

## Conducteurs cylindriques à l'équilibre

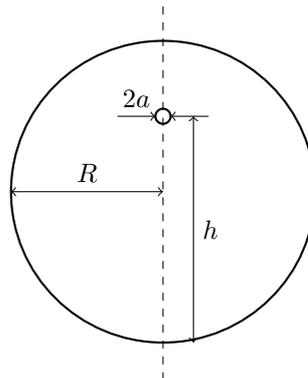
Deux armatures cylindriques concentriques identiques, parallèles, seules dans l'espace, sont séparées de la distance  $d$  très grande devant leur rayon  $a$ . L'hypothèse  $d \gg a$  permet de considérer que les densités de charges sont uniformes à la surface de chaque cylindre conducteur. Les armatures portent des charges opposées, ce que nous représentons par deux charges linéiques,  $\lambda$  et  $-\lambda$ , associées aux deux cylindres respectivement. L'air baignant les deux cylindres est assimilé au vide ; l'ensemble est à l'équilibre.

Le système étant supposé invariant dans la direction des cylindres, notée  $z$ , l'étude est limitée à un plan perpendiculaire aux cylindres.  $O$  étant, dans ce plan, le point à égale distance des centres des deux cylindres, on note  $Ox$  l'axe allant du cylindre chargé négativement ( $-\lambda$ ) vers le cylindre chargé positivement ( $\lambda$ ). Un axe  $Oy$  complète les deux précédents de telle sorte que  $(Ox, Oy, Oz)$  est un repère orthonormé direct.

1. Exprimer les potentiels électrostatiques  $V_+$  et  $V_-$  auxquels sont portés respectivement le cylindre chargé  $\lambda$  et le cylindre chargé  $-\lambda$ .
2. Expliquer pourquoi le système des deux conducteurs peut être considéré comme un condensateur, dont on exprimera la capacité linéique  $\Gamma$ .

Application numérique :  $d = 12$  m,  $a = 5$  mm ; la permittivité électrique du vide est  $\varepsilon_0 = 8,8 \times 10^{-12}$  F · m<sup>-1</sup>.

3. Les surfaces équipotentielles apparaissent dans le plan  $(Oxy)$  comme des courbes. Faire tracer plusieurs d'entre elles, au moyen de la feuille de calcul Maple jointe. Qu'observez-vous ? On justifiera bien sûr les calculs proposés par cette feuille de calcul.
4. *Application* : un conducteur cylindrique de rayon  $a$  passe dans un tunnel cylindrique conducteur de rayon  $R$ , parallèle à l'axe de celui-ci. Il est à hauteur  $h$  constante au dessus du sol. Le potentiel du tunnel sera pris nul (potentiel de la terre). Le cylindre conducteur est porté au potentiel  $V_c = 1,5$  kV.



5. Donner l'expression de la capacité linéique  $\Gamma$  du système, ainsi que du champ électrique à la surface du conducteur cylindrique.

Application numérique :  $R = 4$  m,  $h = 6$  m et  $a = 5$  mm.