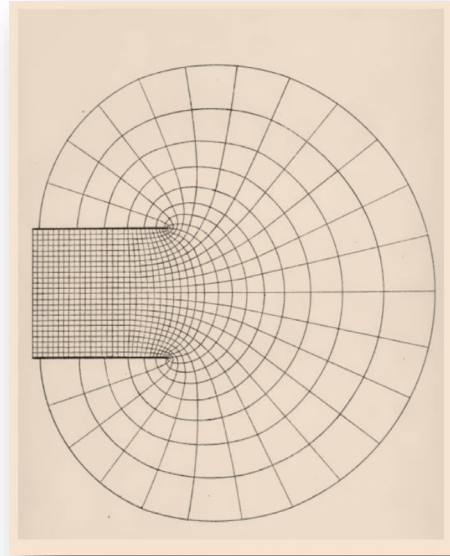


Placa limitada



$$C = \frac{Q}{V} \quad [C] = \frac{[Q]}{[V]}$$

Que en sistema
internacional és:

$$\frac{\text{Coulomb}}{\text{volt}} \equiv \text{Farad}$$

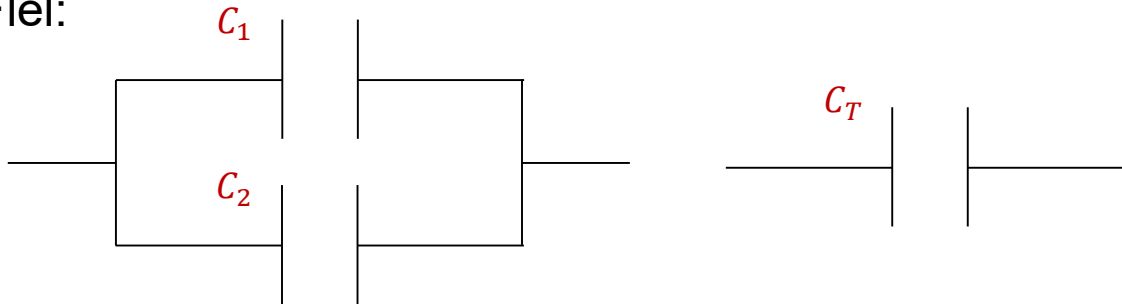
Quanta energia elèctrica emmagatzema un condensador?

Calcularem el treball que costa carregar-lo:

$$dW_{camp} = -dE_P = -Vdq \Rightarrow W = \int_0^Q Vdq = \int_0^Q \frac{q dq}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2$$

Combinació de condensadors plano-paral·lels

Paral·lel:



$$V_1 = V_2 \quad Q_T = Q_1 + Q_2$$

↓

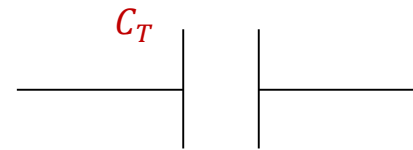
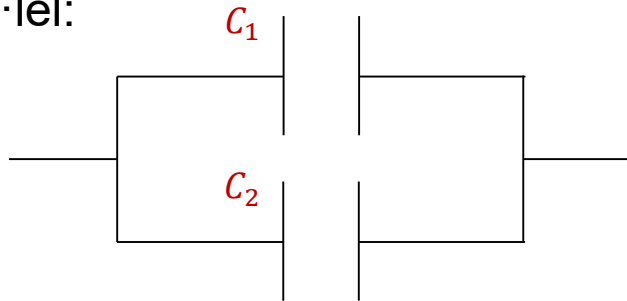
$$C_T V = C_1 V_1 + C_2 V_2$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C_T = \sum_i C_i$$

Combinació de condensadors plano-paral·lels

Paral·lel:



$$V_1 = V_2 \quad Q_T = Q_1 + Q_2$$

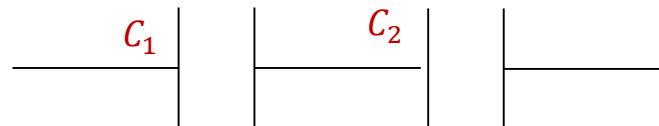
⇓

$$C_T V = C_1 V_1 + C_2 V_2$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C_T = \sum_i C_i$$

Sèrie:



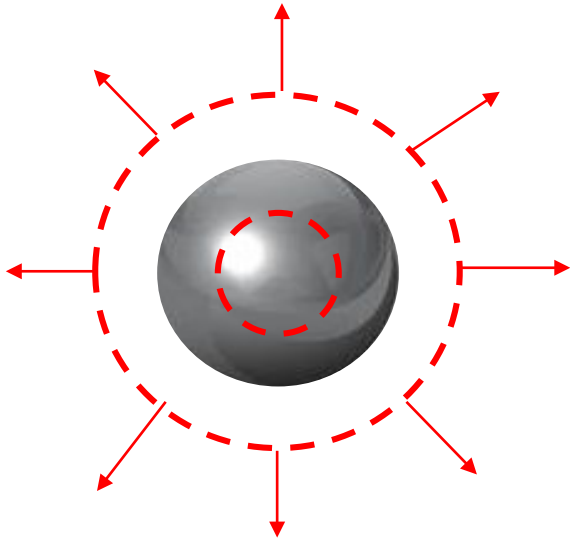
$$Q_1 = Q_2 \quad V_T = V_1 + V_2$$

⇓

$$\frac{Q}{C_T} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_T} = \sum_i \frac{1}{C_i}$$

Esfera (de radi R)

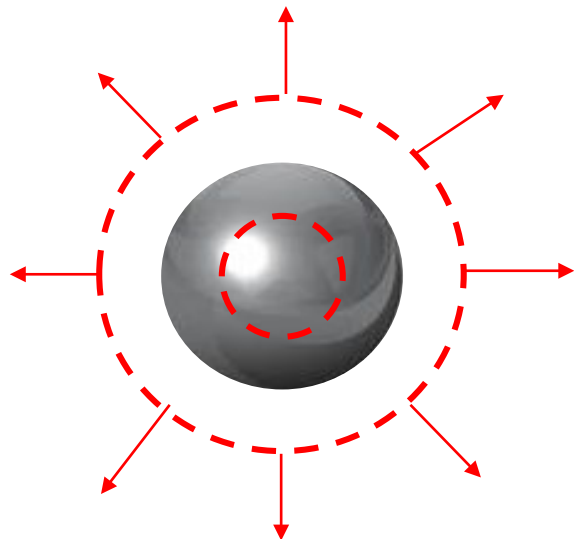


Exterior ($r > R$)
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = E 4\pi r^2 = 4\pi\kappa Q$$

Interior ($r < R$)
$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = E 4\pi r^2 = 0$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 4\pi\kappa Q_{int}$$

Esfera (de radi R)



Exterior ($r > R$) $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = E4\pi r^2 = 4\pi\kappa Q$

Interior ($r < R$) $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = E4\pi r^2 = 0$

$$\int_r^\infty E dr = - \int_r^\infty dV = -(V_\infty - V_r) = V_r$$

$$\int_r^R E dr = - \int_r^R dV = -(V_R - V_r) = 0$$

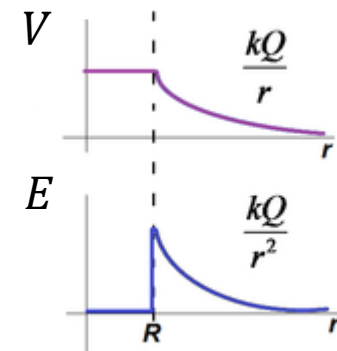
$$\boxed{\vec{E} \cdot d\vec{r} = -dV}$$

Exterior ($r > R$)

$$\vec{E} = \kappa \frac{Q}{r^2} \hat{r} \quad V = \kappa \frac{Q}{r}$$

Interior ($r < R$)

$$\vec{E} = 0 \quad V = \kappa \frac{Q}{R}$$

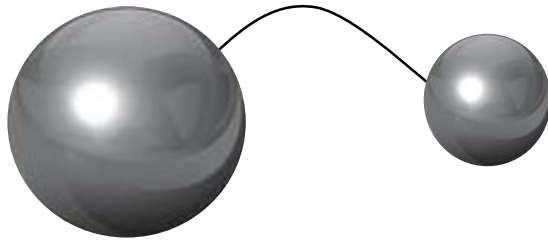


Llei de Coulomb per càrregues puntuals

Si connectem dues esferes carregades la càrrega total es repartirà fins que el potencial sigui el mateix en les dues



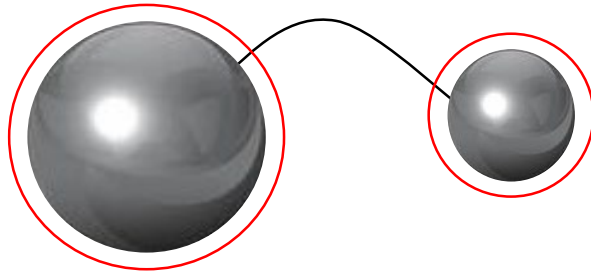
$$V_1 \quad V_2 \quad Q_1 \quad Q_2$$



$$V'_1 = V'_2$$

$$Q'_1 + Q'_2 = Q_1 + Q_2$$

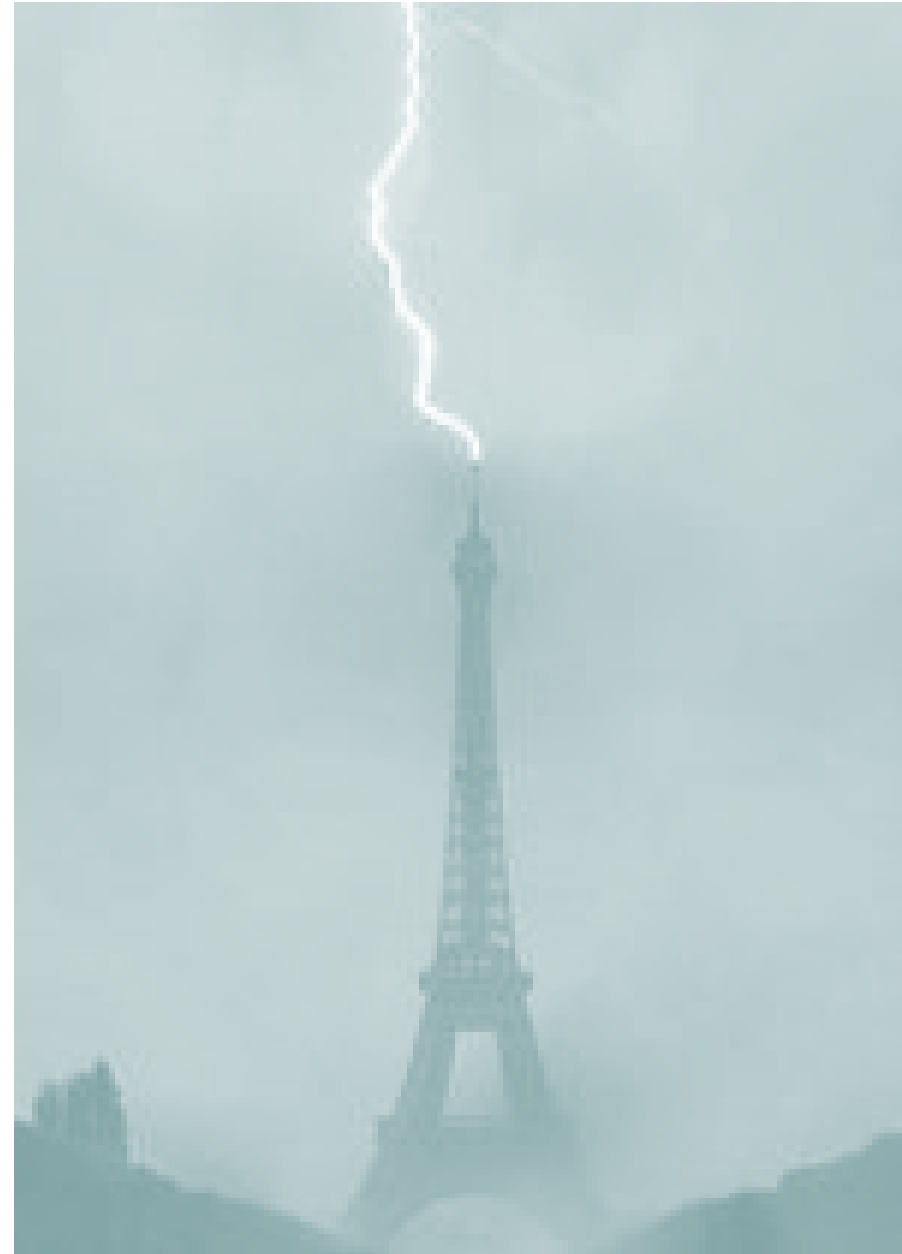
Quant val el camp elèctric a la superfície?



$$V'_i = \kappa \frac{Q'_i}{R_i} = V$$

$$E'_i = \kappa \frac{Q'_i}{R_i^2} = \kappa \frac{4\pi R_i^2 \sigma'_i}{R_i^2} = 4\pi\kappa\sigma'_i$$

$$\sigma'_i = \frac{Q'_i}{4\pi R_i^2} = \frac{VR_i}{4\pi R_i^2 \kappa} \propto \frac{1}{R_i}$$



2. Corrent elèctric

2.1 Intensitat i resistència

2.2 Llei d'Ohm

2.3 Aparells de mesura

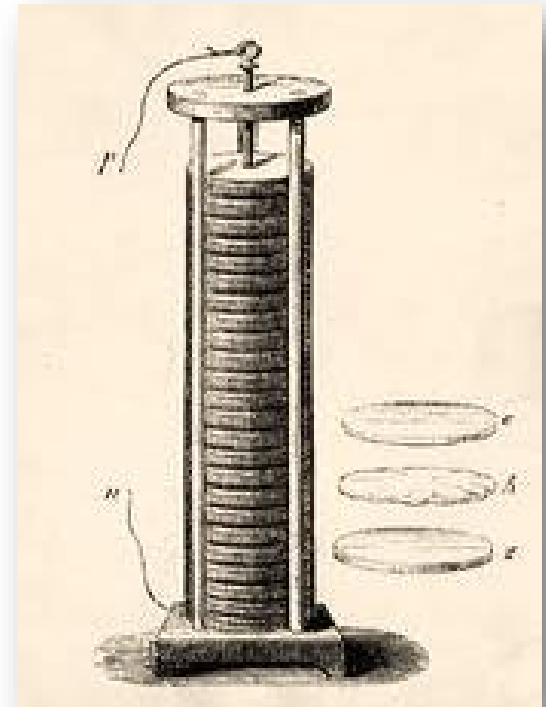
2.4 Energia i potència en circuits. Lleis de Kirchhoff

- Electrostàtica
- Corrent elèctric [pila de Volta, 1800]

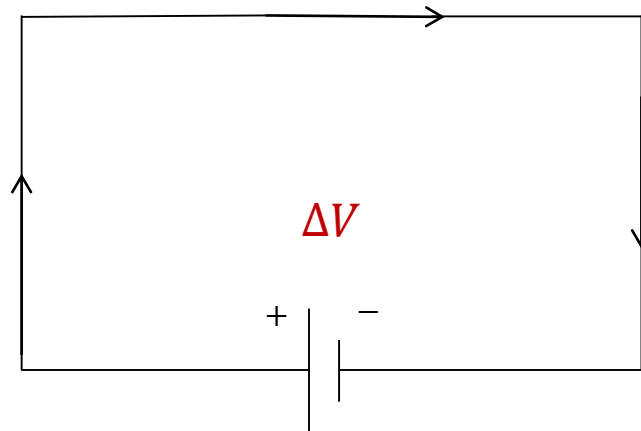


Llei d'Ohm, 1827

$$\Delta V = RI$$



Corrent elèctric



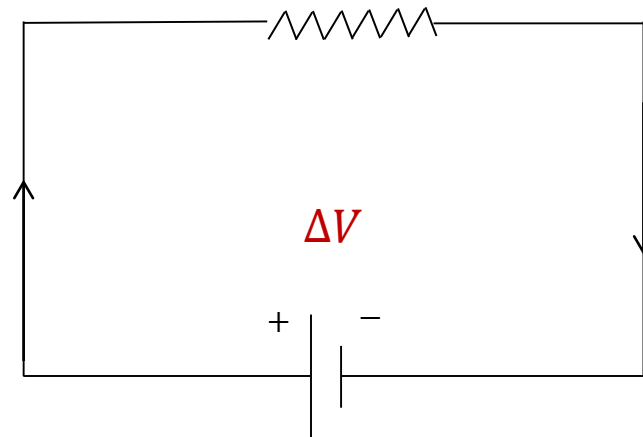
Diferència de potencial

Intensitat de corrent elèctric

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{dQ}{dt}$$

Corrent elèctric

Resistència elèctrica R



Diferència de potencial

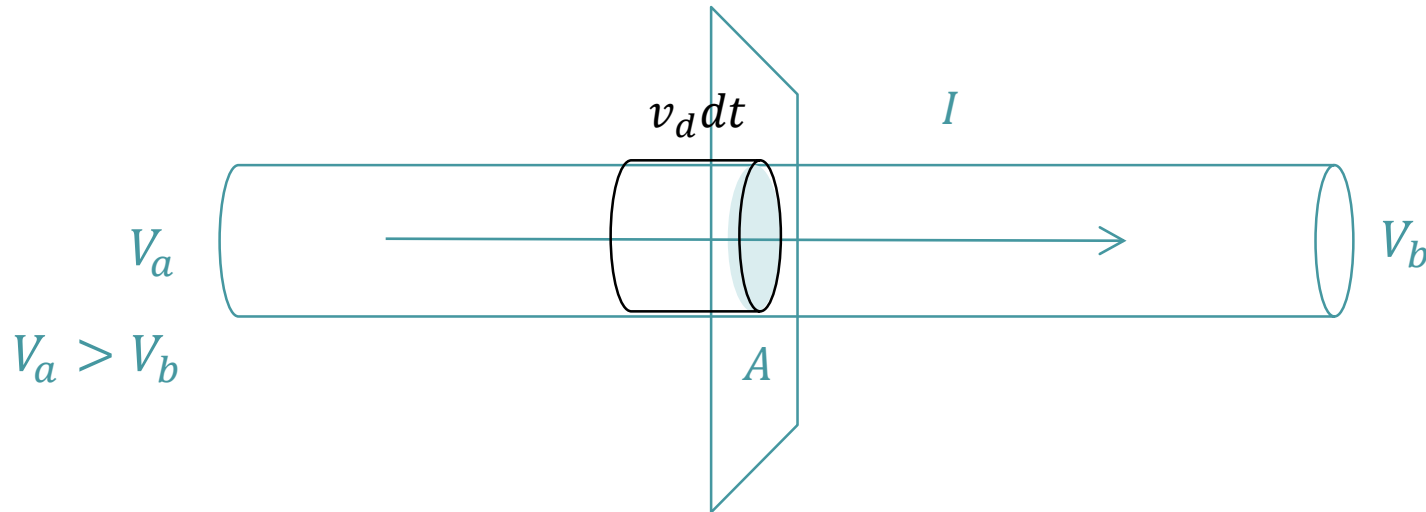
Intensitat de corrent elèctric

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{dQ}{dt}$$

Llei d'Ohm

$$\Delta V = RI$$

Corrent elèctric



Intensitat de corrent elèctric

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \frac{dQ}{dt} \quad \frac{\text{Coul}}{\text{s}} \equiv \text{Ampère}$$

Velocitat de deriva \vec{v}_d

No confondre amb la velocitat del senyal, que és de l'ordre de la velocitat de la llum en el medi. La velocitat de deriva pot ser més de deu ordres de magnitud inferior.

$$I = \frac{v_d dt A n q}{dt} = n q v_d A$$

{ n el nombre de portadors per unitat de volum
 q la càrrega d'un portador

Densitat de corrent

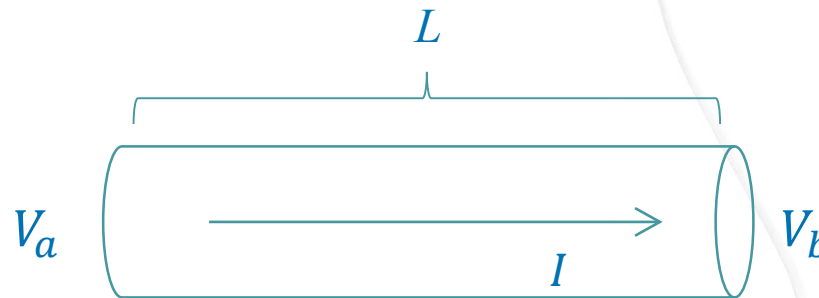
Hipòtesi óhmica : $\vec{v}_d \equiv \mu \vec{E}$

$$\vec{J} = \frac{\vec{I}}{A} = nq\vec{v}_d = nq\mu\vec{E} = \sigma\vec{E}$$

σ és la **conductivitat**
 μ és la **mobilitat**

[$\rho = 1/\sigma$ és la **resistivitat**]
 [$\sigma = nq\mu$]

Llei d'Ohm



Si el camp és uniforme

$$\vec{E} \cdot d\vec{r} = -dV$$

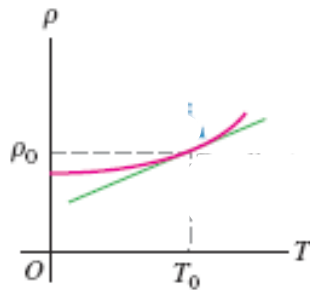
$$V_a - V_b = \Delta V = EL$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = \frac{\Delta V}{E\sigma A} = \frac{\Delta V}{I}$$

$$\Delta V = RI$$

$$[R] = \frac{[V]}{[I]} \Rightarrow \frac{\text{volt}}{\text{Ampère}} = \frac{\text{v} \cdot \text{s}}{\text{C}} \equiv \Omega$$

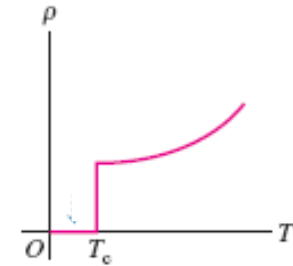
Resistivitat



Conductor



Semiconductor



Superconductor

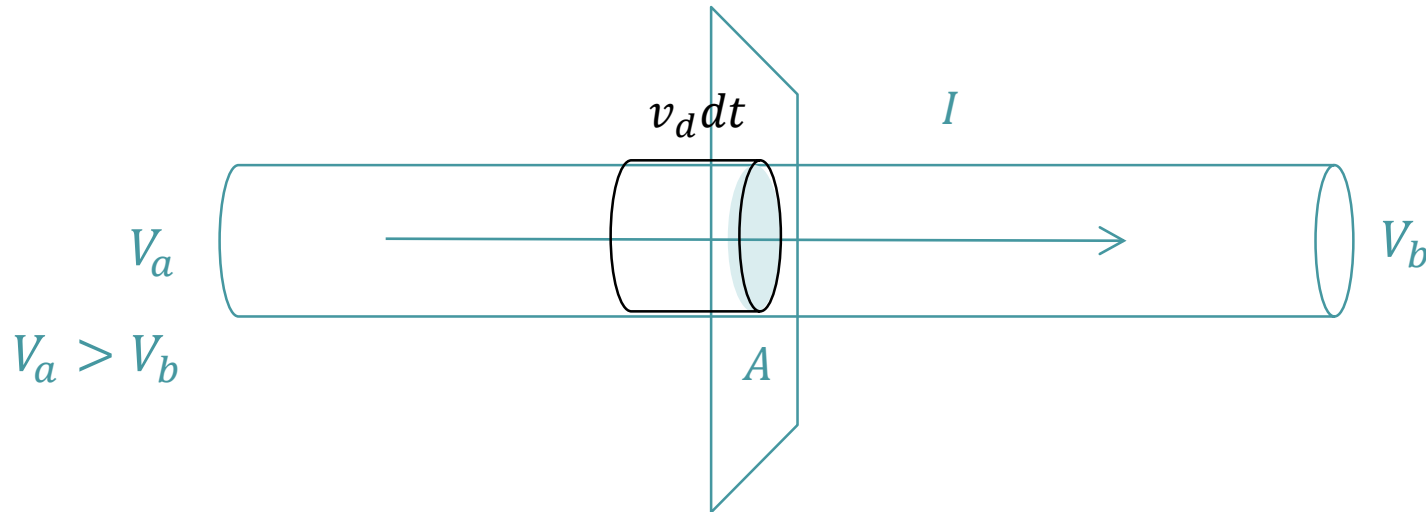
material	ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)
Plata	$1,47 \cdot 10^{-8}$
Coure	$1,72 \cdot 10^{-8}$
Or	$2,44 \cdot 10^{-8}$
Alumini	$2,75 \cdot 10^{-8}$
Tungstè	$5,25 \cdot 10^{-8}$
Acer	$20 \cdot 10^{-8}$
Plom	$22 \cdot 10^{-8}$

material	ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)
Grafit	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Germani	0,6
Silici	2300
Fusta	$100 \cdot 10^{11}$

dades a $T=20^\circ\text{C}$

En els aïllants la resistivitat és molt alta, com passa amb la fusta, i augmenta amb la temperatura, com en els conductors.

Corrent elèctric



Velocitat de deriva $\vec{v}_d = \mu \vec{E} \Rightarrow I = \frac{v_d dt Anq}{dt} = nq v_d A$

Exemple numèric [Cu]

{	$n = 8,47 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$	{	$v_d = \frac{I}{Anq} \approx 1,88 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	{	$2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	Velocitat de la llum (en el coure)
	$r = 0,5 \text{ mm}$					
	$I = 2 \text{ Ampères}$					