

## Física III

Professor : Phillipe Courteille

Ana Julia Bertollo Poiani 8549215

Daniela Landgraf Gomes 7548118

Rodolfo Rossini Peticarrari 8549406

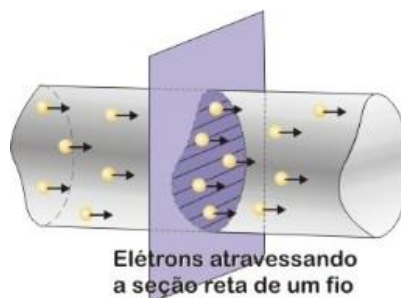
### Questão 25.37

Um fio de ouro tem seção transversal com diâmetro de 0,10 mm. As extremidades deste fio estão conectadas aos terminais de uma bateria de 1,5 V. Se o comprimento do fio é de 7,5 cm, quanto tempo, em media, é necessário para que os elétrons que saem do terminal negativo da bateria cheguem ao terminal positivo? Considere que a resistividade do ouro seja  $2,44 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

### Introdução

Será introduzido o conceito de corrente, movimento das cargas, densidade de corrente e rapidez de deriva.

Corrente elétrica é a taxa de fluxo de carga através de uma superfície – tipicamente a seção transversal de um fio condutor. A figura abaixo mostra um segmento de um fio que está conduzindo uma corrente (cargas estão em movimento)



Se  $\Delta Q$  é a carga que flui através da área da seção transversal ,  $A$ , no tempo  $\Delta t$ , a corrente  $I$  é :

$$I = \Delta Q / \Delta t \text{ (Equação 1)}$$

Quando um campo elétrico é aplicado, o campo exerce uma força  $-eE$  em cada elétron livre, variando sua velocidade no sentido oposto ao campo. Entretanto, qualquer energia cinética adicional adquirida é rapidamente dissipada por colisões com íons da rede no fio. Durante o tempo entre duas colisões, os elétrons livres em média adquirem uma velocidade adicional no sentido oposto ao do campo. O resultado líquido desta repetição de aceleração e dissipação de energia é que os elétrons deslocam-se ao longo do fio com uma pequena velocidade média, no sentido oposto ao do campo elétrico, chamada de velocidade de deriva.

Chamamos  $n$  de densidade de número de portadores de carga,  $vd$  de velocidade de deriva, o número de partículas em um volume do fio condutor é dado por  $nAvd \Delta t$ , assim a carga livre total no volume é:

$$\Delta Q = qnAvd \Delta t \text{ (Equação 2)}$$

A densidade de corrente é um campo vetorial que pode ser visualizado desenhando linhas de campo. O vetor densidade de corrente,  $J$ , é especificado por :

$$J = qnvd \text{ (Equação 3)}$$

A resistência  $R$  de um fio condutor é proporcional ao comprimento  $L$  do fio e inversamente proporcional à área de sua seção transversal  $A$ :

$$R = \rho L/A \text{ (Equação 4)}$$

### Resolução da Questão

O tempo pode ser encontrado através da relação  $\Delta t = L/vd$ , uma vez que  $L$  é o comprimento do fio.

Para encontrar  $vd$ , utilizar a Equação 1 e a Equação 2 para chegar na seguinte expressão

$$vd = I / qnA$$

Substituindo a expressão acima, na equação inicial da resolução, teremos

$$\Delta t = \frac{L}{I} = \frac{qnAL}{V} = \frac{qnALR}{V} \text{ (I)}$$

Utilizando a equação 4 para expressar a Resistência do fio,  $R = \rho L/A$ , substituindo acima na equação (I) e fazendo as devidas simplificações

$$\Delta t = \frac{qnAL\rho L}{V} = \frac{qnLL\rho}{V} \text{ (II)}$$

A densidade de elétrons livres é dada por  $n = \frac{massa}{MM} \times \left(\frac{1}{Volume}\right) Na = \left(\frac{\rho'}{MM}\right) Na = \left(\frac{Na}{MM}\right) \rho'$   
(III)

Onde MM é a massa molar e  $\rho'$  são a massa molar e a densidade do ouro, respectivamente.

Finalmente, substituindo (III) em (II):

$$\Delta t = \frac{\left[ q \left( \frac{Na}{MM} \right) \rho' L L \rho \right]}{V}$$

Por fim, substituindo numericamente :

$$\Delta t = \frac{\left[ 1,602 \times 10^{-19} \text{ C} \left( \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ mol}}{0,19697 \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} \right) (19,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 (7,5 \text{ cm})^2 (2,44 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m})) \right]}{1,5 \text{ V}}$$

Logo,  $\Delta t = 0,86\text{s}$ .