

Applications sur l'intensité du courant

Exercice 1:

Le cyclotron est un accélérateur de particules chargées. Le C.E.R.N à Genève dispose d'un cyclotron où des particules chargées, appelées protons, décrivent plusieurs fois un cercle de 200m de diamètre, à très grande vitesse. Un proton est le noyau d'un atome d'hydrogène; il porte une charge positive égale à $+e$. Le faisceau de protons est équivalent à un courant d'intensité 100 microampères (μA).

Quel est le nombre de protons qui traversent une section du cyclotron pendant une seconde?

Réponse 1:

La valeur absolue de la quantité d'électricité Q portée par un ensemble de porteur identiques est égale au produit de la valeur absolue $|q|$ de la charge individuelle par le nombre n porteurs:

$$Q = n \cdot |q|$$

L'intensité du courant L'intensité du courant correspondant est:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{n \cdot |q|}{t}$$

Le quotient, $D = \frac{n}{t}$, représente le débit, c'est à dire le nombre de porteurs qui traversent une section chaque seconde:

$$I = |q| \cdot D$$

Numériquement:

$$D = \frac{I}{|q|} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,25 \cdot 10^{14} \text{ protons/seconde}$$

Exercice 2:

Un fil métallique cylindrique contient N électrons non liés par mètre cube. Dans ce fil de section droite d'aire S , ces électrons circulent à la vitesse d'ensemble v et provoquent un courant d'intensité I .

1/ Pour $I=2\text{A}$, calculer le débit d'électrons à travers la section S du fil.

2/ Donner la relation qui existe entre I , N , S , v et e

Calculer v .

Application numérique: $I=2\text{A}$; $S=2\text{mm}^2$; $N= 8 \cdot 10^{28} \text{ e. m}^{-3}$; $e= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Réponse 2:

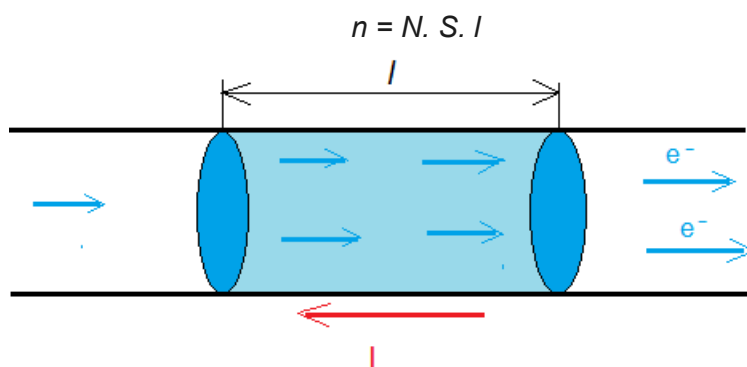
1/ Les électrons, particules chargées négativement, se déplacent en sens contraire du courant d'intensité I . Si n est le nombre d'électrons qui traversent une section du fil pendant la durée t :

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{n \cdot e}{t} = D \cdot e$$

Le rapport $D = \frac{n}{t}$ est le débit d'électrons.

$$D = \frac{I}{e} = \frac{2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{19} \text{ électrons/seconde}$$

2/ Considérons une portion de fil de longueur l (voir figure) . Elle contient n électrons non liés:



La portion de fil de longueur l contient N électrons qui progressent à la vitesse moyenne v ; tous ces électrons, y compris les plus éloignés, auront traversé la section d'aire S au bout d'un temps $t = l/v$.

Si v est leur vitesse d'ensemble, tous ces électrons passent à travers la section S pendant la durée t telle que: $t = \frac{l}{v}$.

L'intensité du courant vaut:

$$I = D \cdot e = \frac{n}{t} \cdot e = \frac{N \cdot S \cdot l \cdot e}{l/v} = N \cdot S \cdot v \cdot e$$

L'intensité du courant dépend donc de la vitesse d'ensemble des porteurs de charge.

Numériquement:

$$v = \frac{I}{N \cdot S \cdot e} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse correspondant au mouvement d'ensemble des électrons dans un conducteur métallique est très faible