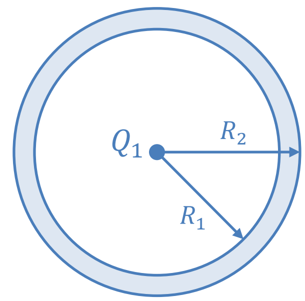
Université de Boumerdes
Faculté des sciences
Département de Physique

UEF – Physique 2
Sciences de la Matière
2ème Semestre 2023-2024

Série N° 2 – Les Conducteurs en Équilibre Électrostatique

Exercice 1

Une charge ponctuelle $Q_1 = 5{,}5 \cdot 10^{-7}\,C$ est placée au centre d'une sphère conductrice creuse, de rayons interne $R_1 = 0{,}87\,m$ et externe $R_2 = 0{,}97\,m$ (figure ci-contre). Cette sphère est initialement chargée avec une charge $Q_0 = -2{,}3 \cdot 10^{-7}\,C$.



Après équilibre :

1. Quelle est la charge finale Q_2 sur la surface interne de la sphère, ainsi que la charge Q_3 sur la surface externe.
2. Calculer le champ et le potentiel en un point distant de $r_1 = 0{,}95\,m$ par rapport au centre O de la sphère.
3. Calculer le potentiel en un point distant de $r_2 = 1{,}05\,m$ par rapport au centre O de la sphère.
4. Calculer le potentiel en un point distant de $r_3 = 0{,}45\,m$ par rapport au centre O de la sphère.

Exercice 2

Un conducteur sphérique A de centre O et de rayon $R_1 = 11\,cm$ est entourée d'un autre conducteur sphérique concentrique creux B de rayons intérieur $R_2 = 12\,cm$ et extérieur $R_3 = 15\,cm$. Les deux conducteurs sont initialement neutres.

I. Dans chacun des cas suivants, représenter soigneusement, la répartition des charges électriques portées par les deux conducteurs à l'équilibre électrostatique, en utilisant des signes $(+)$ pour les charges positives et des signes $(-)$ pour les charges négatives. Justifier votre réponse.

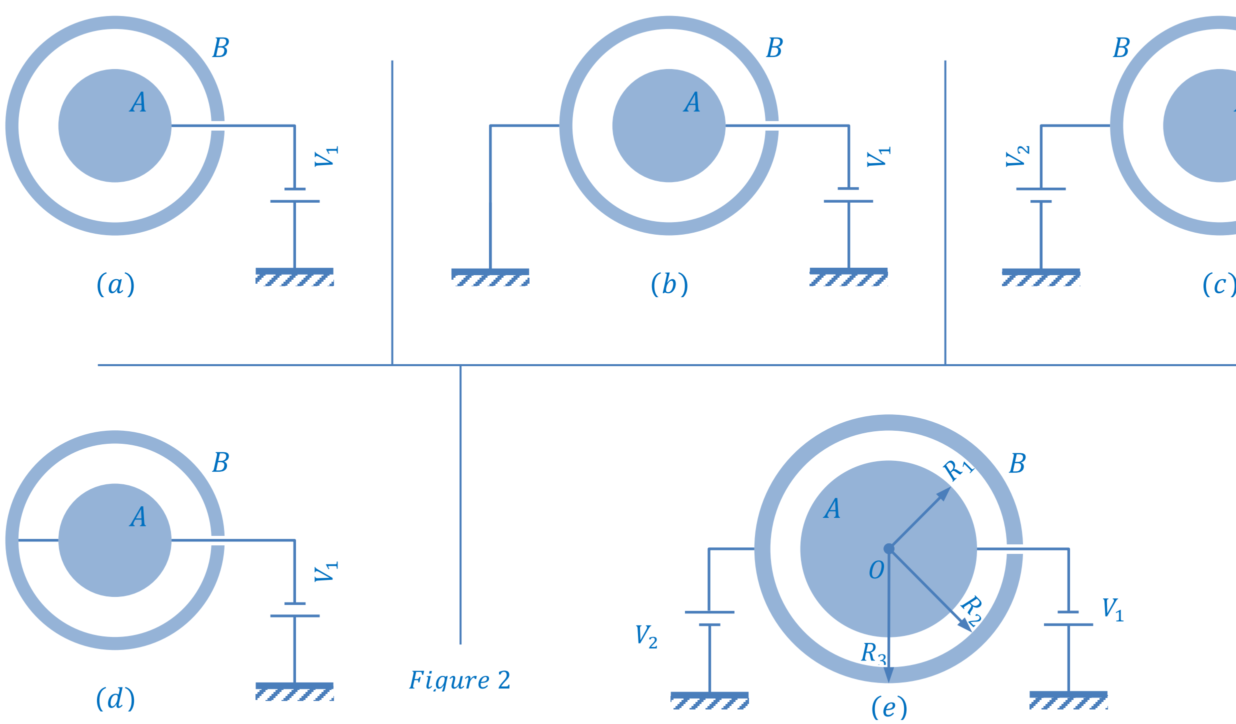


Figure 2

II. La sphère A est portée à un potentiel négatif $V_1 = -3000\,V$ et la sphère B est portée à un potentiel positif $V_2 = 2000\,V$ (figure $2.e$).

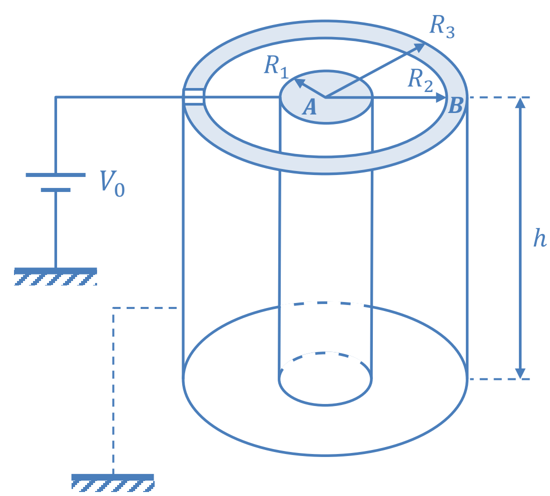
On donne la constante de Coulomb : $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9\,U.SI$.

1. En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique dans la région située entre les deux conducteurs : $R_1 < r < R_2$.
2. Déterminer le potentiel électrique dans la région $(R_1 \leq r \leq R_2)$.
3. Déterminer la charge portée par la sphère A.
4. Déduire la capacité du condensateur formé par les deux sphères.

Exercice 3

Un condensateur formé de deux conducteurs cylindriques (A) de rayon R_1 et (B) de rayons intérieur R_2 et extérieur R_3 séparés par du vide. Ces deux conducteurs concentriques de même hauteur h sont initialement neutres.

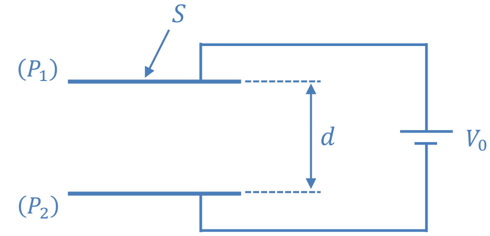
On relie le conducteur A à la borne positive d'une source de tension V_0 et le conducteur B au sol (figure ci-contre).



1. Représenter qualitativement la répartition des charges électriques sur les deux condensateurs.
2. Que vaut la densité surfacique de charge σ_3 en $r = R_3$.
3. Trouver la relation entre σ_1 et σ_2 , les densités superficielles de charges en respectivement $r = R_1$ et $r = R_2$.
4. Entre les deux conducteurs A et B $(R_1 \leq r \leq R_2)$
   a. Déterminer le module du champ électrique $E(r)$.
   b. Calculer le potentiel électrique $V(r)$.
   c. Déduire l'expression de la capacité de ce condensateur cylindrique.

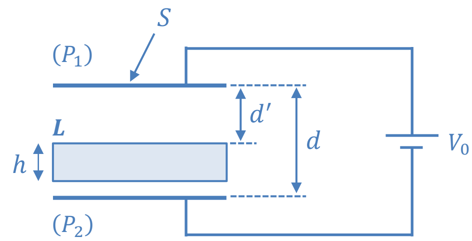
Exercice 4

Soit un condensateur plan idéal formé par deux armatures conductrices parallèles (P_1) et (P_2) de surface $S = 226\,cm^2$ et séparées par du vide d'épaisseur $d = 0{,}3\,mm$.



1. Le condensateur est branché à un générateur de f.é.m. $E_0 = 120\,V$.
   a. Retrouver l'expression de la capacité du condensateur et la calculer.
   b. Calculer la charge portée par chaque armature ainsi que l'énergie emmagasinée.
   c. Déterminer les forces qui s'exercent sur les armatures.

2. On introduit parallèlement entre les armatures une plaque conductrice (L), neutre, de même dimensions et d'épaisseur h (figure ci-contre). Le générateur étant branché :
   a. Expliquer qualitativement ce qui se passe et représenter la nouvelle répartition des charges.
   b. Donner l'expression de la capacité équivalente du système.
   c. Quelle est l'épaisseur h de la plaque si la capacité équivalente vaut $1\,\mu F$.
   d. Dans le cas où la plaque introduite (L) ne recouvre que la moitié de la surface des deux plaques (P_1) et (P_2), calculer la capacité équivalente du système.

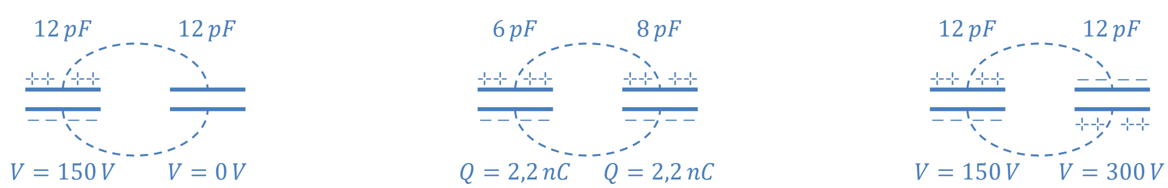


Exercice 5

Dans les figures ci-dessous, les états initiaux de chaque condensateur sont indiqués. Les branchements sont en pointillés.

Calculer pour chacun des cas envisagés :

1. Les charges et les d.d.p aux bornes de chaque condensateur après branchement.
2. Les énergies internes de l'ensemble avant et après. Comparer et expliquer.



Exercice 6

Soit ci-contre, une association de condensateurs.

1. Calculer la capacité équivalente.

On applique entre A et B une différence de potentiels (ou d.d.p.) de $1000\,V$ puis on débranche la source et on réalise un court-circuit entre A et B.

2. Calculer la quantité de charge qui a circulé et l'énergie libérée durant cette opération.