

TD n°4 : Conducteurs en équilibre électrostatique & Condensateurs

Exercice 1 : Pouvoir des pointes

1. Une sphère métallique S_1 de rayon R_1 porte une charge totale Q . Déterminer sa distribution de charge, son potentiel et sa capacité.
2. On considère une autre sphère conductrice S_2 de rayon R_2 située à une distance "a" de S_1 . Les deux sphères sont reliées par un fil conducteur de capacité négligeable. On considère que S_1 et S_2 suffisamment éloignées l'une de l'autre que l'on puisse négliger leurs influences réciproques. Quelles sont la nouvelle distribution de charge et la valeur du champ électrique au voisinage de chaque sphère ?
3. A.N : $R_1 = 9 \text{ cm}$; $Q = 10^{-8} \text{ C}$; $R_2 = 1 \text{ cm}$.

Exercice 2 : Influence électrostatique

1. Une sphère conductrice pleine A_1 , de centre O , de rayon R_1 et de surface S_1 est portée au potentiel positive V_1 . On isole A_1 puis on l'introduit dans une sphère creuse A_2 conductrice, concentrique, de rayon intérieur R_2 et extérieur R_3 . A_2 est initialement neutre. On désigne par S_2 la surface intérieur de A_2 et S_3 sa surface extérieure.
 - a- quelle sont les répartitions des charges portées par les sphères A_1 et A_2 ?
 - b- Quels sont les potentiels V_1 de A_1 et V_2 de A_2 ?
2. **On relie la sphère A_2 au sol.**
 - a- Quelle est la nouvelle répartition des charges sur les sphères A_1 et A_2 ? Justifier votre réponse.
 - b- Quel est le potentiel V_1 de A_1 ?
3. **On isole maintenant A_2 puis on relie A_1 au sol.**
 - a- Quelles sont les charges sur S_1 , S_2 et S_3 ? (Préciser le signe des charges).
 - b- Quel est le potentiel V_2 de A_2 ?
4. On reprend les deux sphères concentriques A_1 et A_2 . On porte A_1 au potentiel V_1 et A_2 au potentiel V_2 tels que $V_1 > V_2$. Calculer la capacité du condensateur constitué par les deux sphères.

Exercice 3 : Coefficients d'influence de deux conducteurs sphériques

1. On considère deux conducteurs sphériques : S_1 de centre R_1 et de charge Q_1 , et S_2 de centre R_2 de rayon R_2 , initialement neutre et isolé. Les deux conducteurs sont très éloignés l'un de l'autre, tel que : $|O_1O_2| = d \gg R_1, R_2$. On supposera que l'interaction entre S_1 et S_2 est limitée à celle de leur charges placées en leurs centres. Calculer le potentiel V_2 de S_2 .
2. la sphère S_2 est reliée au sol.
 - a- Exprimer la charge de Q_2 de S_2 et le potentiel V_1 de S_1 en fonction de Q_1 , R_1 , R_2 , d .
 - b- Calculer le coefficient de capacité C_{11} de S_1 en présence de S_2 et les coefficients d'influence de S_1 et de S_2 en fonction de R_1 , R_2 et d .
 - c- Que deviennent ces coefficients de capacité et d'influence si $R_1 = R_2$?

Exercice 4 : Capacité d'un condensateur cylindrique

Un condensateur cylindrique est constitué de deux cylindres conducteurs coaxiaux de rayons R_1 et R_2 , de hauteur h et de charge Q . On néglige les effets de bords, et on suppose que $h \gg R_1, R_2$.

- a) Calculer la capacité C de ce conducteur.
- b) Que devient elle pour : $R_2 - R_1 = e \ll R_1, R_2$?