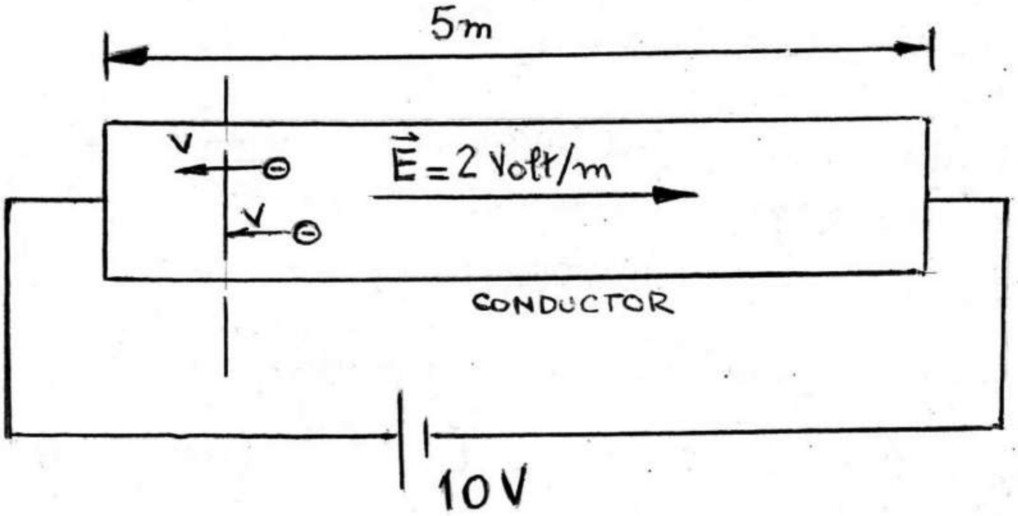
CORRIENTE CONTINUA

DNDA-71269931

•) Definición de Corriente

Los electrones libres en un conductor metálico aislado (cobre) fluyen de un lado al otro con rapidez media CERO.



•) Se conecta una batería de 10 Volts en los extremos del alambre.

•) El alambre es de 5m de longitud.

•) Se INSTALA UN CAMPO ELÉCTRICO $\vec{E}$ EN TODOS LOS PUNTOS DENTRO DEL ALAMBRE. $|\vec{E}| = \dfrac{10V}{5m} = 2$ Volt/m.

ACLARACIÓN: En el Capítulo de Potencial y Campo, se dijo que NO PUEDE EXISTIR campo $\vec{E}$ DENTRO DE UN CONDUCTOR. Esto es EN CONDUCTORES AISLADOS en los que por sí mismos no pueden mantener una diferencia de potencial*. En este capítulo, introdujimos un Campo $\vec{E}$ que

*) VER EXPLICACIÓN AL FINAL DE PAG. 4

se mantiene gracias a una batería. Dicho campo acelera las cargas libres aunque no se produzca una aceleración neta

•) La aceleración de las cargas es causada por $\vec{E}$ por un lado.

Por otro lado, las cargas <u>chocan una y otra vez</u> contra los núcleos atómicos fijos a la red cristalina

Estos choques retardan el avance de las cargas de tal manera que la aceleración media es CERO. Por esto

LA VELOCIDAD MEDIA DE LAS CARGAS ES CONSTANTE (Es lo mismo que una bolita cayendo por la escalera). ***Se llama velocidad de arrastre Vd.***

•) Dada una SECCIÓN TRANSVERSAL cualquiera. Si pasa a través de dicha sección transversal una CARGA NETA Δq, en un intervalo Δt.

Se define $\boxed{\text{CORRIENTE ELÉCTRICA } i = \dfrac{\Delta q}{\Delta t}}$ (velocidad media de carga que fluye a través de la sección)

$[i] = $ Ampere

$[\Delta q] = $ Coulomb.

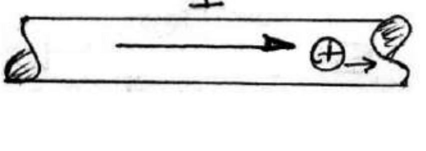
$[\Delta t] = $ Segundo.

Si la velocidad del flujo de carga NO es constante en el tiempo

entonces $\boxed{i = \dfrac{dq}{dt}}$ (Velocidad instantánea de carga que fluye a través de la sección).

"i" ≡ corriente instantánea.

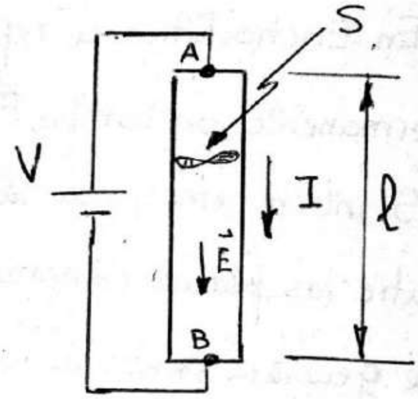
•) Suponemos que los portadores de carga son POSITIVOS y se indica la corriente con una flecha en el sentido en el que se moverían tales cargas.



LEY DE OHM

Aplicamos V (volts) a una barra conductora.- (largo l y Sección S).

Como consecuencia comenzará a fluir una Corriente I (A).



La proporción entre V e I es la

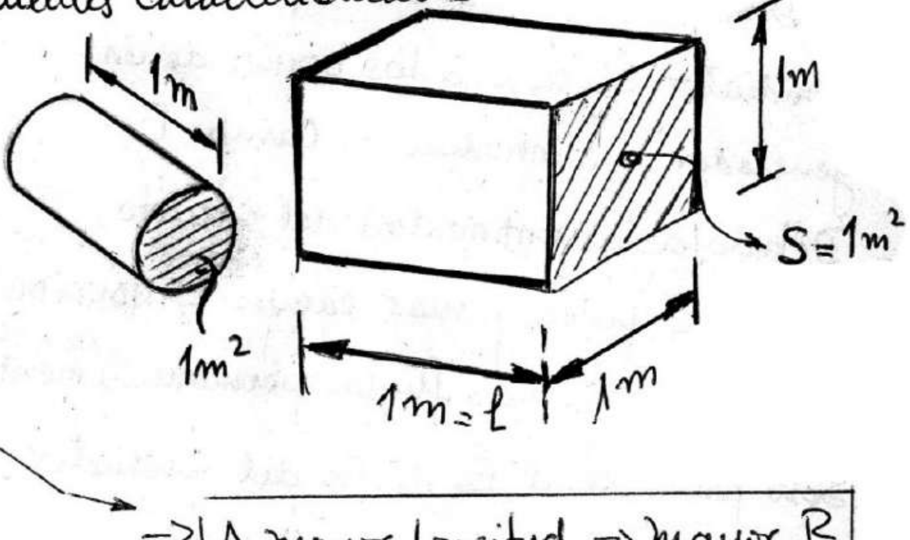
$$\boxed{\text{RESISTENCIA} = \frac{V}{I} \ (\Omega)} \quad \text{(OHM)}$$

o) RESISTIVIDAD ρ.

La RESISTIVIDAD es la RESISTENCIA QUE TIENE UNA VARILLA CONDUCTORA CON LAS siguientes características.-

LONGITUD = 1 m

SECCIÓN = 1 m².



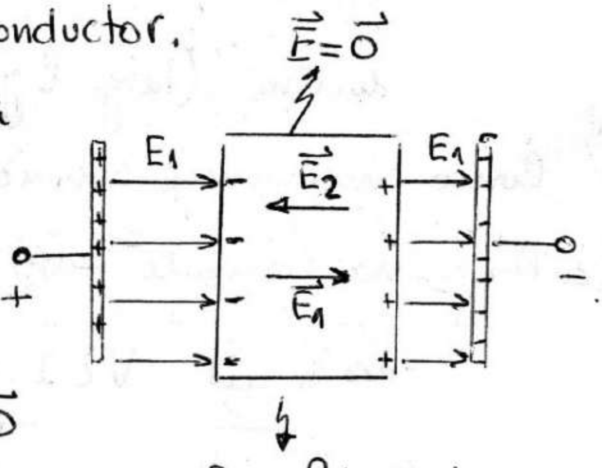
$$\therefore \quad \boxed{R = \rho \times \frac{l}{S}}$$

$[\rho] = \Omega m$

=> A mayor longitud => mayor R
A mayor Sección => menor R

*) CAMPO $\vec{E}$ DENTRO DE UN CONDUCTOR.

1) En Electrostática se explicó que es imposible INDUCIR en régimen permanente un campo $\vec{E}$ dentro de un conductor.



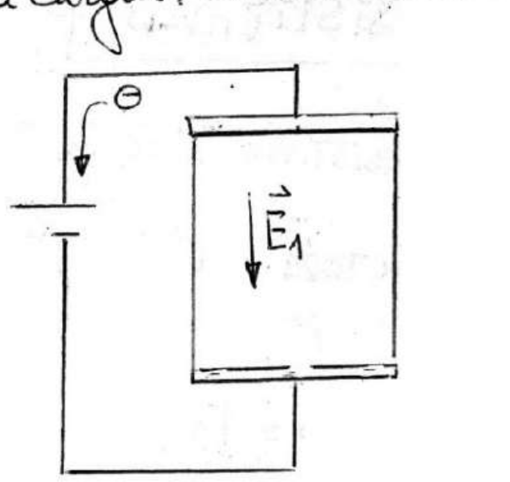
Si interponemos una lámina conductora entre las placas cargadas (campo $\vec{E_1}$), se generará dentro de la lámina un contracampo $\bar{E_2}$ que cancela al primero. De este modo el $\vec{E}=\bar{E_1}+\bar{E_2}=\vec{0}$

El $\vec{E_1}$ es un campo eléctrico INDUCTOR y el $\vec{E_2}$ es un campo eléctrico INDUCIDO por $\vec{E_1}$

Si cesa $\vec{E_1}$, también cesará $\vec{E_2}$

La placa polarizada sigue siendo neutra aún estando polarizada.

La placa polarizada Ni Recibe Ni entrega cargas. Sólo reacomoda las cargas propias, acumulándolas en su superficie.



2) Distinto es el caso en el que el conductor CONTACTA a los bornes de un generador que introduce un campo E_1

Debido a la continuidad del circuito, jamás se podrá formar campo E_2 INDUCIDO ya que las cargas fluyen permanentemente.

Sólo prevalece el $\bar{E_1}$ dentro del conductor.

$\nexists E_2$.

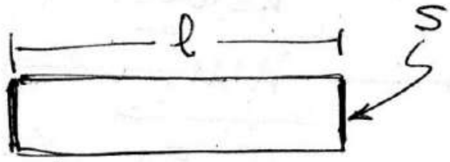
Sólo $\exists E_1$.

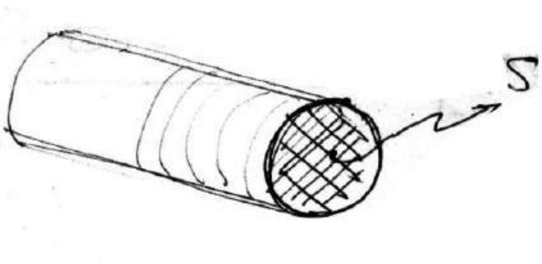
Las cargas NO SE

EJERCICIO 1

Un alambre de $R = 6\ \Omega$ se estira de manera que su nueva longitud es 3 veces mayor que su longitud original. Encontrar la resistencia del alambre más largo suponiendo que la resistividad y la densidad del material no cambian durante el proceso de estirado.

$$R = 6\,\Omega = \rho \cdot \frac{l}{S}.$$





Si la densidad se mantiene constante, entonces

al triplicarse la longitud. } Esto es porque.
la sección se reducirá en $\frac{1}{3}$.

$\boxed{\delta_1 = \delta_2}$ Si las masas son constantes $\Rightarrow$ los Volúmenes también

$\frac{m}{V_1} = \frac{m}{V_2} \Rightarrow V_1 = V_2$ ..Siendo $\boxed{\text{Volumen} = \text{Sección} \times \text{longitud}.}$

Entonces a $l' = 3l \Rightarrow S' = \frac{1}{3} S. \therefore$

$$\begin{cases} R_1 = \rho \cdot \dfrac{l_1}{S_1} = 6\,\Omega \\ R_2 = \rho \cdot \dfrac{l_2}{S_2} = \rho \cdot \dfrac{3 l_1}{S_1/3} \end{cases}$$

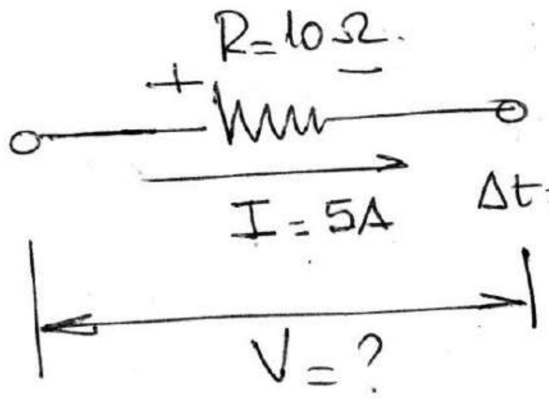
$$\therefore R_2 = 9 \cdot \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} = 9 R_1 \therefore$$

$$\boxed{R_2 = 54\,\Omega}$$

EJERCICIO 2 **C-CONTINUA 6**

En la resistencia de 10 ohm se establece una intensidad de corriente i = 5 A durante 4 min.

a) ¿Qué carga atravesará una sección de la resistencia en ese tiempo?
b) ¿Cuántos electrones pasan?
c) ¿Cuál es la d.d.p. entre los extremos del conductor?



$\Delta t = 4\,min$
$= 240\,sec$

a) $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \Delta t$

$\Delta q = 5A \times 240\,sec = 1200\,C$

$\boxed{\Delta q = 1200\,C}$

b) Carga del Electrón $= -1{,}6 \times 10^{-19}\,C = e \Rightarrow |e| = 1{,}6 \times 10^{-19}\,C$

$\Rightarrow \quad 1{,}6 \times 10^{-19}\,C \longrightarrow 1 \cdot e$
$\qquad 1\,C \longrightarrow x \Rightarrow x = \frac{1\,C \times 1\,e}{1{,}6 \times 10^{-19}\,C}$

$\therefore \; 1\,C = 6{,}25 \times 10^{18}\,e \Rightarrow$ 1 C es el módulo de la carga de $6{,}25 \times 10^{18}$ electrones.

Entonces:

1200 C es el módulo de la carga de $6{,}25 \times 10^{18} \times 1200\,e$.

$\boxed{\text{1200 C es el módulo de la carga de } 7{,}5 \times 10^{21} \text{ electrones.}}$

c) $V = IR$ (ley de Ohm) $= 5A \times 10\,\Omega = 50\,V$

$\boxed{V = 50\,V}$

EJERCICIO 3

El bobinado de un motor eléctrico es de alambre de Cu. Antes de comenzar a trabajar su resistencia es R_1 =100 Ω. Después de trabajar 5 horas continuas su resistencia es R_2 = 140 Ω. ¿Cuál es el incremento de temperatura en el bobinado?

Datos: A 20° C para Cu : $\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega.m$; $\alpha = 3{,}9 \cdot 10^{-3}\ /°C$

La Resistividad (y Resistencia) de un material varían con la temperatura. Esto se debe a que la resistencia que un material presenta al paso de corriente está determinada por los CHOQUES de las cargas contra los IONES FIJOS VIBRANTES. Entonces a mayor temperatura habrá mayor vibración de dichos IONES y ∴ mayor probabilidad de choques y ∴ mayor resistencia eléctrica.

Se evalúa con: $\boxed{\alpha = \frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot \frac{1}{\Delta T}}$

Como $R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow \rho = \frac{RS}{l} \Rightarrow \Delta \rho = \frac{S}{l} \Delta R$

y $\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta R}{R}$ ∴ $\boxed{\alpha = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{\Delta T}}$ ó bien $\boxed{\alpha = \frac{R_f - R_i}{R_i} \cdot \frac{1}{\Delta T}}$

$$\therefore\ \Delta T = \frac{R_f - R_i}{R_i} \cdot \frac{1}{\alpha} \Rightarrow \Delta T = \frac{(140-100)\ \Omega}{100\ \Omega} \cdot \frac{1}{3{,}9 \times 10^{-3}\ \frac{1}{°C}}$$

$$\therefore\ \boxed{\Delta T = 102{,}56\ °C}$$

EJERCICIO 4

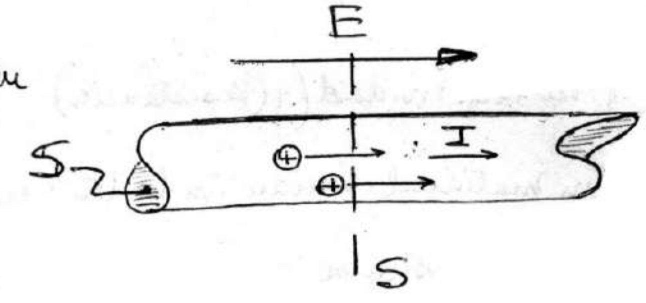
Por un conductor de cobre de área de sección recta de 1,0 mm^2 circula una corriente de 5,0 mA,

a) ¿Cuál es la densidad de corriente?.

b) ¿Cuál es la velocidad de desplazamiento de los electrones?.

Dato: la densidad numérica de portadores de carga por unidad de volumen en el cobre es:

$n = 8{,}5 \, . \, 10^{22}$ electrones / cm^3



Las cargas fluyen a través de S.

Por la sección S pasa una Corriente I

Definimos DENSIDAD DE CORRIENTE a la CORRIENTE POR UNIDAD DE SECCIÓN TRANSVERSAL.

$$J = \frac{I}{S} \quad \left[\frac{Amp}{m^2}\right]$$

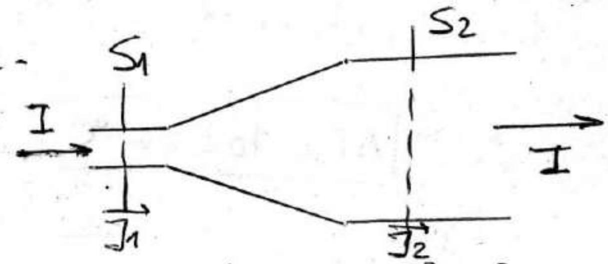
$$\therefore \boxed{I = J \, . \, S} \quad (A).$$

Vemos que la corriente es un FLUJO DE $\vec{J}$ $\therefore$ $I = \vec{J} \cdot \vec{S}$

En caso de que el flujo no fuese uniforme en la sección entonces

$$I = \int \vec{J} \cdot \vec{dS} \quad [A]$$

Esto puede verse como que I es el CAUDAL DE COULOMBS que fluyen a través del cable.



Aunque el cable cambie de sección, el "caudal" I es el mismo dado que las cargas no se acumulan (Ecuación de Continuidad).

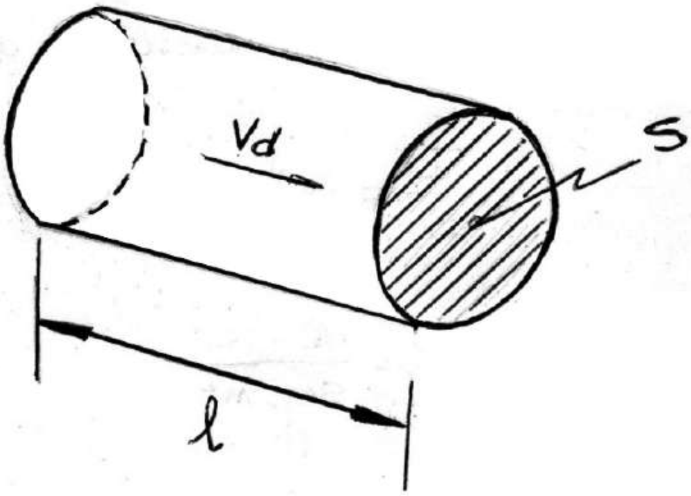
$$J_1 S_1 = J_2 S_2$$

Resolvemos para $\begin{cases} I = 5\,mA \\ S = 1\,mm^2 \end{cases}$

$$\therefore\ J = \frac{5 \times 10^{-3} A}{1 \times 10^{-6} m^2} = \boxed{5 \times 10^{3} \frac{A}{m^2} = J}$$

b) VELOCIDAD DE ARRASTRE

•) Sea n la cantidad de electrones (portadores) por unidad de Volumen en un material Conductor.



•) Sea $V = S \cdot l$ el Volumen de dicho Conductor.

•) La Cantidad de electrones en dicho Volumen será:

$$N = n \cdot S \cdot l.$$

•) La Cantidad de Carga q será: $q = N e$ ó $\boxed{q = n \cdot S\, l \cdot e}$

•) La Carga encerrada en ese Volumen fluye hacia la derecha y atravesará la Superficie S al cabo de "t" segundos siendo

$$\boxed{t = \frac{l}{v_d}}$$

•) Sabemos que el resultado de ese flujo es una Corriente eléctrica $\frac{q}{t} = I$.

Reemplazando los valores de q y t obtenidos tenemos:

$$I = \frac{n.S.l.e}{l/v_d} \Rightarrow I = n.S.v_d\,e.$$

•) Por definición de densidad de Corriente queda:

$$\Rightarrow \boxed{v_d = \frac{J}{ne} \left[\frac{m}{seg}\right]}$$

$$[J] \rightarrow \frac{A}{m^2} \equiv \frac{C}{seg.m^2}$$

$$[n] \rightarrow \frac{portadores}{m^3}$$

$$[e] \rightarrow \frac{Coulomb}{portador}$$

Resolvemos el problema:

I $5mA$ $\Leftarrow$

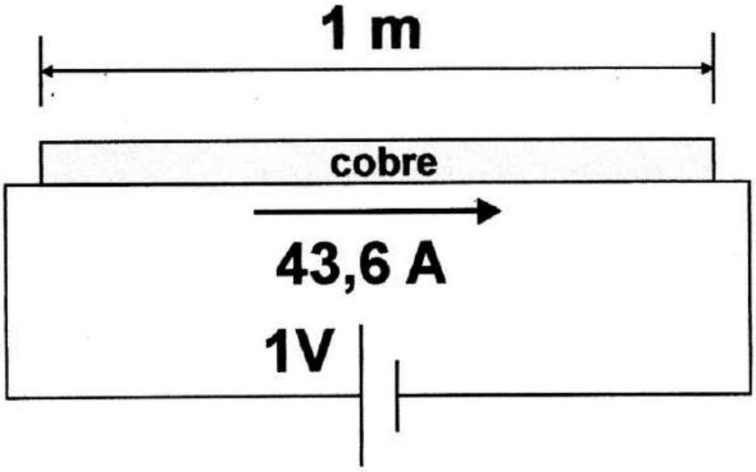
$S = 1\,mm^2 = 10^{-6}\,m^2$.

$n = 8,5\times10^{22}\,\frac{electrones}{cm^3} = 8,5\times10^{28}\,\frac{electrones}{m^3}$.

$J = 5\times10^{3}\,\frac{A}{m^2}$; $|e| = 1,6\times10^{-19}\,C/electrón$

$$v_d = \frac{5\times10^{3}\,A/m^2}{8,5\times10^{28}\,\frac{electrones}{m^3} \times 1,6\times10^{-19}\,C/electrón} = \boxed{0,37\times10^{-6}\,m/seg = V_d}$$

$$\boxed{ó\ 3,7\times10^{-7}\,m/sec = V_d}$$



densidad del cobre = 8960 kg / m3 = 8.96 g/cm3

masa molar del cobre = 63,54 g / mol

6,02 x 10exp23 átomos / mol = Nº Avogadro

Nº de átomos de Cu por cada m3

$$n = \frac{(6.02x10^{23} atoms / mole)(8.92x10^{3} kg / m^{3})}{63.5x10^{-3} kg / mole} = 8.46x10^{28} / m^{3}$$

La velocidad de desplazamiento depende del campo eléctrico aplicado. Por ejemplo, un hilo de cobre de 1 mm. de diámetro y un metro de longitud, al que se tiene aplicado 1 voltio, nos lleva a los siguientes resultados.

$$R = \frac{L}{\sigma A} = \frac{1m}{(5.9x10^{7} / \Omega m)(\pi .0005^{2} m^{2})} \cong 0.0216\Omega$$

$\pi \times (0{,}0005)^2 m^2$

Para un voltio aplicado, da una intensidad de 46.3 Amperios y una densidad de corriente

$$\cong 5.9x10^{7} A / m^{2}$$

$$v_d = \frac{J}{ne} = \frac{5.9x10^{7} A / m^{2}}{(8.46x10^{28} / m^{3})(1.6x10^{-19} C)} = 0.0043 m / s$$