

Application numérique des résultats de l'article à deux situations réalistes

On veut calculer ΔN qui est à la fois l'excès d'électrons sur le segment 2 et le déficit sur le 4.

La première situation d'étude, correspond typiquement à un fil métallique à température ordinaire :

- les côtés du carré ont une longueur $L = 1 \text{ m}$; le fil a une section $s = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
- la densité particulaire des atomes vaut $n = 1 \cdot 10^{29} / \text{m}^3$
- il y a en moyenne 1 électron de conduction par atome
- l'intensité du courant vaut $I = 50 \text{ A}$.

Calcul

$$\Delta N = N_2 - N = N - N_4$$

$$= N (1 - 1/\gamma^2) \quad \text{d'après les équations (29) de l'article}$$

$$= N (v/c)^2$$

N est le nombre d'électrons, égal au nombre d'atomes, situés dans le volume de chacun des segments de fil de longueur L et de section s , ceci dans le référentiel du circuit : $N = n L s \approx 1 \cdot 10^{23}$.

Évaluons la vitesse de dérive v des électrons.

Pendant un temps t , les électrons qui traversent une section de conducteur sont ceux situés sur une longueur $v.t$. Leur nombre vaut $N (v t / L)$; la charge électrique qu'ils représentent s'obtient en multipliant par la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; et en divisant par t , on obtient l'intensité de courant I : $N (v / L) e = I$.

$$\text{Ainsi : } v = I L / (N e) \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 3 \text{ mm/s}.$$

$$\text{D'où } \Delta N \approx 1 \cdot 10^{23} \cdot (3 \cdot 10^{-3} / 3 \cdot 10^8)^2 \approx 10.$$

Il y a environ 10 électrons en plus sur le segment 2, et en moins sur le segment 4.

La deuxième situation d'étude correspond au cas où le fil est supraconducteur, tel celui générant le champ magnétique dans les appareils d'IRM ; dans ce cas, la densité de courant peut valoir par exemple $16 \cdot 10^3 \text{ A/mm}^2$.

Calcul

L'intensité vaut ici $I' = 16 \cdot 10^3 \text{ A/mm}^2 \cdot 1 \text{ mm}^2 \approx 16 \cdot 10^3 \text{ A}$, d'où un rapport $I' / I = 320$.

L'intensité étant 320 fois plus grande, la vitesse v' est également 320 fois plus grande.

$\Delta N'$ est donc $320^2 \approx 1 \cdot 10^5$ fois plus grande que ΔN , puisque dans son expression la vitesse est au carré : $\Delta N' \approx 1 \cdot 10^6$.

Il y a environ 1 million d'électrons en plus sur le segment 2, et en moins sur le segment 4.