composé d'une charge  $-q$  et d'une charge  $+q$  placées sur l'axe  $Oz$  respectivement en  $z = -a/2$  et  $z = +a/2$ . Exprimer le moment dipolaire. Montrer que le potentiel électrique en  $M$  repéré par ses coordonnées sphériques s'écrit  $V(M) = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  dans l'approximation dipolaire. En déduire le champ électrique.

On donne: 
$$\vec{\text{grad}}V = \frac{\partial V}{\partial r} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \vec{e}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial V}{\partial \phi} \vec{e}_\phi.$$

2. Soit un dipôle de moment dipolaire  $\vec{p}$  placé dans un champ électrique extérieur  $\vec{E}$ . On note  $\alpha$  l'angle entre le moment dipolaire et le champ électrique. Tracer la fonction donnant l'énergie potentielle en fonction de  $\alpha$  et commenter la courbe.

On donne:  $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}.$

3. Enoncer le théorème de Gauss.

4. Déduire du théorème de Gauss, le champ électrique créé par une sphère de rayon  $R$ , de centre  $O$  et de charge  $+Q$  uniformément répartie en volume. En déduire le potentiel électrique lorsque le potentiel est nul loin des charges.

5. Déduire du théorème de Gauss, le champ électrique créé par un cylindre de rayon  $R$ , de hauteur  $h$  et de charge  $+Q$  uniformément répartie en volume lorsqu'on néglige les effets de bord. En déduire le potentiel électrique lorsque le potentiel est nul sur l'axe  $Oz$ .

6. Le plan  $Oxy$  est uniformément chargé en surface, on note  $\sigma$  la densité surfacique de charges. Montrer que le champ électrique en  $M$  s'écrit  $\vec{E} = E(z)\vec{e}_z$  et établir la relation entre  $\vec{E}(z)$  et  $\vec{E}(-z)$ . Déduire du théorème de Gauss, le champ électrique créé par ce plan. En déduire le champ électrique lorsque le potentiel est égal à  $V_0$  en  $z = 0$ .

7. Le champ électrique créé par un plan infini de densité surfacique de charges  $\sigma$  uniforme a pour norme  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ . Un condensateur plan possède deux armatures placées en  $z = 0$  et  $z = e$  portant respectivement les charges surfaciques  $+\sigma$  et  $-\sigma$ . On néglige les effets de bord, exprimer le champ électrique créé par le condensateur en tout point et en déduire la capacité du condensateur.

8. Utiliser les analogies entre les forces électrostatique et gravitationnelle, pour exprimer le théorème de Gauss en gravitation.

**Tout exercice d'électrostatique (dipôles électriques, champ et potentiel créés par une distribution de charges discrètes, lecture de cartes de champ, théorème de Gauss pour l'électrostatique et la gravitation, les condensateurs).**