

## EXERCICES d'ELECTROMAGNETISME

Olympiades 2006

Faire au maximum des petits dessins pour voir le « truc » de l'exercice le plus vite possible

En corrigeant vous notez dans une marge la formule importante à retenir (pour enrichir son memento)

Savoir que  $1/4\pi\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ m} \cdot \text{F}^{-1}$

$$\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12}$$

### 1<sup>ère</sup> partie Electrostatique

N°1 : 2 charges ponctuelles sont distantes l'une de l'autre d'une distance  $d$ . Elles exercent l'une sur l'autre une force  $f$ . Si l'on réduit la distance à  $d/3$  alors la nouvelle force  $f'$  entre les deux sera :  
a) égale à  $f$    b) vaut le tiers de  $f$    c) vaut le neuvième de  $f$    d) vaut le triple de  $f$    e) vaut 9 fois  $f$

N°2 : Deux boules de mousse de polystyrène se trouvent à 4 cm l'une de l'autre et se repoussent avec une force électrique de module 0,2N. Trouver les valeurs des 2 charges sachant que l'une des boules a une charge qui correspond au double de l'autre.

N°3 : Une gouttelette a une masse de  $10^{-13}$  kg et une charge de  $+2e$ . Dans quel champ électrique vertical, la gouttelette serait-elle en équilibre près de la surface de la Terre ?

N°4 : Soit une charge ponctuelle  $Q_1$  en  $x=0$  et une charge  $Q_2$  en  $x=d$ . Quelle est la relation existant entre ces charges si le champ électrique résultant est nul aux points suivants.  
a)  $x=d/2$    b)  $x=2d$    c)  $x=-d/2$

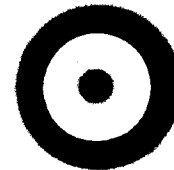
N°5 : Deux sphères conductrices identiques A et B ont la même charge électrique. Elles sont séparées par une distance très supérieure à leur diamètre et exercent l'une sur l'autre une force  $F$ . Une troisième sphère C identique aux deux autres n'a pas de charge et se trouve loin d'elles au moment initial. La sphère C est alors amenée au contact avec A pendant un bref instant, puis avec la sphère B ; après quoi elle est de nouveau placée loin des 2 autres. Que vaut la nouvelle force électrostatique entre A et B ? (justifier)  
a)  $F/4$    b)  $F/8$    c)  $F/2$    d)  $F/16$

N°6 : Une sphère conductrice de rayon 50cm porte une charge de  $-4\mu\text{C}$ . On la place au centre d'une sphère creuse conductrice de 2,5m de rayon, dont la cavité a un rayon de 1,5m.

La charge totale de la sphère creuse est de  $+12\mu\text{C}$

a) représenter schématiquement la distribution des charges ainsi que les lignes de champ

b) calculer le module du champ électrique  $E$  aux distances  $r$  suivantes de centre des sphères : 3m ; 2m ; 1m ; 10cm ; 0.



N°7 : Dans un tube cathodique d'un téléviseur, un électron initialement au repos est accéléré jusqu'à une vitesse de  $5 \times 10^6$  m/s par un champ électrique uniforme sur une distance de 1,6cm. Quel est le module du champ ?

N°8 : On souhaite connaître la valeur limite de la tension  $U$  pour laquelle un électron ou un proton initialement au repos acquiert une vitesse relativiste. Pour quelles valeurs de  $U$  la vitesse de l'électron ou du proton dépasse-t-elle le centième de la vitesse de la lumière ? Commentaire.

N°9 : Une charge ponctuelle  $q=2\mu\text{C}$  est située à une distance  $d=20\text{cm}$  d'une plaque (considérée comme infinie) portant une charge uniforme de densité surfacique  $\sigma = 20\mu\text{C}/\text{m}^2$ .

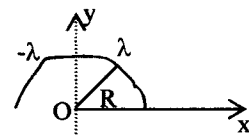
a) Dessiner les lignes de champ associées à cet ensemble (faire aussi le cas où la charge  $q$  serait négative)

b) Quel est le module de la force électrique  $F_E$  exercée sur la charge ponctuelle positive de  $2\mu\text{C}$  ?

c) En quel(s) point(s) le champ résultant est-il nul ?  
(donnée :  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ )

N°10 : Une charge ponctuelle  $-q$  (avec  $q>0$ ) gravite sur une orbite circulaire de rayon  $R$  autour d'un fil infini de densité linéique  $\lambda$  constante et  $>0$ . Le plan de l'orbite est perpendiculaire au fil. Quelle est la période de révolution  $T$  de la charge ponctuelle?

N°11 Deux tiges uniformément chargées  $\lambda$  et  $-\lambda$  sont recourbées en arcs de cercle pour faire un 1/2 cercle de rayon  $R$ . Quel est le champ  $E$  au centre  $O$  ?



**N°12** Une sphère de métal pleine ,de rayon 2 cm ,porte une charge négative  $-Q$ . L'air autour de la sphère est donc soumis un champ électrique  $E$  ;mais soumise à un champ électrique intense de  $3 \cdot 10^6$  V/m, les molécules d'air s'ionisent spontanément pour produire des étincelles(et une décharge électrique) .On suppose qu'il y a symétrie sphérique ,même si la décharge va briser cette symétrie.

- Dessiner les lignes de champ  $E$  à l'intérieur et autour de la sphère et montrer sur votre croquis où la charge excédentaire de la sphère est distribuée.
- Quelle est la charge minimale que doit porter la sphère pour qu'il y ait décharge dans l'air qui l'entoure ?
- Dans un tel champ déterminer le temps qu'il faut à un électron initialement au repos pour acquérir une énergie cinétique de  $4 \cdot 10^{-19}$  J,énergie nécessaire pour provoquer son ionisation.
- Calculer la distance parcourue par l'électron durant ce délai.

**N°13:** Soit un anneau circulaire de rayon  $R$  qui porte une charge de densité linéique  $\lambda$  positive et constante.

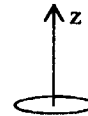
a) Trouver le champ électrique le long de l'axe de révolution à une distance  $z$  du centre  $O$

Donner l'expression de ce champ en fonction de  $Q$  :charge totale de l'anneau

Tracer l'allure de  $E(z)$  en fonction de  $z$

b) Que se passe-t-il pour  $z \gg R$  ?

c) Que se passe-t-il pour  $z \ll R$  ? montrer dans cette situation qu'une charge négative  $-q$  serait animée d'un mouvement harmonique si on la déplace très légèrement sur l'axe à partir de  $O$  ;calculer la période du mouvement



**N°14 :** Quatre charges ponctuelles  $q_1(=0,6\mu C)$ ,  $q_2(=2,2\mu C)$ ,  $q_3(=-3,6\mu C)$  et  $q_4(=4,8\mu C)$  sont situées aux 4 coins d'un carré de côté  $a=10$ cm

Quel est le travail extérieur (fourni par un opérateur)nécessaire pour amener une charge de  $-5\mu C$  de l'infini jusqu'au centre du carré(sans variation d'énergie cinétique)commentaire du signe.

**N°15 :** Deux sphères métalliques uniformément chargées sont reliées par un fil conducteur .l'une des sphères a un rayon de 0,4m et possède une densité surfacique  $\sigma_1=8,2$  nC/m<sup>2</sup> .Quelle est la charge de l'autre sphère de rayon 0,25m ?

**N°16 :** Une charge  $Q$  est répartie uniformément dans une sphère non conductrice de rayon  $R$ . Une sphère plus petite ,de rayon  $d$ , et concentrique à la première ,est ensuite prélevée de la première, laissant une cavité sans charge. La densité de la charge dans le reste de la sphère n'a pas changé. Que vaut le potentiel électrostatique à une distance  $r > R$  du centre de la sphère .

**N°17 :** Soit  $V$  le potentiel électrique et  $E$  la grandeur champ électrique .A une position donnée ,lequel des énoncés suivants est vrai ?

- $E$  est toujours nul si  $V$  est nul
- $V$  est toujours nul si  $E$  est nul
- $E$  peut être nul là où  $V$  est non nul
- $E$  est toujours nul là où  $V$  est non nul

**N°18 ;** L'unité de charge électrique peut s'exprimer comme

- ampère-newton-mètre /watt
- ampère -volt
- ampère :seconde
- ampère -ohm