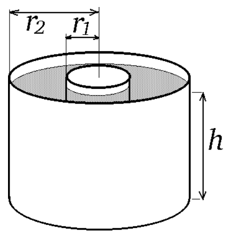
E 22. Vitesse moyenne des porteurs de charges.
Le cuivre a pour masse molaire $M = 63{,}54\ \mathrm{g{\cdot}mol^{-1}}$ et pour masse volumique $\mu = 8{,}8.10^{3}\ \mathrm{kg{\cdot}m^{-3}}$.
1) Calculer le nombre ν_0 d'atome de cuivre par unité de volume.
2) En admettant que le nombre d'électrons libres par unité de volume, assurant la conduction, vale $\nu = 1{,}3.\nu_0$ (c'est-à-dire que chaque atome possède en moyenne $1{,}3$ électron libre), calculer la vitesse moyenne v de ces électrons correspondant à un courant de $5\ A$ circulant dans un fil de section droite $s = 2{,}5\ \mathrm{mm^2}$.
On donne $\mathcal{N}_A = 6{,}02.10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$, $e = 1{,}6.10^{-19}\ \mathrm{C}$.

Rép : $1{,}15.10^{-4}\ \mathrm{m.s^{-1}}$

E 23. Résistance d'une colonne cylindrique d'électrolyte.
Deux électrodes cylindriques coaxiales de rayons respectifs r_1 et r_2 plongent sur une hauteur h dans un électrolyte de conductivité uniforme γ; le fond est isolant.
Nous admettrons que compte tenu de la symétrie du conducteur $\vec{j}(M) = j(r)\vec{u}_r$.
Exprimer la résistance du conducteur.

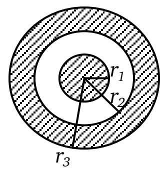


Application numérique : $h = 5\ \mathrm{cm}$ $r_1 = 2\ \mathrm{cm}$ $r_2 = 3\ \mathrm{cm}$ $\gamma = 10^{-2}\ \mathrm{S{\cdot}m^{-1}}$

Rép : $129\ \Omega$

E 24. Résistance d'une prise de terre.
1) deux sphères métalliques concentriques, de rayons r_1 et $r_2 > r_1$, supposées parfaitement conductrices, sont séparées par un milieu peu conducteur de conductivité γ. Calculer la résistance R entre les deux sphères.
2) Que devient l'expression précédente lorsque $r_2 \to \infty$?
Application numérique : $r_1 = 10\ \mathrm{cm}$ $\gamma = 10^{-3}\ \mathrm{S{\cdot}m^{-1}}$ (sol argileux)

E 25. Résistance d'une ligne coaxiale
Soit une ligne coaxiale de longueur $\ell = 100\ \mathrm{m}$ dont le conducteur central est un cylindre de rayon $r_1 = 2{,}00\ \mathrm{mm}$ et le conducteur extérieur est un cylindre délimitée par les rayons $r_2 = 4{,}00\ \mathrm{mm}$ et $r_3 = 5{,}00\ \mathrm{mm}$ (voir figure). La résistivité du matériau conducteur (cuivre) est $\eta = 1{,}70.10^{-8}\ \Omega.\mathrm{m}$. L'espace entre les deux conducteurs est occupé par un isolant (polyéthylène) de résistivité $\eta' = 1{,}00.10^{16}\ \Omega.\mathrm{m}$.

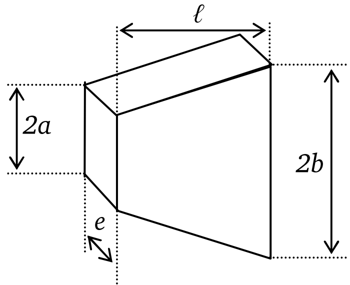


Cette ligne est supposée relier un générateur continu à une charge ohmique. On désigne par R_1 la résistance de l'un des deux conducteurs, R_2 la résistance de l'autre conducteur et R' la résistance de fuite, c'est-à-dire la résistance de l'isolant vis-à-vis du courant de fuite entre les deux conducteurs.

1. Dessiner un schéma électrique équivalent au montage où figurent les différentes résistances associées à cette ligne.
2. Que peut-on dire des densités de courant dans chacun des deux conducteurs ? Exprimer puis calculer numériquement la résistance R de la ligne, c'est-à-dire la résistance correspondant aux deux conducteurs.
3. Exprimer puis calculer numériquement la résistance de fuite R'.

Rép : $0{,}195\ \Omega$; $1{,}10.10^{13}\ \Omega$

E 27. Conducteur trapézoïdal.
On considère le solide trapézoïdal dont les dimensions sont précisées sur la figure ci-contre, présentant un axe de symétrie horizontal. Il est constitué d'un matériau de faible résistivité $\eta = 10^{-2}\ \Omega{\cdot}\mathrm{m}$ uniforme. On notera A la face gauche, B la face droite, C la face arrière, D la face avant, E la face supérieure et F la face inférieure.
On donne : $a = 3\ \mathrm{cm}$, $b = 5\ \mathrm{cm}$, $e = 1\ \mathrm{cm}$, $\ell = 10\ \mathrm{cm}$.



1) On envisage de faire passer un courant de C vers D : les faces C et D seraient recouvertes d'une mince pellicule d'argent ($\eta' = 1{,}5.10^{-8}\ \Omega{\cdot}\mathrm{m}$, négligeable devant η) de manière à assurer l'uniformité des potentiels V_C et V_D.
Quelle serait alors la résistance de ce conducteur selon la direction CD ?
2) Après une préparation analogue, quelle serait la résistance de ce conducteur selon la direction AB ?
On exprimera R en fonction de a, b, ℓ, e et η, puis on fera l'application numérique.
Note : on pourra effectuer un découpage du conducteur en "tranches élémentaires", puis considérer le conducteur comme une association de résistances.

Rép : $12{,}5\ \mathrm{m\Omega}$ - $1{,}28\ \Omega$

E 29. Jouons au cube.
Les douze arêtes d'un cube sont constituées par des résistances identiques R. Ce cube est relié à un circuit extérieur par deux sommets opposés. Calculer la résistance équivalente.
Indication : en utilisant les symétries on cherchera comment l'intensité I entrant dans le cube se divise entre les différentes arêtes.