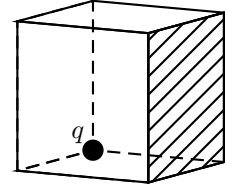


ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE TLEMCCEN  
 Département de Physique

PHYSIQUE II – Série TD N° 03

14 mars 2013



**Exercice 01**

Une charge ponctuelle  $q$  est placée à l'arrière-coin d'un cube. Quel est le flux du champ  $\vec{E}$  à travers la facette hachurée? Voir figure ci-contre.

**Exercice 02**

Le noyau de l'atome d'uranium, de rayon  $R = 7.4 \times 10^{-15}$  m, contient 92 protons et peut être représenté par une sphère symétrique chargée.

1. Quel est le champ électrique produit par ce noyau à l'extérieur de sa surface?
2. Quelle est la norme du champ électrique subi par les électrons qui se trouvent à une distance de  $1 \times 10^{-10}$  m?
3. L'ensemble des électrons forme une coquille sphérique uniforme de charge négative. Quel est le champ total produit par les électrons au niveau du noyau?

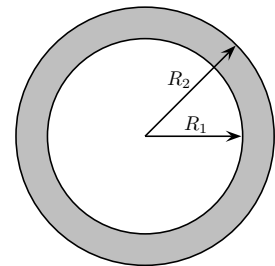
**Exercice 03**

Une coquille sphérique creuse est caractérisée par une densité de charge

$$\rho(r) = \frac{k}{r^2}$$

dans la région  $R_1 \leq r \leq R_2$ , où  $k$  est une constante.

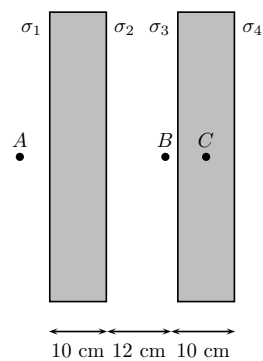
Calculer le champ électrique dans les régions (i)  $r < R_1$ , (ii)  $R_1 < r < R_2$ , (iii)  $r > R_2$ . Représenter la fonction  $E(r)$ .



**Exercice 04**

Un plan infini est doté d'une densité de charge surfacique uniforme  $\sigma$ .

1. En utilisant le théorème de Gauss, calculer le champ électrique qu'il produit.
2. Retrouver ce même résultat en exploitant l'expression du champ produit par un disque chargé.
3. *Application* : Deux très grandes plaques isolantes (plastique), de même épaisseur  $d = 10$  cm, ont des densités de charge uniformes  $\sigma_1 = -6 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ,  $\sigma_2 = +5 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ,  $\sigma_3 = +2 \mu\text{C}/\text{m}^2$  et  $\sigma_4 = +4 \mu\text{C}/\text{m}^2$  sur leurs surfaces, comme indiqué sur la figure. Calculer la norme et la direction du champ électrique aux points A, B et C tels que  $AB = 25.75$  cm et  $BC = 6.25$  cm.



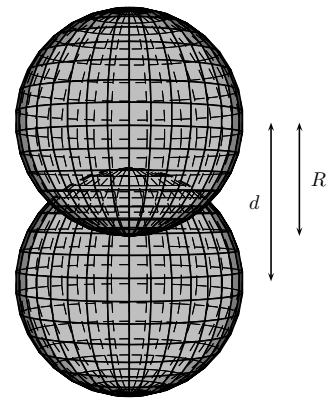
**Exercice 05**

Un tube conducteur infiniment long, de rayon  $R$ , a une densité de charge surfacique  $\sigma$ .

1. Quelle est la densité de charge linéique  $\lambda$  du cylindre en fonction de  $R$  et  $\sigma$ ?
2. Calculer en fonction de  $\sigma$  le champ électrique produit par ce cylindre à une distance  $r > R$  de son axe.
3. Exprimer le résultat précédent en fonction de  $\lambda$  et montrer que le champ électrique est le même que dans le cas où toute la charge se trouvait sur l'axe. Discuter ce résultat.

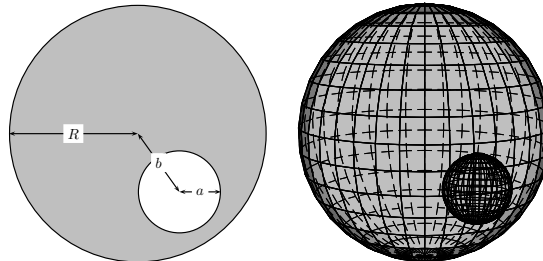
### Exercice 06

Deux sphères de même rayon  $R$ , de densité de charges respectives  $+\rho$  et  $-\rho$ , se chevauchent partiellement. La distance séparant leurs centres est  $d < 2R$ . Calculer le champ électrique dans la zone de chevauchement.



### Exercice 07

Une sphère isolante de rayon  $R$  a un trou sphérique de rayon  $a$  à l'intérieur de son volume, centré à la distance  $b$  du centre de la sphère, où  $a < b < R$ . La partie pleine de la sphère a une densité de charge volumique  $\rho$ . Calculer le champ électrique à l'intérieur du trou. Voir figure ci-dessous.



### Exercice 08

Lequel des champs suivants ne peut être un champ électrique ?

1.  $\vec{E} = k(xy\hat{i} + 2yz\hat{j} + 3xz\hat{k})$  ;
2.  $\vec{E} = k(y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k})$  ;

où  $k$  est une constante ayant des unités appropriées. Dans le cas possible, et en utilisant l'origine comme votre point de référence, calculer le potentiel électrique correspondant. Vérifier votre résultat en calculant  $\vec{\nabla}V$ .

### Exercice 09

Calculer le potentiel électrique à l'intérieur et à l'extérieur d'une sphère de rayon  $R$  et de charge totale  $Q$ . En choisissant l'infini comme point de référence, calculer  $\vec{\nabla}V$  dans chaque région. Représenter  $E(r)$  et  $V(r)$  sur le même graphique.

### Exercice 10

Dans un accélérateur linéaire de particules, un positron (charge  $+e = 1.6 \times 10^{-19}$  C) se déplace en ligne droite d'un point  $a$  à un point  $b$  en parcourant une distance totale  $d = 0.5$  m. Le champ électrique est uniforme le long de cette distance  $E = 1.5 \times 10^{17}$  V/m =  $1.5 \times 10^{17}$  N/C.

1. Calculer la force que subit le positron.
2. Quel est le travail effectué par le champ électrique.
3. Calculer la différence de potentiel  $V_a - V_b$ .

### Exercice 11

Quel est le travail nécessaire à l'assemblage d'un noyau formé de trois protons (le lithium Li) modélisé par un triangle équilatéral de côté  $2 \times 10^{-15}$  m, les protons étant placés sur les sommets du triangle.

### Exercice 12

On considère une sphère de rayon  $R$  et de charge totale  $Q$  uniformément distribuée sur son volume. Calculer l'énergie nécessaire à l'assemblage de cette charge en accumulant des charges infinitésimales ramenées depuis l'infini. Cette énergie est appelée la *self-énergie* de cette distribution de charge. *Astuce* : Après avoir mis une charge  $q$  dans une sphère de rayon  $r$ , quelle est la quantité d'énergie nécessaire à l'ajout d'une coquille sphérique d'épaisseur  $dr$  et de charge  $dq$  ? Intégrer ensuite pour obtenir l'énergie totale.