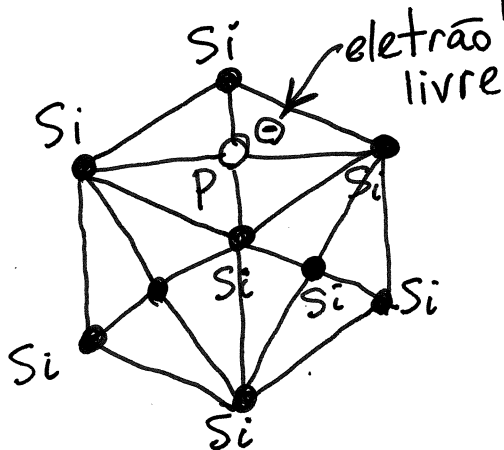


Semicondutor tipo N



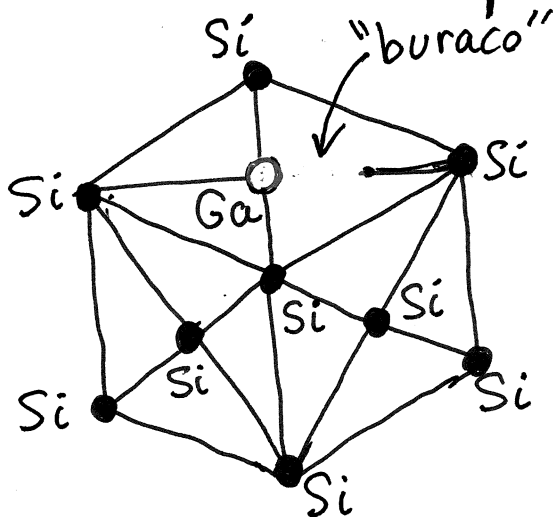
Impurezas de fósforo ou arsênio

P_{15} } valência 5
 As_{33} }

4 dos elétrons de valência ligados aos quatro vizinhos, ficando um elétron livre

⇒ cargas de condução negativas

Semicondutor tipo P



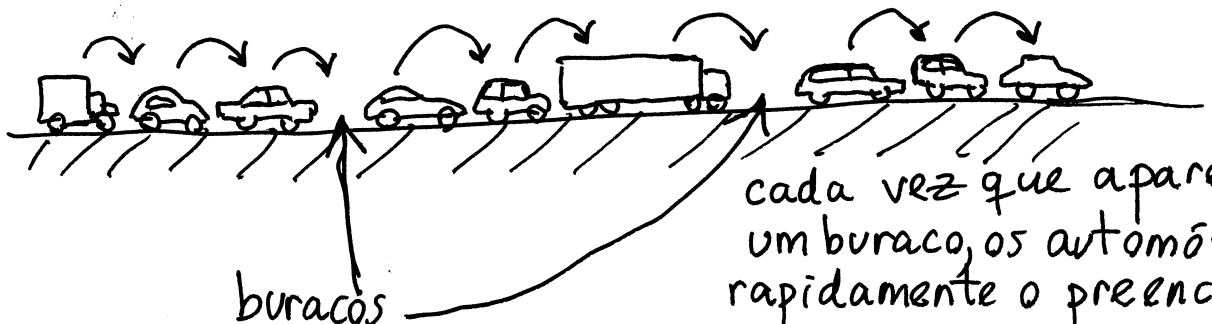
Impurezas de gálio ou índio

Ga_{31} } valência 3
 In_{49} }

os 3 elétrons de valência ligam-se a 3 vizinhos, deixando um dos vizinhos com um lugar livre para um elétron (buraco).

⇒ cargas de condução positivas (buracos)

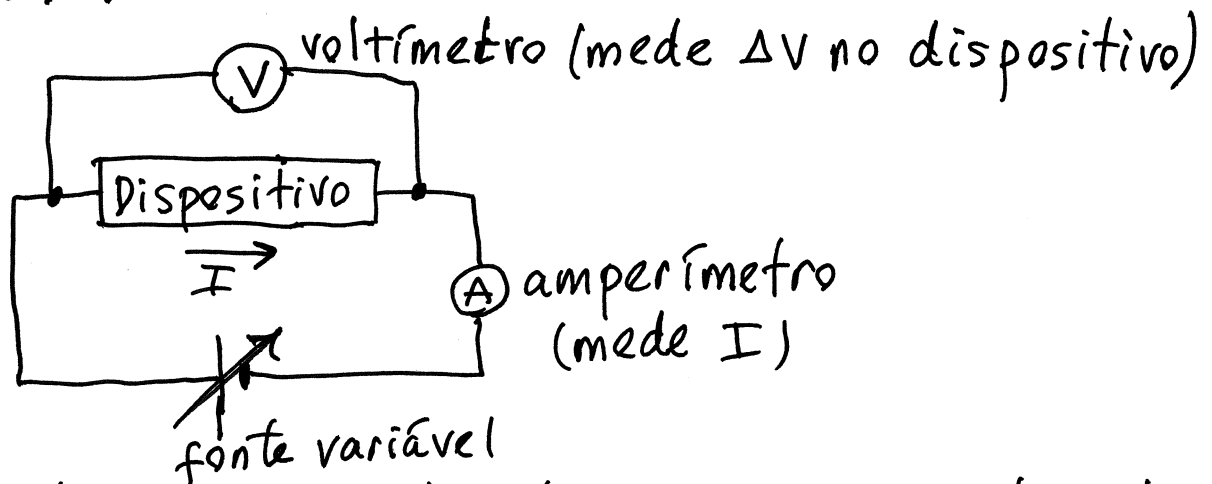
Analogia mecânica:



cada vez que aparece um buraco, os automóveis rapidamente o preenchem

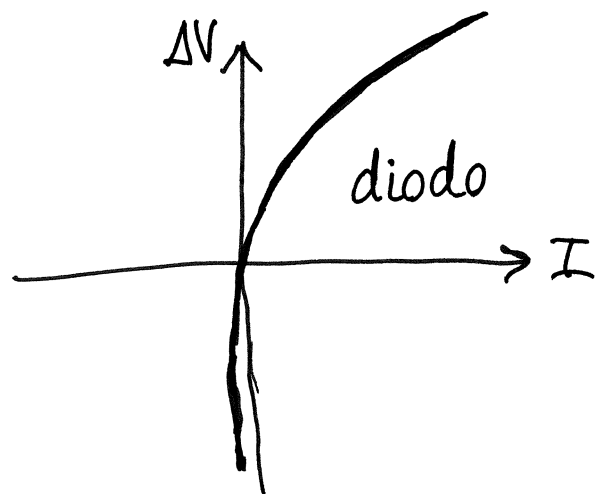
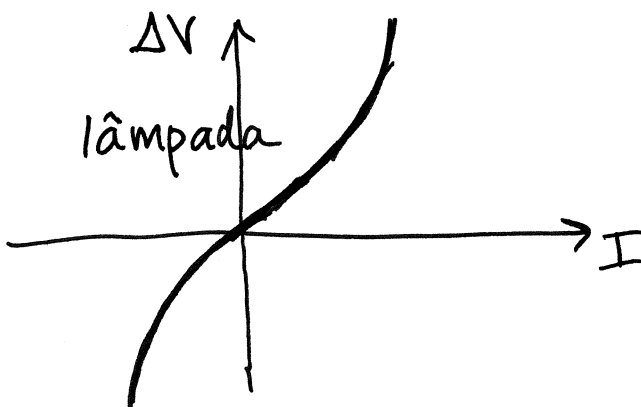
Não vemos os automóveis a andar muito, mas vemos buracos que passam rapidamente para a esquerda.

CURVAS CARACTERÍSTICAS



Qualquer dispositivo tem uma curva característica, que relaciona a voltagem (ΔV) com a corrente (I). Se o dispositivo for passivo, quando $\Delta V = 0$, a corrente I também é nula, e trocando os terminais da fonte, ΔV e I mudam ambos de sinal.

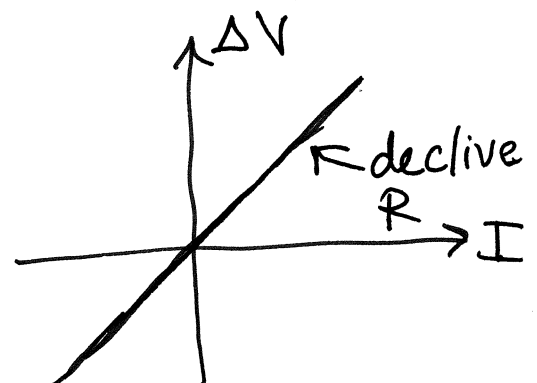
Alguns exemplos:



LEI DE OHM

Alguns condutores (metais, grafite, ...) apresentam uma curva característica reta:

$$\Delta V = R I \quad \text{lei de Ohm}$$




O declive, R , chama-se **resistência** (em inglês, resistance).

Unidade SI de resistência: $1\Omega = 1 \frac{V}{A}$ (ohm)

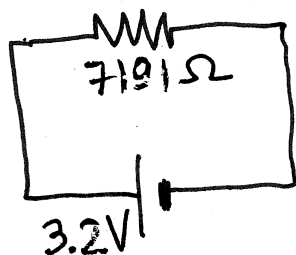
O condutor que verifica a lei de Ohm, chama-se ohmico, ou, simplesmente, "resistência" (em inglês, resistor)

A potência dissipada (em calor) numa resistência é:

$$P = I \Delta V = I(RI) = RI^2 = \frac{\Delta V^2}{R}$$

O símbolo usado nos circuitos para as resistências é .

Exemplo:



A voltagem na resistência é:

$$\Delta V = 3.2 \text{ V}$$

$$\Rightarrow I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{3.2}{7191} \text{ A} = 0.445 \text{ mA}$$

(de esquerda para direita)

$$P = \frac{3.2^2}{7191} \text{ W} = 1.424 \text{ mW}$$

RESISTIVIDADE

A lei de Ohm é consequência da existência de forças dissipativas (sobre os eletrões de condução) diretamente proporcionais à velocidade.

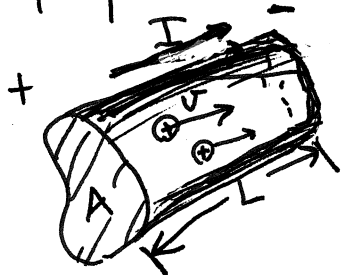
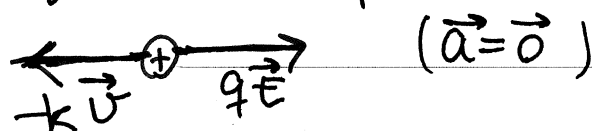


diagrama de forças:



$$\Rightarrow k v = q E \Rightarrow v = \frac{q}{k} E$$

Num intervalo Δt , a nuvem de cargas de condução desloca-se: $\Delta s = v \Delta t$ (v constante)

$$\Rightarrow \Delta Q = \text{carga por unidade de volume} \times \text{volume da nuvem que passa por A.}$$

Se houver n cargas de condução por unidade de volume,

$$\Delta Q = (nq) \times (A \Delta s) = nqA v \Delta t = \left(\frac{nq^2}{k} \right) A E \Delta t$$

$$\Delta V = E \times L = \left(\frac{k}{nq^2} \right) \frac{L}{A} \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

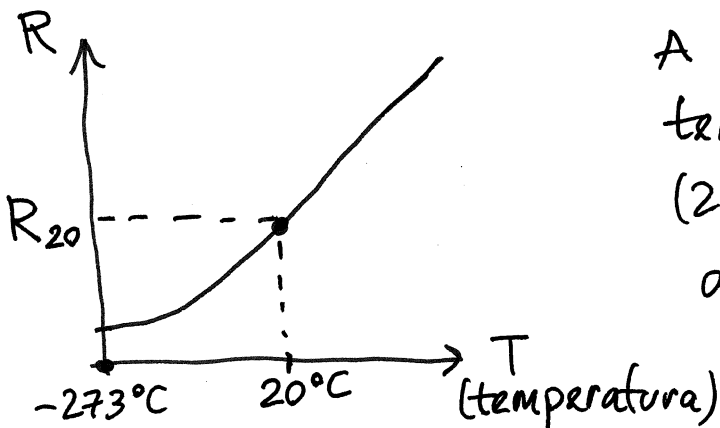
O termo entre parêntesis é uma propriedade de cada material, chamada **resistividade** (ρ). $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ é a corrente I .

$$\Rightarrow \Delta V = R I, \text{ onde } \boxed{R = \rho \frac{L}{A}}$$

RESISTÊNCIA E TEMPERATURA

O aumento da temperatura implica maior vibração das moléculas e, portanto, forças dissipativas maiores.

$\Rightarrow k$ aumenta com $T \Rightarrow \rho$ aumenta $\Rightarrow R$ aumenta.



A temperaturas próximas de temperatura de referência (20°C), é suficiente usar uma aproximação linear:

$$\boxed{R(T) = R_{20} (1 + \alpha_{20} (T - 20))}$$

em que o **coeficiente de temperatura**, α_{20} , é uma constante com unidades de $^\circ\text{C}^{-1}$, que depende do material e pode ser medida experimentalmente. Observe-se que o declive da reta é $R_{20}\alpha_{20}$, e não α_{20} . Por isso, o valor de α depende da temperatura usada como referência.