

# Física

Licenciatura em Engenharia Informática

Susana Sério

Aula 12

# Sumário

- ✓ Carga eléctrica.
- ✓ Formas de electrização
- ✓ Condutores, isoladores, semicondutores

## Carga eléctrica-propriedades

- ✓ Na Natureza existem **cargas eléctricas positivas e negativas**
- ✓ Cargas de **sinal contrário atraem-se** e cargas do **mesmo sinal repelem-se**
- ✓ A **partícula elementar de carga negativa é o electrão**. Na Natureza só existem cargas de valor múltiplo ( $n=1, 2, 3\dots$ ) da carga do electrão
- ✓ A **partícula elementar de carga eléctrica positiva é o positrão** (anti-partícula do electrão).

## Carga eléctrica-propriedades

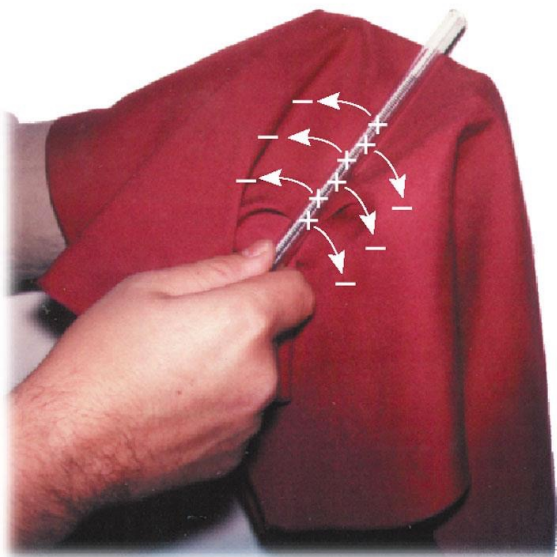
- ✓ Os **protões** (não são partículas elementares). São as cargas positivas constituintes do núcleo atómico
- ✓ Os **protões têm carga eléctrica positiva igual à do electrão**.
- ✓ Na Natureza a **matéria é electricamente neutra**. Significa que há tantas cargas positivas como negativas.
- ✓ Na Natureza os **materiais podem ficar electricamente carregados ganhando ou perdendo electrões**

## Carga eléctrica-propriedades

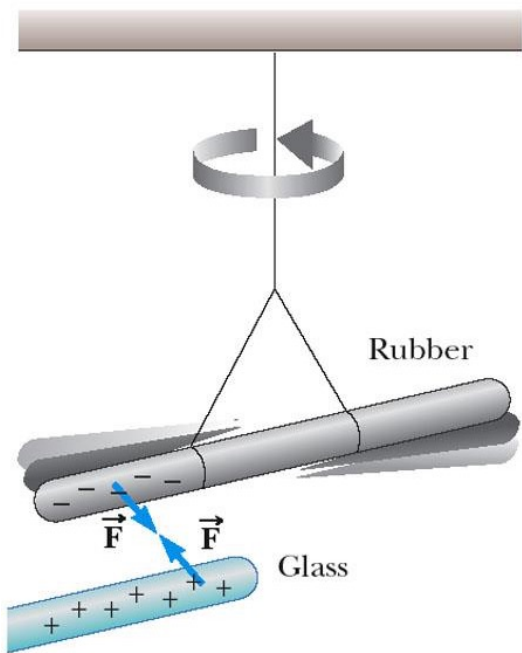
- ✓ Na Natureza a **carga eléctrica total é sempre conservada**. Quando criamos ou destruirmos uma partícula com uma dada carga eléctrica, temos que em simultâneo criar ou destruir uma carga eléctrica igual, mas de sinal contrário
- ✓ A **carga eléctrica do electrão vale  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$**  e é a carga elementar
- ✓ A unidade de carga eléctrica é o Coulomb (C)

# Formas de electrização dos materiais

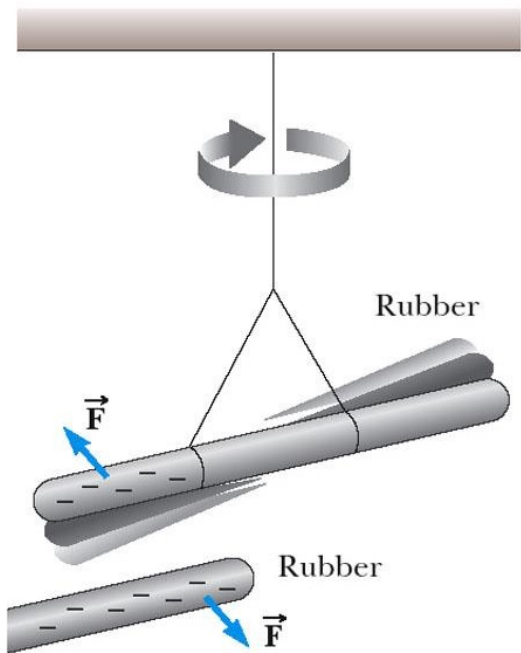
## 1- Fricção



© 2006 Brooks/Cole - Thomson



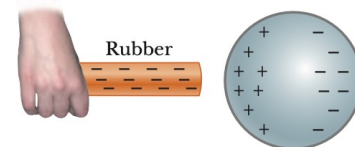
© 2006 Brooks/Cole - Thomson



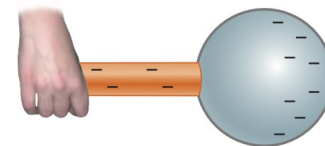
# Formas de electrização dos materiais

## 2- Condução

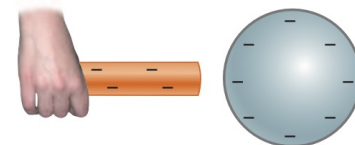
- ✓ Um corpo previamente carregado é colocado em contacto com o objecto que queremos carregar (a esfera).
- ✓ Alguns electrões passam da barra para a esfera. Quando a barra é retirada alguma carga eléctrica permanece na esfera.
- ✓ O objecto que é carregado fica com carga de igual sinal ao que efectua a carga.
- ✓ Em todo o processo são sempre os electrões que se deslocam e não as cargas positivas. Porquê?



(a) Before



(b) Contact



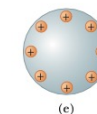
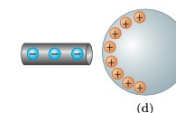
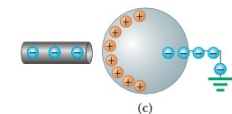
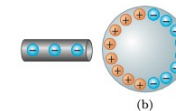
(c) After breaking contact

**Figure 15.3** Charging a metallic object by conduction. (a) Just before contact, the negative rod repels the sphere's electrons, inducing a localized positive charge. (b) After contact, electrons from the rod flow onto the sphere, neutralizing the local positive charges. (c) When the rod is removed, the sphere is left with a negative charge.

# Formas de electrização dos materiais

## 3- Indução

- ✓ Um corpo carregado (-) é colocado na proximidade daquele que queremos carregar com carga de sinal contrário (a esfera)
- ✓ Os electrões da esfera, que estava electricamente neutra ( $n^{\circ}$  de cargas + igual ao  $n^{\circ}$  de cargas -), são repelidos pela barra carregada
- ✓ A esfera é ligada à terra havendo escoamento dos e- para a terra
- ✓ Retira-se a barra e o objecto fica carregado com carga +, que rapidamente se distribui uniformemente por toda a esfera



**Figure 15.4** Charging a metallic object by induction. (a) A neutral metallic sphere with equal numbers of positive and negative charges. (b) The charge on a neutral metal sphere is redistributed when a charged rubber rod is placed near the sphere. (c) When the sphere is grounded, some of the electrons leave it through the ground wire. (d) When the ground connection is removed, the nonuniformly charged sphere is left with excess positive charge. (e) When the rubber rod is moved away, the charges on the sphere redistribute themselves until the sphere's surface becomes uniformly charged.

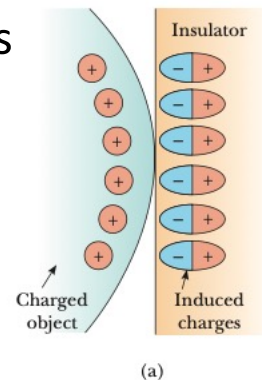


# Formas de electrização dos materiais

## 4- Polarização

No estado neutro, os átomos e moléculas têm igual nº de cargas positivas e negativas. Em muitos casos esta distribuição tem simetria esférica, ou seja é como se toda a carga estivesse concentrada no centro da esfera. O centro das cargas + e – coincide.

Na presença de cargas eléctricas exteriores estes centros podem afastar-se ligeiramente. Daqui resulta a existência de uma carga efectiva positiva de um dos lados e negativa no lado oposto



**Este fenómeno é conhecido como polarização.** A esfera é ligada à terra havendo escoamento das cargas positivas (são os e- da terra que neutralizam as cargas + )

Retira-se a barra e o objecto fica carregado com carga contrária



**Figure 15.5** (a) The charged object on the left induces charges on the surface of an insulator. (b) A charged comb attracts bits of paper because charges are displaced in the paper.

©1988 Fundamental Photographs

# Características dos materiais

## 1. Condutores

- ✓ Materiais condutores são todos os materiais em que as **cargas eléctricas se podem movimentar de forma praticamente livre**.
- ✓ A maior parte dos **metais são bons condutores**
- ✓ A **carga eléctrica não se conserva numa dada zona**. Quando uma região do condutor se encontra carregada electricamente a carga distribui-se uniformemente por todo o volume do condutor. Esta distribuição é muito rápida.

# Características dos materiais

## 2. Isoladores

- ✓ Materiais isoladores são todos os materiais em que as **cargas eléctricas não se podem deslocar livremente**.
- ✓ Exemplos de materiais isoladores são: **o plástico, a borracha, o vidro, a lã**
- ✓ A **carga eléctrica conserva-se numa dada zona**. Quando uma região do material se encontra carregada electricamente a carga não se distribui pelo material, mas conserva-se nessa zona.

# Características dos materiais

## 3. Semicondutores

- ✓ Os materiais semicondutores são todos os materiais com características que se situam, do ponto de vista de condução da carga eléctrica, entre os condutores e os isoladores.
- ✓ Exemplos de materiais semicondutores são: o silício e o germânio
- ✓ Esta característica confere aos semicondutores particularidades próprias, o que os torna muito especiais e com aplicações práticas muito relevantes.

# Condutores, Isoladores e Semicondutores

- ✓ Nos gases os átomos estão livres – os níveis de energia encontram-se bem separados uns dos outros, níveis discretos, correspondendo aos níveis de energia atómicos

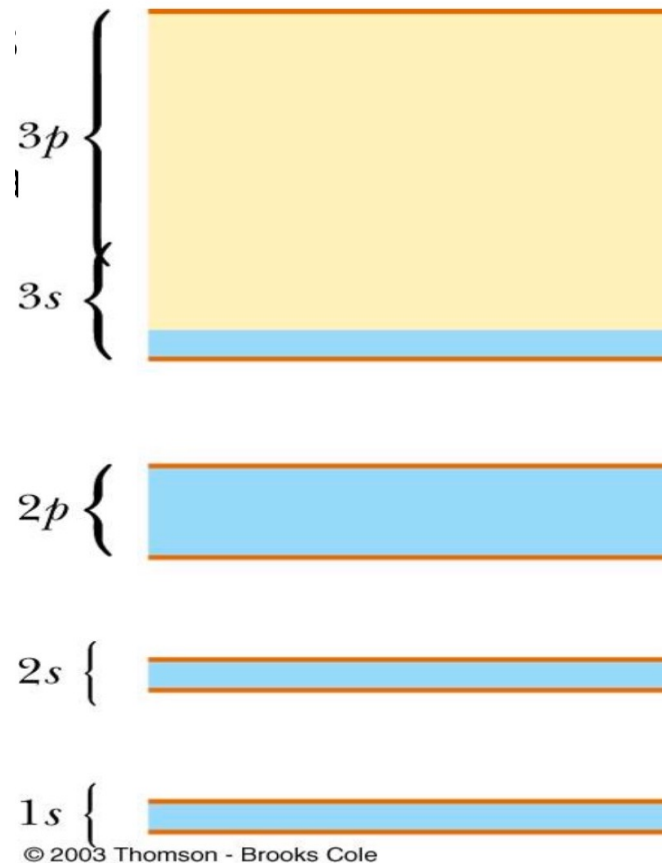


- ✓ Em condições normais os átomos estão no estado fundamental, o que corresponde aos electrões ocuparem os níveis de energia mais baixa.



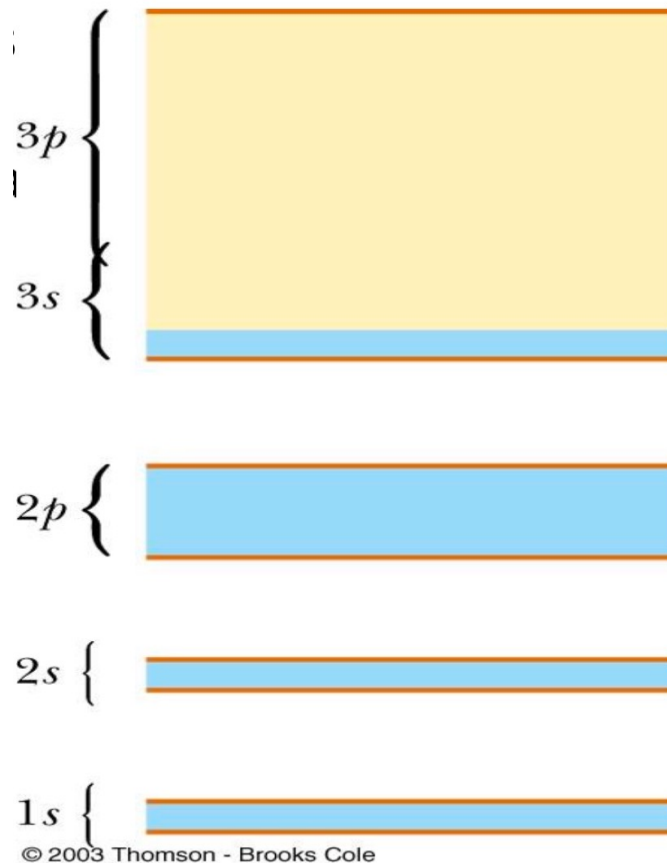
## Bandas de energia nos Sólidos

- ✓ Nos **sólidos** – os níveis de energia discretos que existiam nos átomos isolados ficam alargados devido à interacção entre os átomos e constituem **bandas de energia** separadas umas das outras por “gaps”
- ✓ Esta separação e a distribuição dos electrões nas bandas mais elevadas determina se um sólido é um isolador, condutor ou semiconductor



## Bandas de energia nos Sólidos

- ✓ O **azul** representa as bandas de energia ocupadas pelos electrões quando os átomos estão no **estado fundamental**
- ✓ O **amarelo** as bandas de energias que estão vazias
- ✓ O **branco** representa os **gaps de energia**, os electrões só podem ter energia correspondente às bandas. Não podem ocupar estados entre os gaps.



# Bandas de energia nos Sólidos

- ✓ A **banda de valência** é a banda preenchida de energia mais elevada
- ✓ A **banda de condução** é a banda vazia imediatamente a seguir



© 2003 Thomson - Brooks Cole



# Condutores

- ✓ Sempre que uma energia é transferida para o condutor, pode ser uma ddp, os electrões ganham energia e saltam para as bandas não ocupadas.
- ✓ Esta energia é muito pequena  $< 0.1 \text{ eV}$



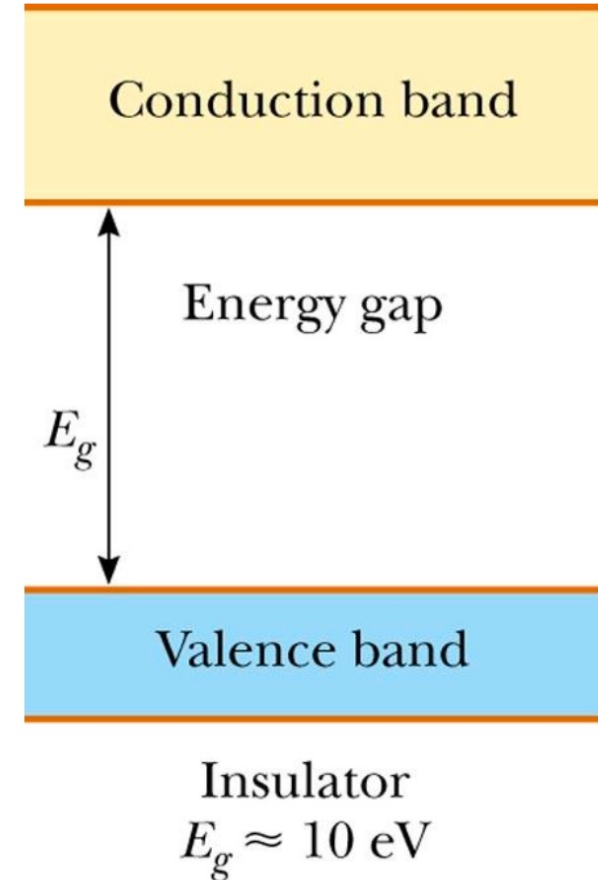
Metal

(a)

© 2003 Thomson - Brooks Cole

## Isoladores

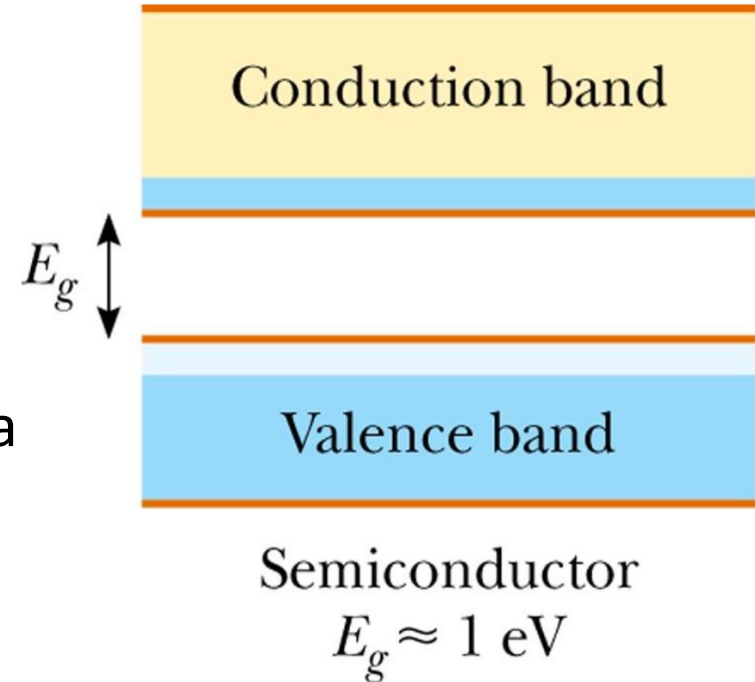
- ✓ A banda de valência está completamente cheia de electrões.
- ✓ O gap de energia entre as bandas é muito elevado nestes materiais  $\approx 10$  eV.
- ✓ É necessária uma energia superior a este valor ( $> 10$  eV) para que os electrões possam transitar para essa banda.



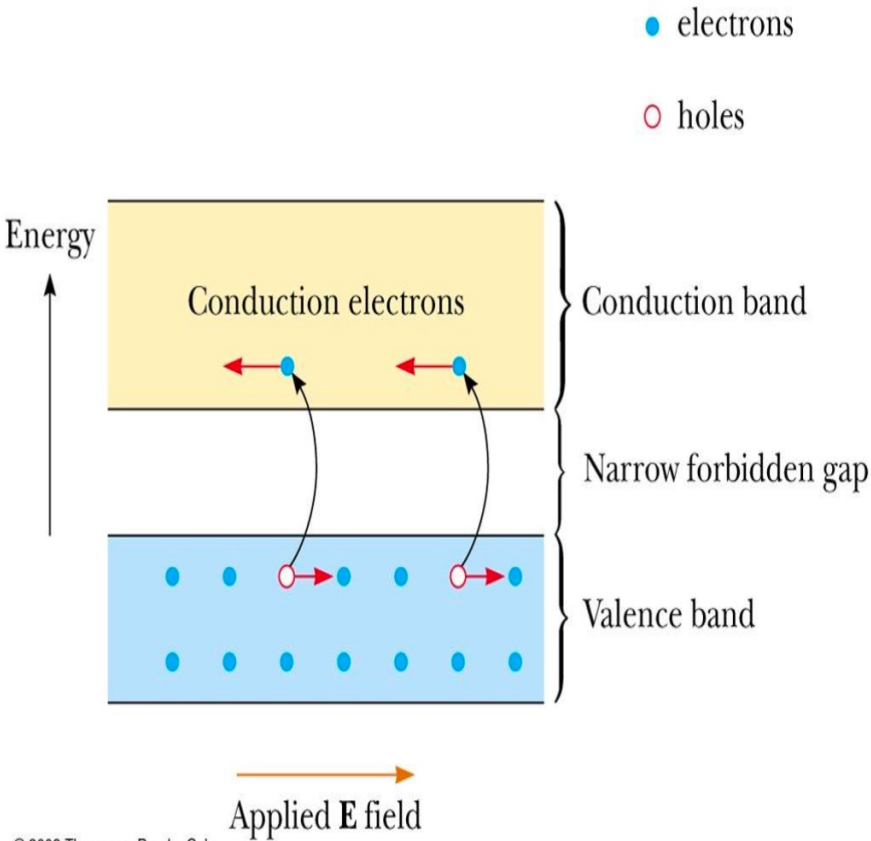
# Semicondutores

Um **semicondutor** tem um pequeno **gap** entre as duas bandas,  $\approx 1 \text{ eV}$ .

Os electrões excitados termicamente têm energia suficiente para saltarem a barreira de energia



# Movimento das cargas num semiconductor



© 2003 Thomson - Brooks Cole