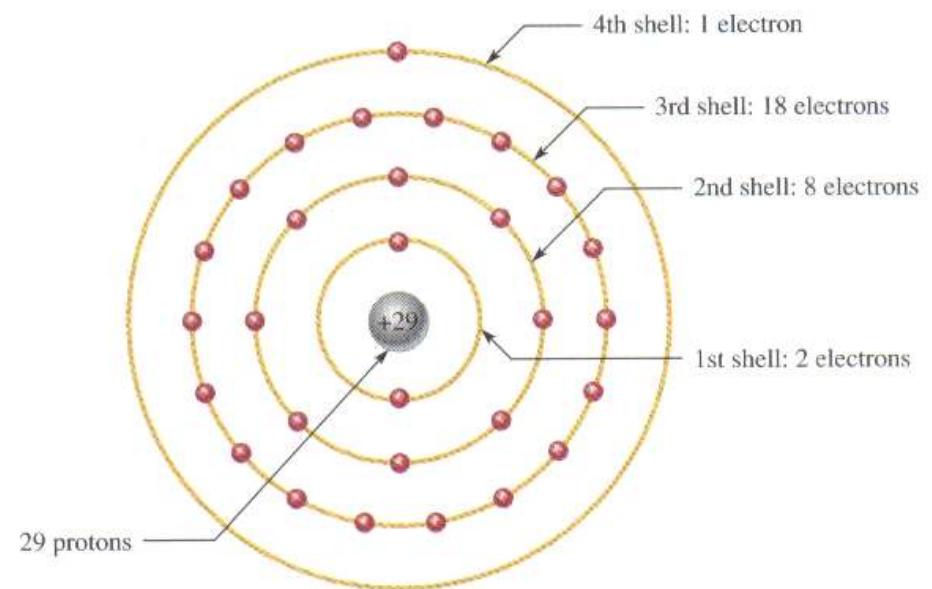
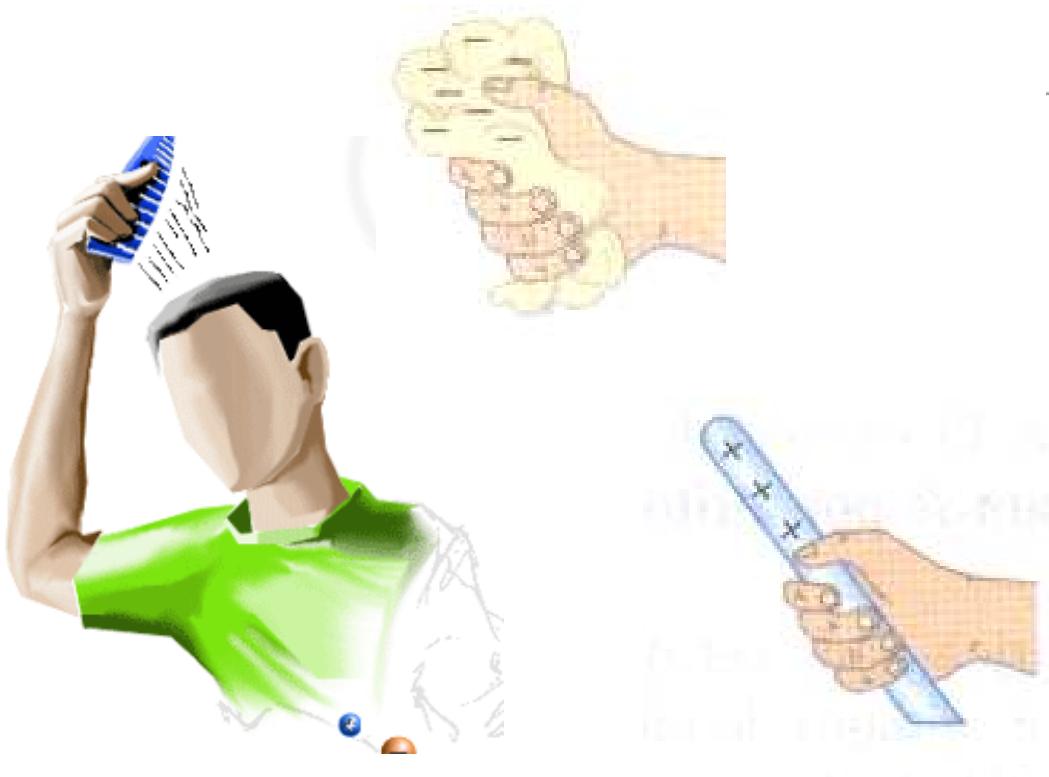


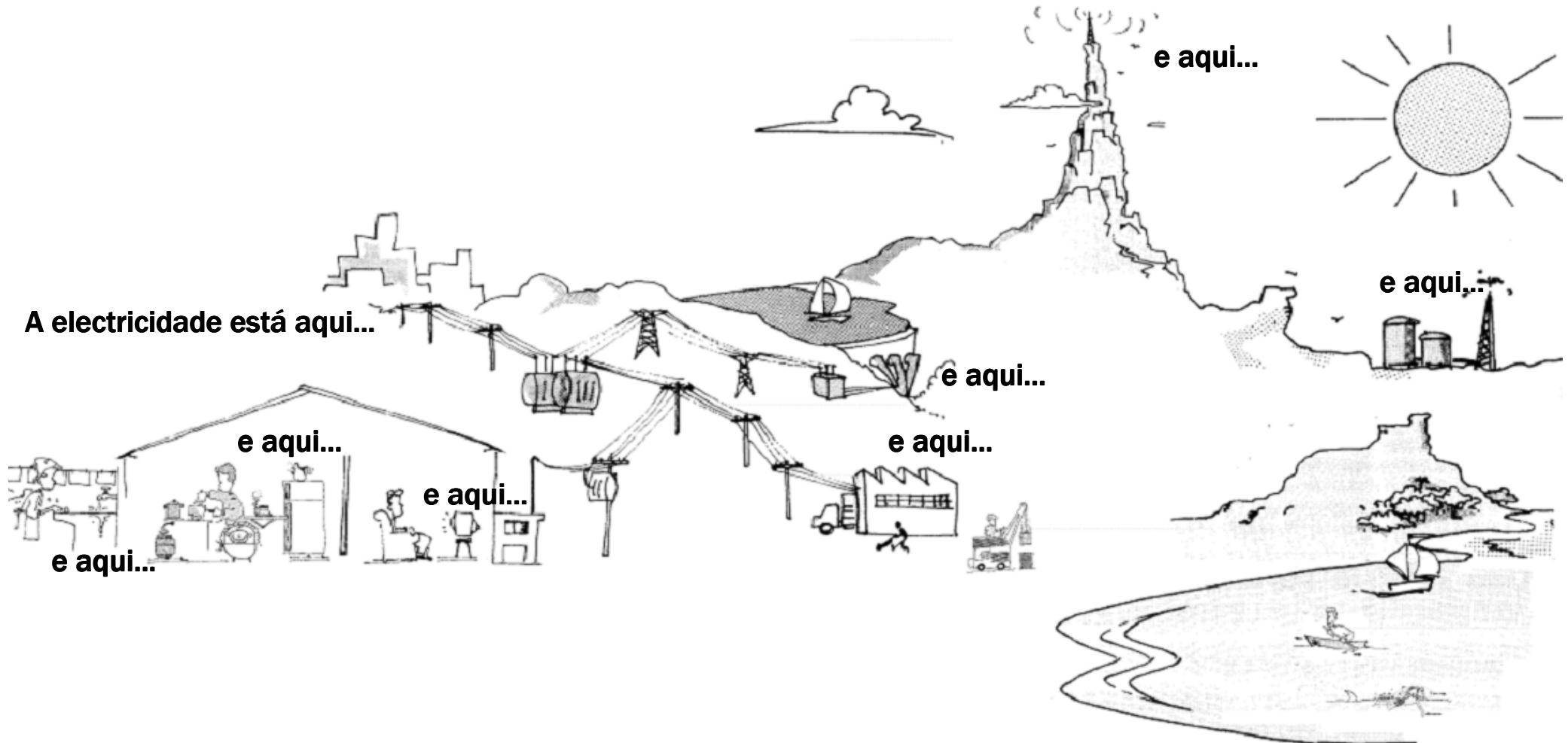
Electricidade

Capítulo 1. Condução Eléctrica



Pedro Guimarães . 2010. psg@isep.ipp.pt

• Onde está a electricidade ?



■ Áreas da física

■ Óptica

- Tudo que se relaciona com a Luz

■ Acústica

- Tudo o que se relaciona com o Som

■ Termodinâmica

- Tudo o que se relaciona com o calor

■ Electricidade

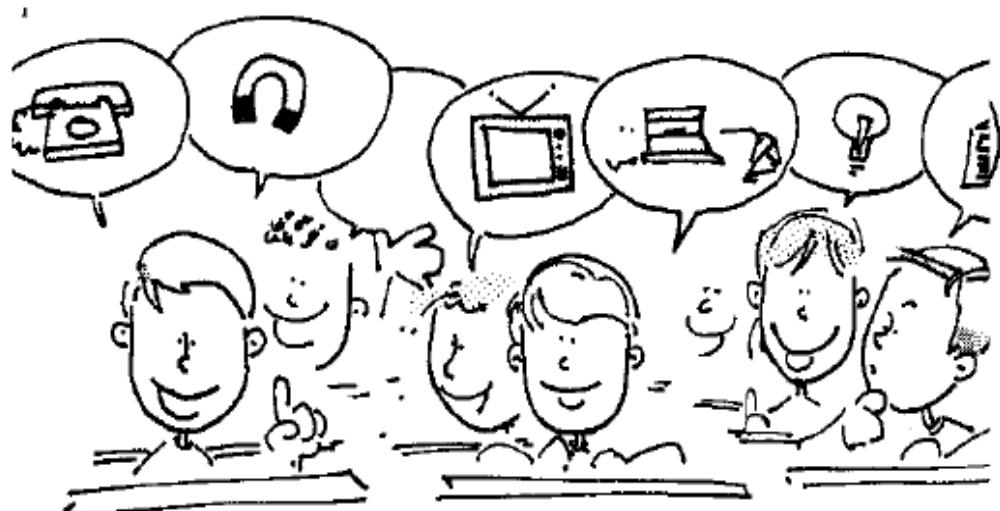
- Tudo o que se relaciona com as propriedades eléctricas da matéria

■ Mecânica

- Tudo o que se relaciona com o movimento

■ Electricidade

- São **fenómenos eléctricos** todos aqueles que envolvem **cargas eléctricas** em repouso ou em movimento. As cargas em movimento são normalmente electrões
 - **Electrostática** (cargas eléctricas em repouso)
 - **Electrodinâmica** (cargas eléctricas em movimento)
- A importância da electricidade advém da possibilidade de **transformar** energia eléctrica noutra forma de energia:
 - **Mecânica**
 - **Térmica**
 - **Luminosa**



■ Átomo

- Todos os corpos são formados por átomos

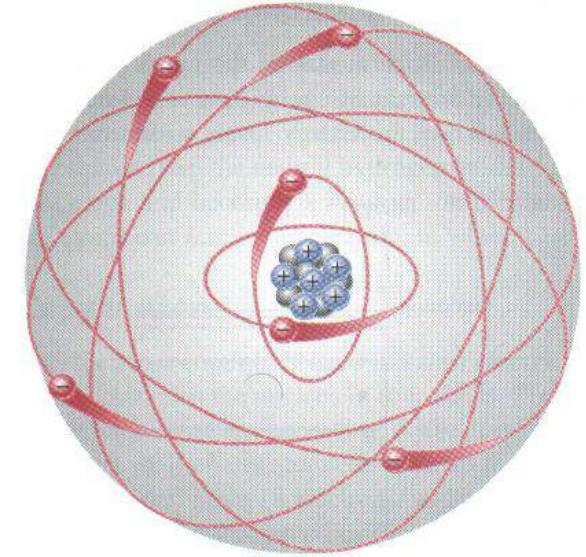
- Partículas elementares

- Electrões \ Protões \ Neutrões

- Regiões do átomo

- Núcleo (Protões e neutrões fortemente coesos)

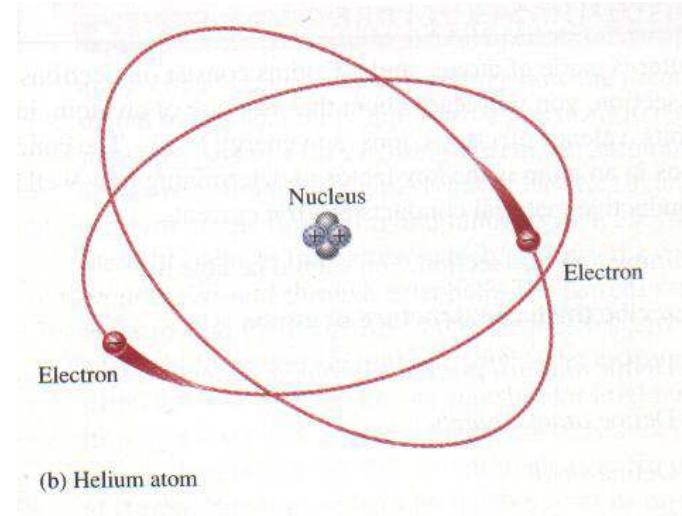
- Nuvem Electrónica (Electrões giram em redor do núcleo)



● Electron ● Proton ● Neutron

— Carga eléctrica

- Protões e electrões repelem-se entre si
- Entre um protão e um electrão há atracção
- Protões e electrões possuem **carga eléctrica**
 - **Positiva** (Carga eléctrica do protão)
 - **Negativa** (Carga eléctrica do electrão)
 - Os neutrões não tem carga eléctrica

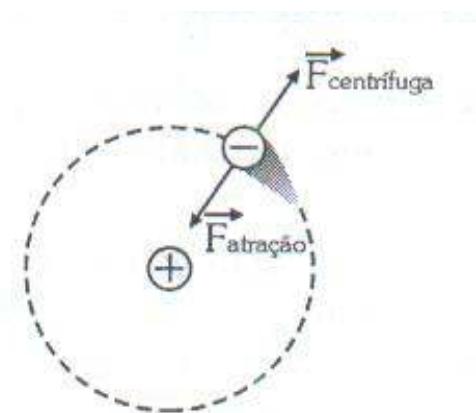
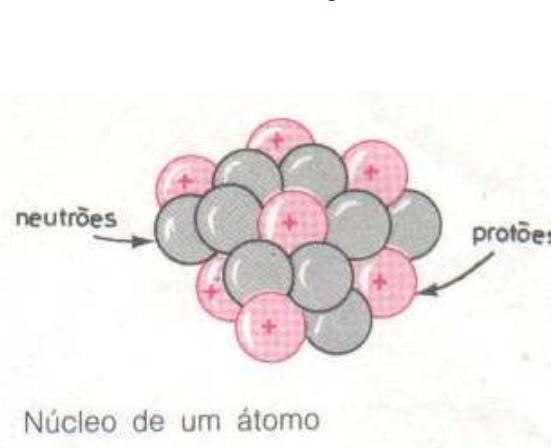
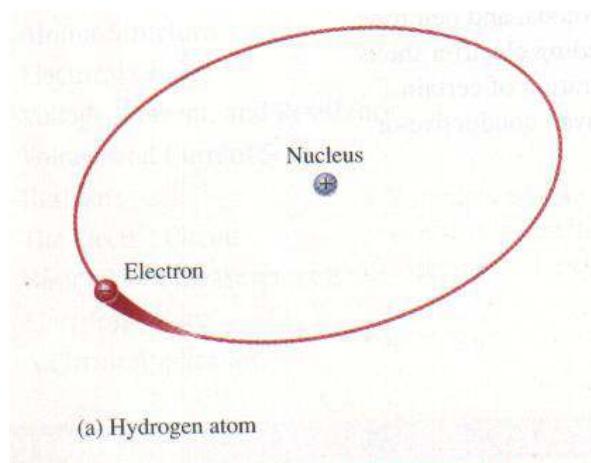


(b) Helium atom

■ Átomo

— Átomos electricamente neutros

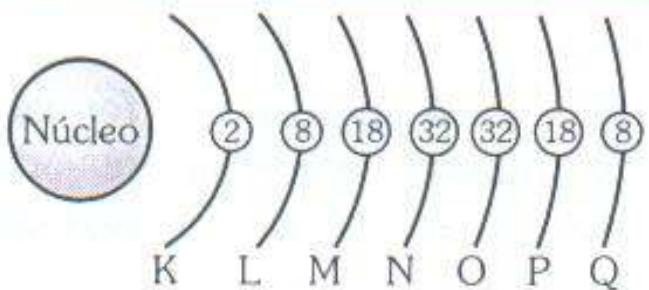
- Número de protões é igual ao número de electrões
- No núcleo existe uma intensa força de repulsão entre os protões
 - Esta força é equilibrada por uma força não eléctrica – **Força nuclear**
- Os protões atraem os electrões das órbitas em direcção ao núcleo



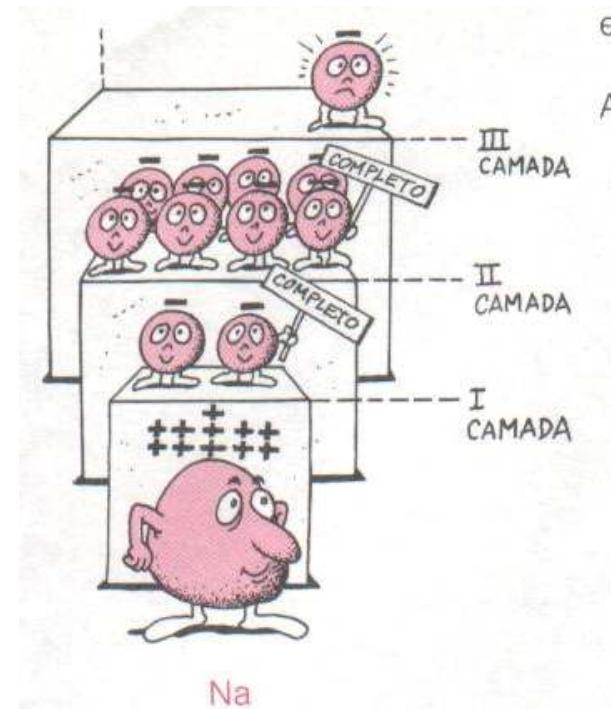
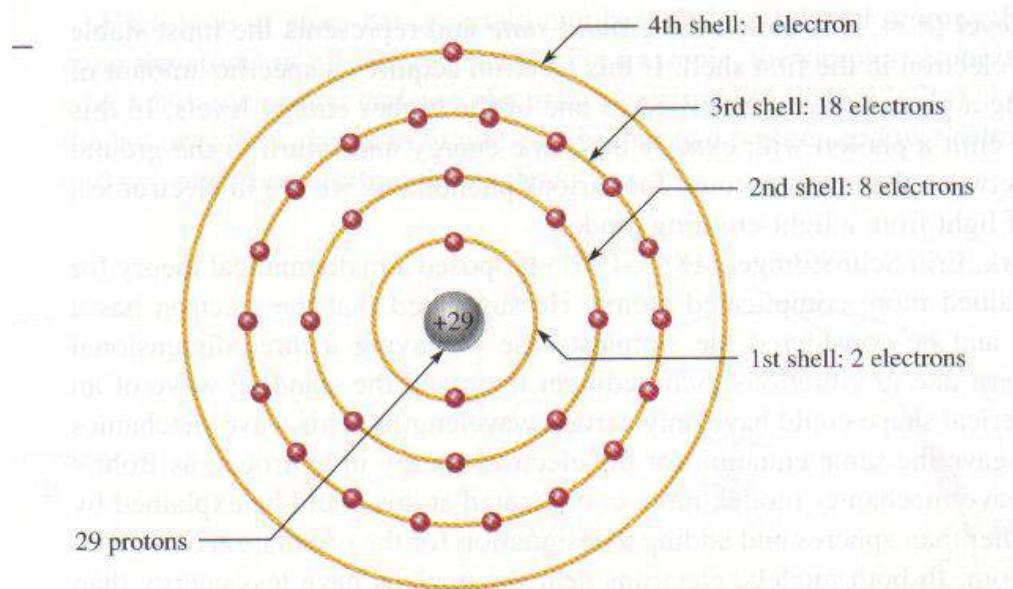
- Os electrões realizam “movimento circular” em torno do núcleo
 - Surgem forças centrífugas, que anulando as forças de atracção mantém os electrões em órbita

■ Átomo

– Orbitas ou camadas electrónicas



- Cada órbita possui uma distância bem determinada em relação ao núcleo e um nível próprio de energia.
- Em função disso, cada órbita aceita um número máximo de electrões: K=2; L=8; M=18; N=32; O=32; P=18; Q=8



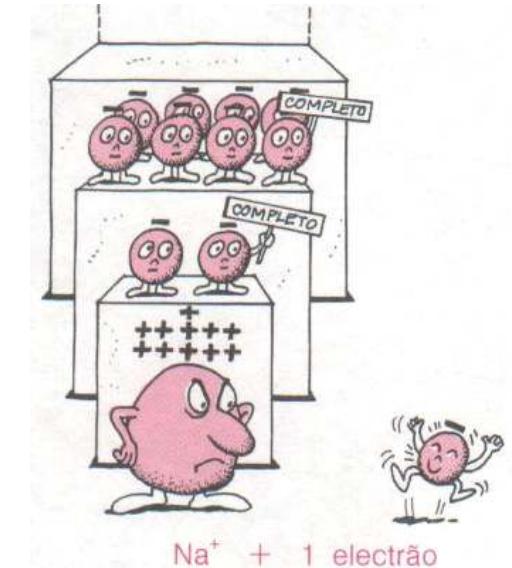
■ Átomo

— Valência

- É a **capacidade** que um átomo de um elemento tem de se **combinar** com outros átomos.
- Capacidade essa que é **medida** pelo número de electrões que um átomo pode **dar, receber, ou compartilhar** de forma a constituir uma ligação química.

— Camada de valência

- Camada **mais afastada** do núcleo
- Os electrões pertencentes à camada de valência, são os que **participam** de alguma ligação química.
- A **última órbital** de um átomo é denominada **órbital de valência**, permitindo que o átomo altere as suas características eléctricas por meio da ionização:
 - **perdendo electrões**, o átomo torna-se um ião positivo ou catião;
 - **ganhando electrões** torna-se um ião negativo ou anião



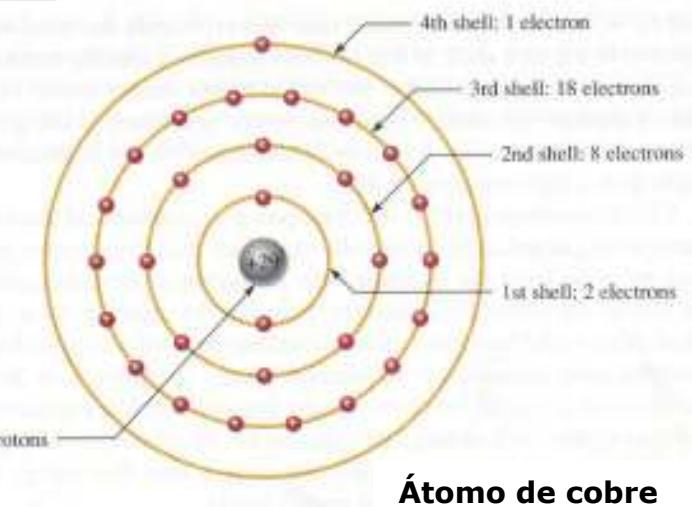
▪ Condutores e isolantes

— Electrões livres

- Quanto mais afastado do núcleo estiver o electrão mais **fracamente** ligado ao átomo ele estará.
- Quando sujeitos a uma **força de pequena intensidade**, abandonam o átomo e movem-se pelos espaços interatómicos
- São responsáveis pela **condução de electricidade** nos metais.

— Materiais condutores

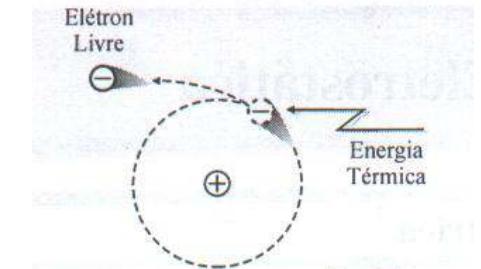
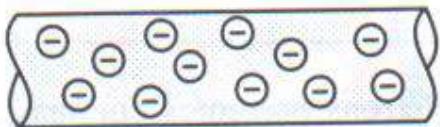
- Os materiais condutores são compostos por átomos com **poucos electrões** na órbita de valência (**menos que quatro**)
- Tipicamente, nos **melhores** condutores, os átomos possuem apenas **um electrão** de valência.
- A alta condutibilidade é, normalmente, devido à fraca ligação entre esse único electrão e o núcleo do átomo.



▪ Condutores e isolantes

— Materiais condutores

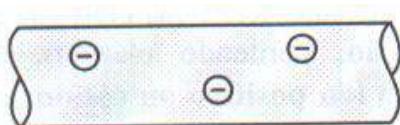
- À temperatura ambiente, a energia térmica é suficiente para arrancá-lo da órbita de valência e torná-lo um **electrão livre**.



- Nos metais, o número de electrões livres é **quantitativamente elevado**, fazendo com que eles se comportem como condutores eléctricos excelentes.

— Materiais isolantes

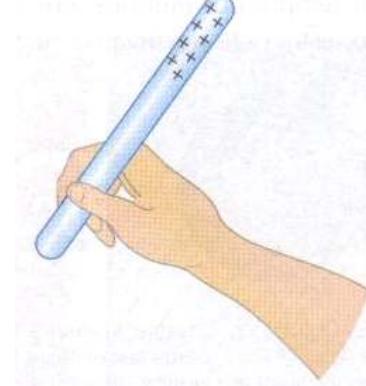
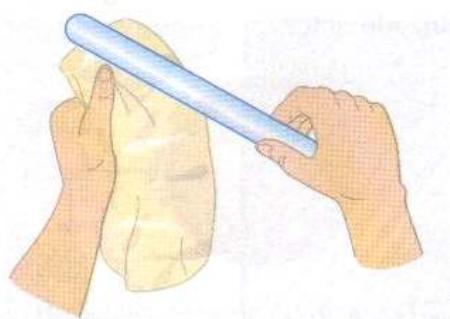
- Os materiais isolantes possuem **muitos electrões** na órbita de valência (**mais que quatro**).
- Os melhores isolantes possuem átomos estáveis, com forte ligação entre os electrões de valência e o núcleo (Orbitais completas)
- **Poucos electrões** tornam-se livres à temperatura ambiente. Ex. Borracha, plástico e porcelana.



■ Electrização de corpos

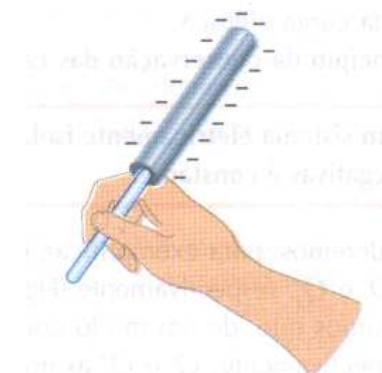
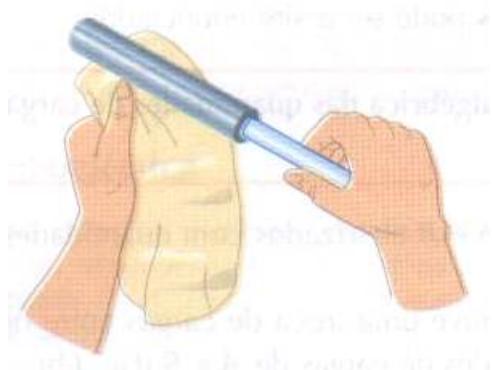
- Depois de friccionar um **bastão de vidro** com um **pano de lã**

- **Só a extremidade fica electrizada** isso significa que as cargas eléctricas por excesso se localizam numa determinada região



- Depois de friccionar um **bastão metálico** com um **pano de lã**

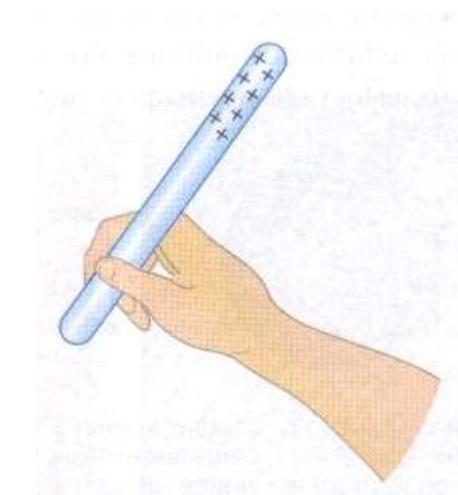
- As cargas em excesso **espalham-se** por toda a superfície metálica



■ Electrização de corpos

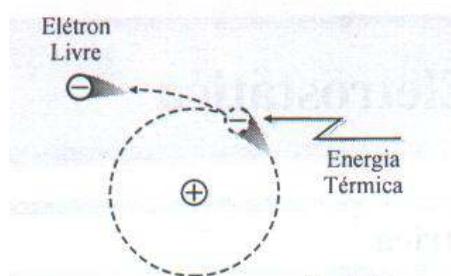
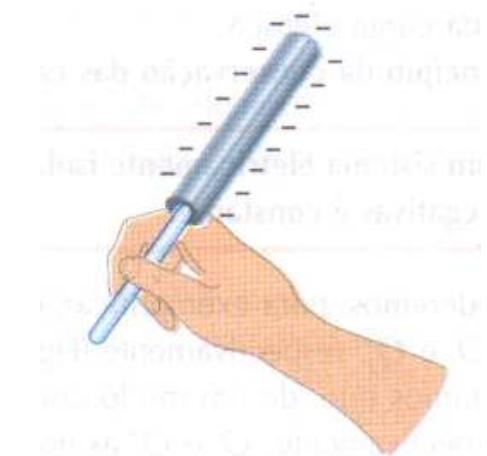
— Isolantes ou dieléctricos —

- Conservam as cargas nas regiões onde surgem.
- Alguns materiais : Borracha, vidro etc..
- Possuem **poucos electrões livres** o que impede a condução de electricidade em condições normais



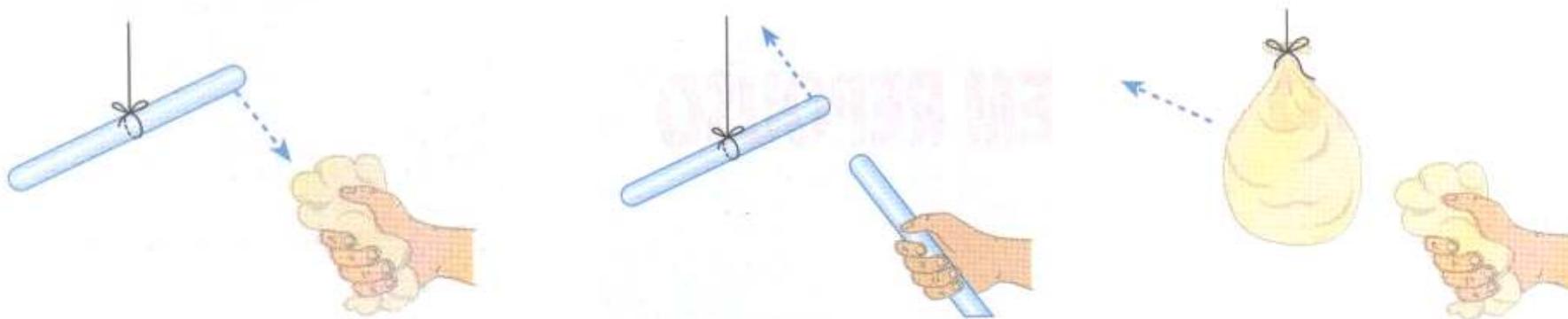
— Condutores —

- As cargas **espalham-se** imediatamente
- Alguns materiais : Cobre, alumínio, grafite, etc
- À temperatura ambiente a energia térmica é suficiente para libertar os electrões da última órbita e torná-los livres



■ Noção de carga eléctrica

- Depois de friccionar um bastão de vidro com um pano de lã e suspende-lo
 - Ao aproximar o pano de lã do bastão haverá **atração**
 - Ao aproximar outro bastão friccionado haverá **repulsão**
- Se se suspender um dos panos e aproximar outro haverá **repulsão**



- A estas novas forças são chamadas **Forças eléctricas**
 - Estas forças são diferentes das forças gravíticas (**sempre atractivas**)

— Conceito dinâmico de força —

Força é a causa que produz num corpo variação de velocidade, isto é , aceleração



Como é que um átomo deixa de ser electricamente neutro ?

- Os electrões são as únicas cargas que podem abandonar ou unir-se a um átomo

- Saída de electrões

- Défice de cargas negativas
- Adquire carga positiva (átomo electricamente positivo) (+)

- Entrada de electrões

- Excesso de cargas negativas
- Adquire carga negativa (átomo electricamente negativo) (-)

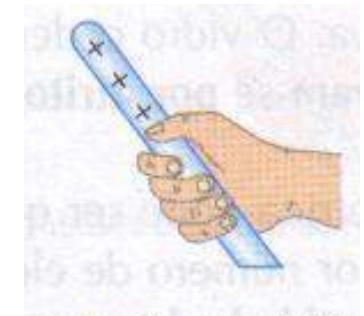
- Ao friccionar o bastão de vidro com um pano de lã ocorre transferência de electrões entre eles

- Bastão de vidro - Fica com falta de electrões

- Carga eléctrica **positiva**

- Pano - Fica com excesso de electrões

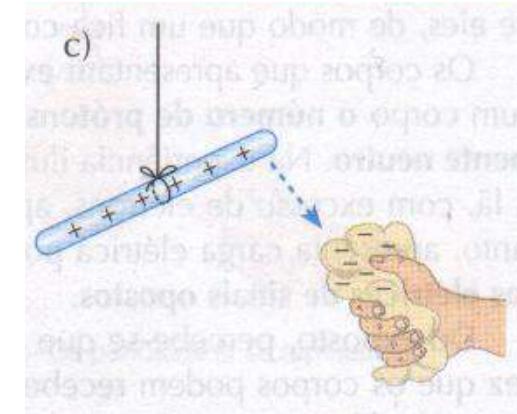
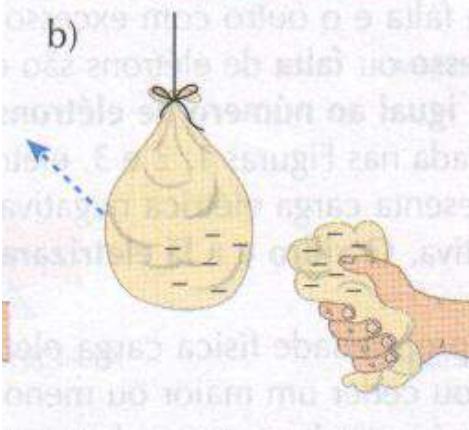
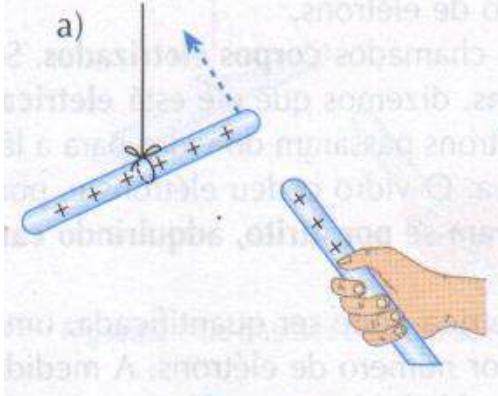
- Carga eléctrica **negativa**



■ Princípios da electrostática

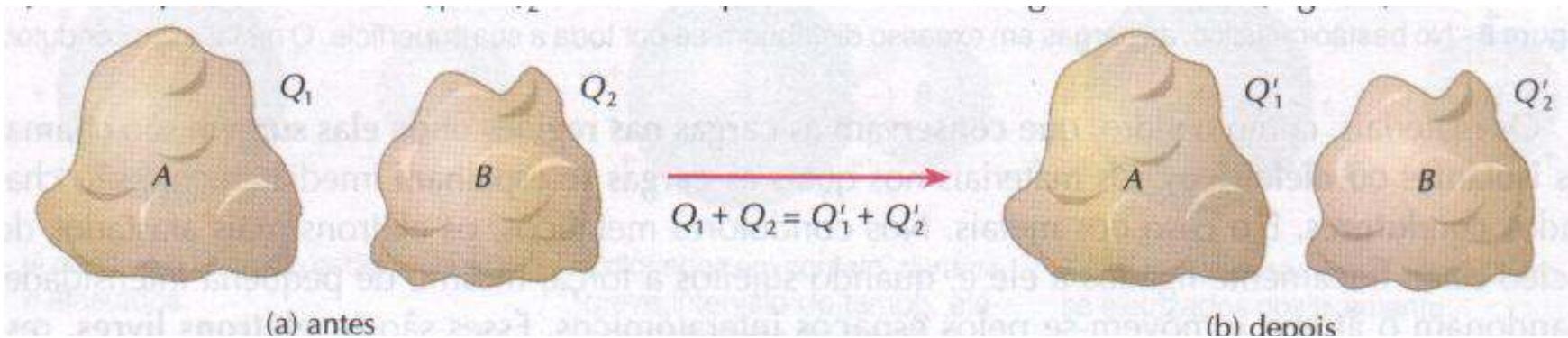
— 1. Princípio da atracção e repulsão —

- Cargas do mesmo sinal repelem-se e cargas de sinal contrário atraem-se



— 2. Princípio da conservação das cargas eléctricas —

- Num sistema electricamente isolado a soma algébrica das quantidades de carga positivas e negativas é constante



■ Grandeza carga eléctrica

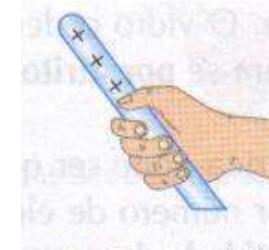
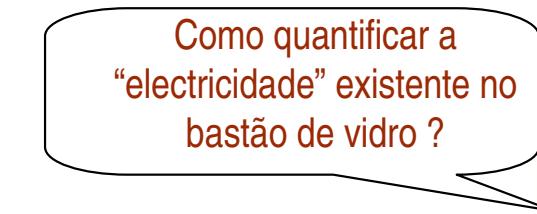
- Protões e electrões possuem a mesma quantidade de carga eléctrica embora de sinal contrário

Carga eléctrica elementar

$$e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

▪ Unidades SI

▪ coulomb (C)



- A medida da carga eléctrica que um corpo adquire recebe o nome de **quantidade de carga eléctrica** (Q ou q)

Carga eléctrica de um corpo

$$Q = \pm n.e$$

- e - carga eléctrica elementar
- n - número de electrões em excesso ou falta

— Carga eléctrica de um corpo

- A **quantidade de carga eléctrica que um corpo** possui é determinada pela **diferença** entre o **número de protões** e o **número de electrões** que o corpo contém.

Qual o significado de + Q ?

- Uma carga de +1C significa que o corpo contém uma carga de $6,25 \times 10^{18}$ mais protões do que electrões

■ Campo eléctrico

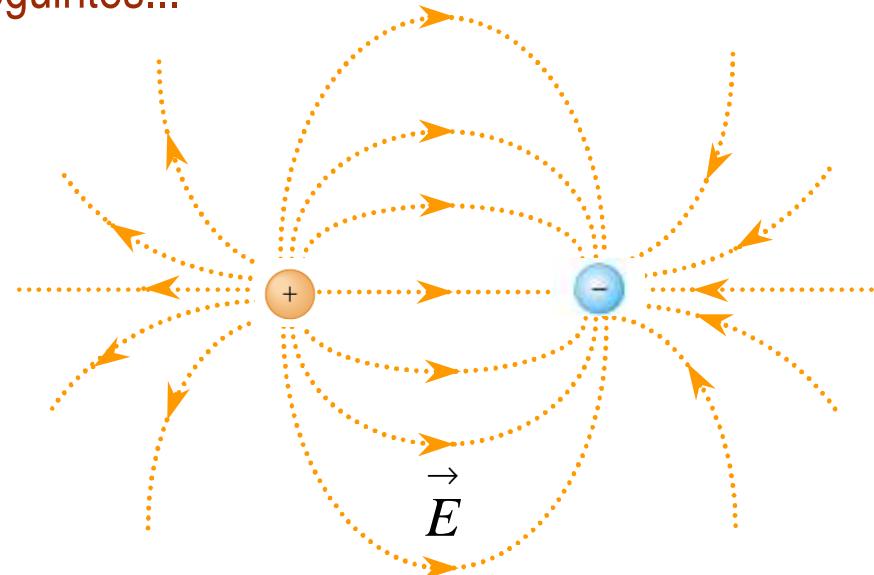
- A característica fundamental de uma **carga eléctrica** é a sua **capacidade** de exercer uma força
- O campo eléctrico é representado por linhas de força desenhadas entre os dois corpos

— Comportamento das linha de campo —

Como se comportam as linhas de campo nas situações seguintes...

■ Cargas diferentes

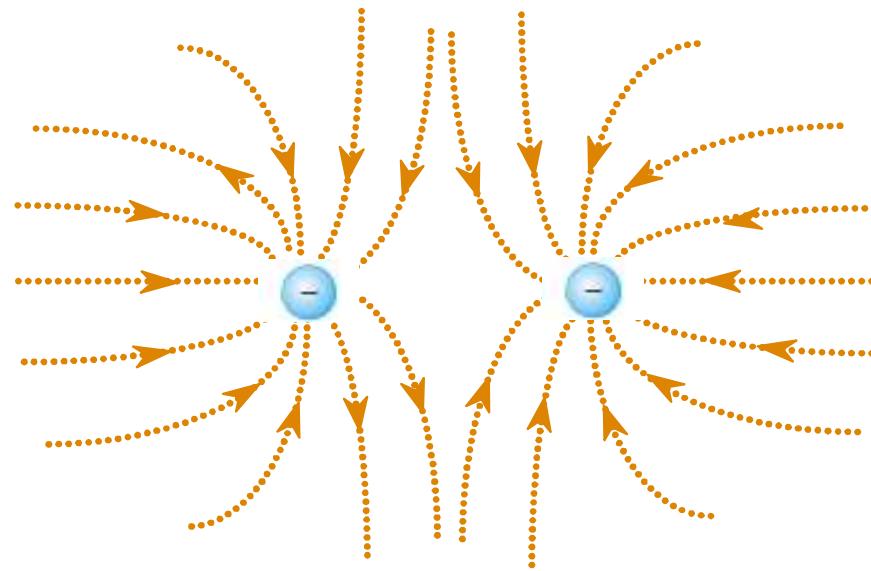
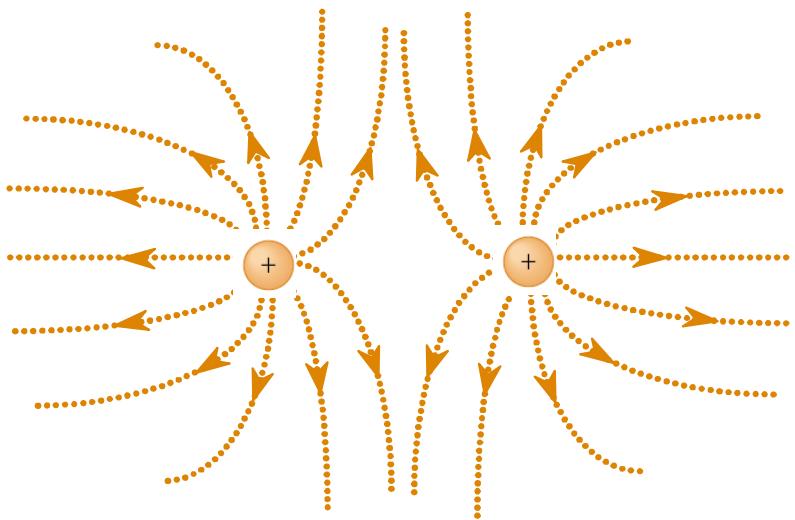
- Cargas de sinais contrários estão próximas
- A força entre as cargas é de **atração**.



Campo eléctrico

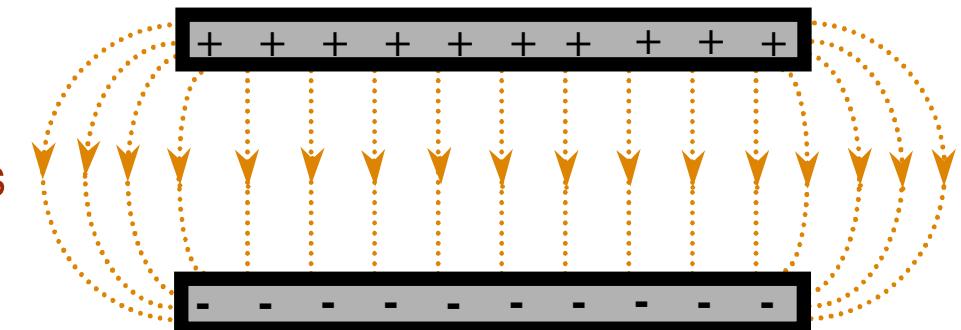
Cargas iguais

- Cargas de sinais iguais estão próximas
 - A força entre elas é de **repulsão**.



Placas paralelas

- Dois planos paralelos são electrizados com cargas iguais de sinais contrários, surge entre elas um campo eléctrico uniforme, caracterizado por linhas de campo paralelas



■ Campo eléctrico

— Linhas de campo

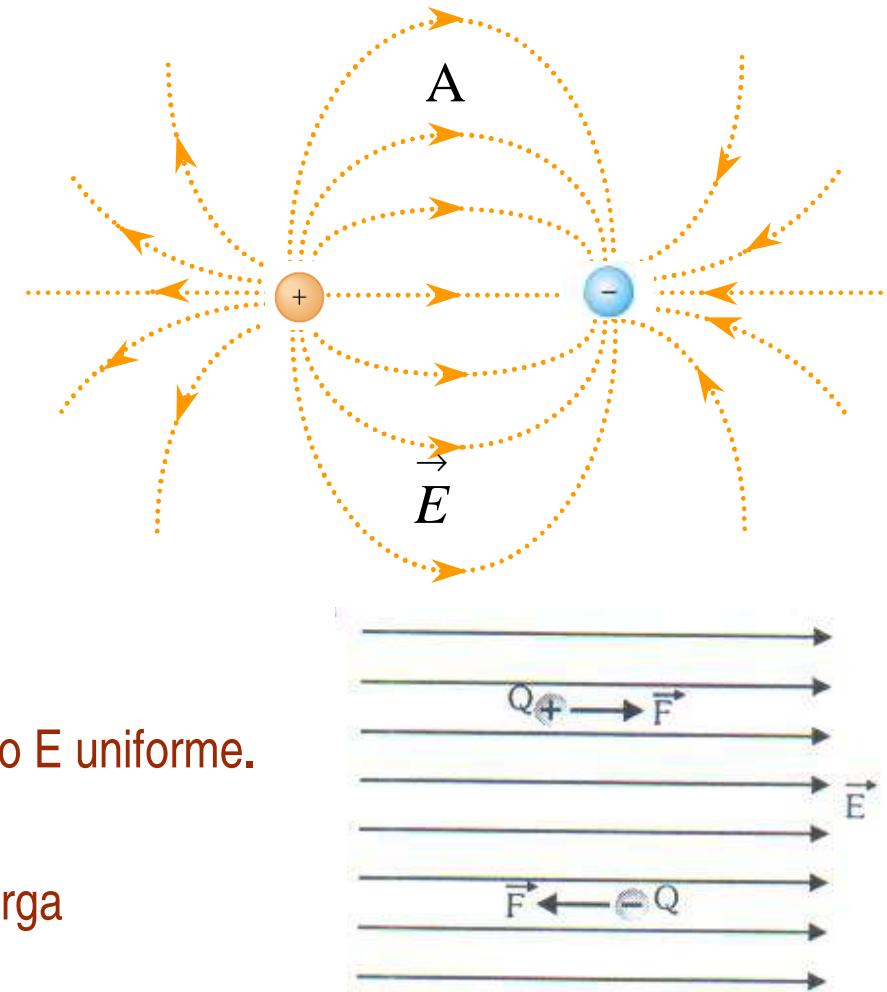
- Se um electrão for abandonado no ponto A nesse campo, ele será repelido pela carga negativa e será atraído pela carga positiva

— Campo Eléctrico Uniforme

- Consideremos uma região submetida a um campo eléctrico E uniforme.

- Colocando uma carga Q num ponto dessa região, essa carga ficará sujeita a uma força F medida em newton (N)

- Se a carga é **positiva**, a força age no **mesmo sentido** da linha de campo, e se a carga é **negativa (electrão)**, a força age no **sentido contrário** ao da linha de campo.

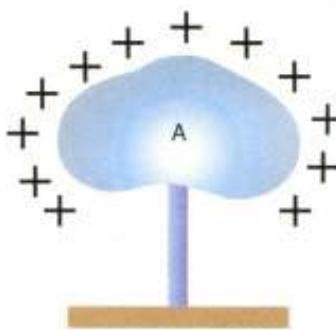


■ Potencial eléctrico

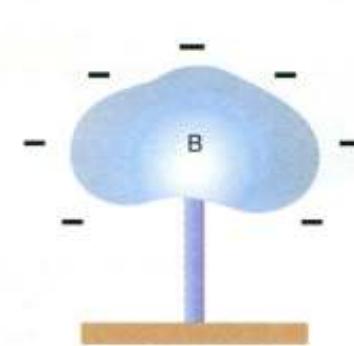
- Numa região submetida a um **campo eléctrico**, uma carga fica sujeita a uma **força**, fazendo com que ela se **movimente**.
- Isso significa que em cada ponto dessa região existe um **potencial** para a **realização de trabalho**, independentemente da carga ali colocada.
- O **símbolo** de potencial eléctrico é **V** e a sua unidade de medida é o volt (V).

— Potencial eléctrico de um corpo

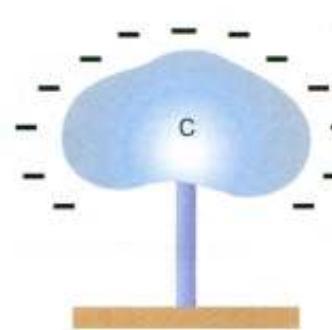
- Sabemos então que um corpo se encontra normalmente no **estado neutro**, embora possa também ser **carregado negativamente ou positivamente**, conforme tenha adquirido ou perdido electrões.
- Em qualquer das situações, diz-se que o corpo se encontra a um determinado **potencial eléctrico**.



■ Um corpo com carga eléctrica positiva encontra-se a um potencial eléctrico positivo .



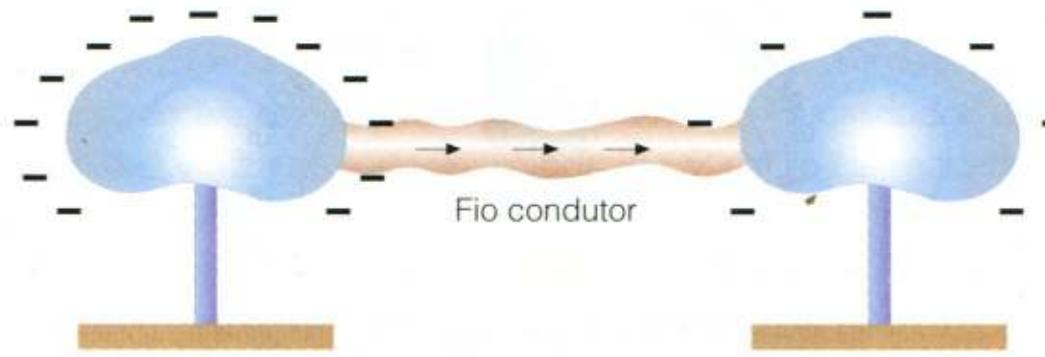
■ Um corpo com carga eléctrica negativa encontra-se a um potencial eléctrico negativo .



■ O potencial eléctrico negativo de C é mais baixo que o potencial eléctrico negativo de B, pois tendo os dois o mesmo tamanho, C tem mais cargas negativas em excesso

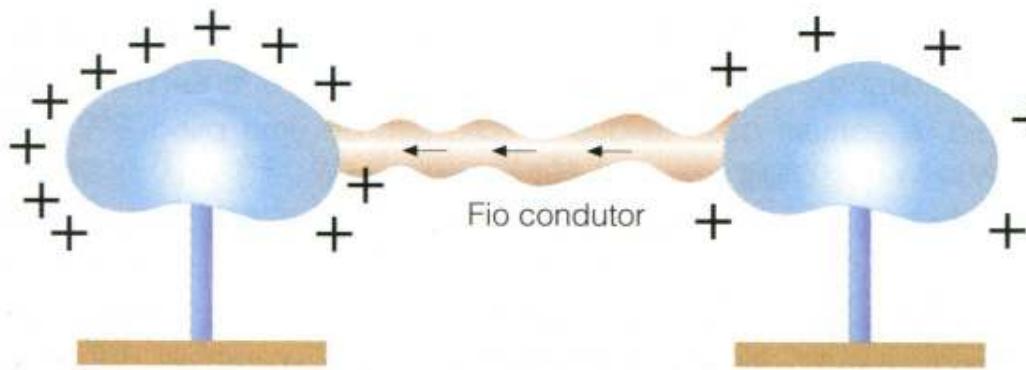
■ Potencial eléctrico

- O que acontecerá se ligarmos, por um fio condutor, dois corpos condutores a potenciais eléctricos diferentes ?



- Se os condutores (iguais) estiverem com **potencial negativo** quando ligados a um fio condutor, vai haver um **fluxo de electrões** do condutor que se encontra a potencial **mais baixo** (porque tem mais electrões em excesso) para o que se encontra a **potencial mais alto** (porque tem menos electrões em excesso), gerando-se assim uma **corrente eléctrica** através do fio, até os condutores ficarem ao mesmo potencial

■ Potencial eléctrico

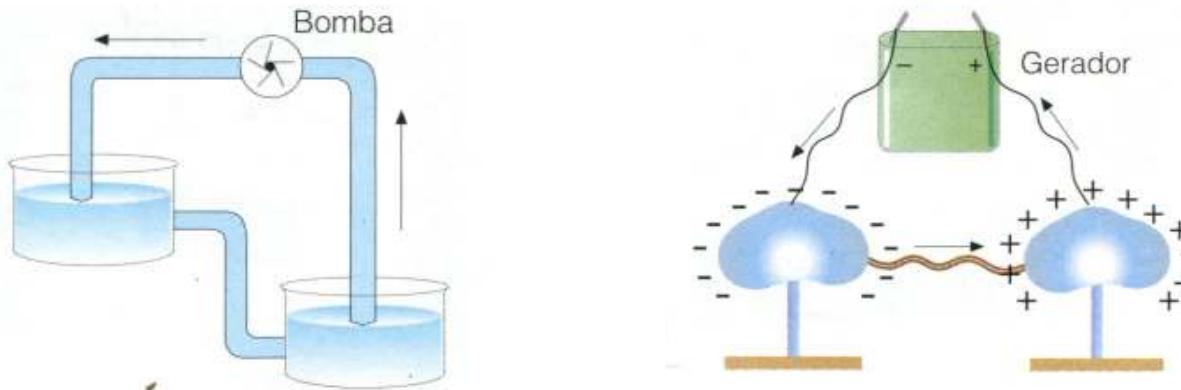


- Se os condutores (iguais) estiverem com **potencial positivo**, quando ligados a um fio condutor, vai haver um **fluxo de electrões** do condutor que se encontra a potencial **mais baixo** (porque tem menor deficiência de electrões) para o que se encontra a potencial **mais alto** (porque tem maior deficiência de electrões), gerando-se assim uma **corrente eléctrica** através do fio, até os condutores ficarem ao mesmo potencial
- Em qualquer dos casos, a **corrente eléctrica gerada é temporária**, pois cessa logo que os dois condutores fiquem ao mesmo nível de potencial.

Os electrões deslocam-se sempre dos condutores com potencial eléctrico mais baixo para os condutores com potencial eléctrico mais alto

■ Diferença de potencial eléctrico

- Neste momento é fácil compreender que para termos uma **corrente eléctrica** através de um condutor é necessário que exista uma **diferença de potencial** entre as extremidades desse condutor
- Mas, para que a **corrente** seja **permanente** e **não temporária**, é necessário manter essa diferença de potencial, o que se consegue com um **gerador**
- Assim como uma **bomba hidráulica**, não criando água, consegue tomar permanente uma corrente de água, **elevando-a** do reservatório a **nível mais baixo** para o que se encontra a **nível mais alto**, mantendo a **diferença de nível**, também o **gerador** não cria electrões, apenas estabelece e **mantém a diferença de potencial** entre os seus pólos, fazendo com que haja uma corrente eléctrica permanente.



Uma bomba de água não cria água, apenas a põe em movimento.

Um gerador não cria electrões, apenas os põe em movimento.

■ Exercícios

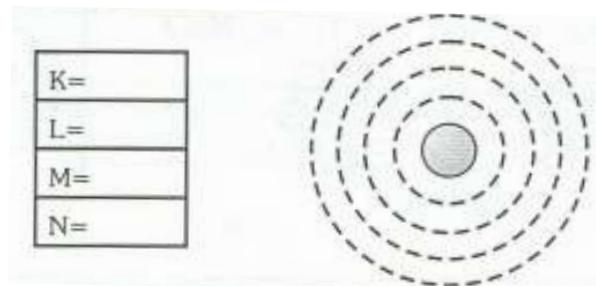
1. Complete, com um a ou mais palavras, as seguinte afirmações

- Os electrões deslocam-se em torno do núcleo em percursos fechados chamados _____ ou _____.
- O núcleo de uma átomo é formado por partículas chamadas _____ e _____.
- O número de protões do núcleo de um átomo é conhecido como o _____ do átomo.
- Se um átomo neutro receber electrões, ele tornar-se-à um ião _____.
- Se um átomo neutro perder electrões, ele tornar-se-à um ião _____.
- Um corpo carregado é envolvido por uma campo _____.

1. a) camadas, órbitas b) protões, neutrões c) número atómico d) negativo e) positivo f) electrostático

2. Faça a distribuição electrónica dos electrões do átomo de alumínio cujo numero atómico é 13. Quantos electrões tem na orbital de valência ?

2. K = 2, L = 8 e M = 3 electrões. Possui 3 electrões de valência



3. Mostre a estrutura atómica do Neon, que tem número atómico igual a 10. Quantos electrões tem na orbital de valência ?

3. K = 2, L = 8. Possui 0 electrões de valência

4. Para o átomo de sódio (Na) com número atómico igual a 11, indique o número de electrões de valência e sua distribuição electrónica

5. Qual a carga de um corpo que contem 8 protões e 4 electrões ?

$$5. + 4$$

6. Um isolante carregado tem um deficit de 50×10^{18} electrões. Determine a sua carga em coulombs e a respectiva polaridade.

$$6. Q = + 8C$$

7. Um isolante carregado possui um excesso 25×10^{18} electrões. Determine a sua carga em coulombs e a respectiva polaridade.

$$7. Q = - 4C$$

■ Exercícios

8. Qual é o número de electrões retirado de um corpo cuja carga eléctrica é $Q = 32 \mu\text{C}$?

$$8. n = -200 \times 10^{12} \text{ electrões retirados}$$

9. De um corpo neutro foi retirado um milhão de electrões. Qual a sua carga eléctrica final ?

$$9. Q = +0,16 \text{ pC}$$

10. Num corpo electrizado com carga inicial $Q_i = +1 \text{ pC}$, foi inserido um milhão e electrões. Qual é a sua carga eléctrica final Q_f ?

$$10. Q = +0,84 \text{ pC}$$

11. De um corpo electrizado com carga inicial $Q_i = -12 \mu\text{C}$ foram retirados n electrões, de forma que a sua carga final passou a ser $Q_f = +2 \text{ C}$. Quantas electrões foram retirados desse corpo ?

$$11. n = -87,5 \times 10^{12} \text{ electrões retirados}$$

12. Um material dielétrico possui uma carga negativa de $12,5 \times 10^{18}$ electrões. Qual a sua carga ?

$$12. Q = -2 \text{ C}$$

13. Considere o seguinte campo eléctrico

- a) Trata-se de um campo eléctrico uniforme o não uniforme. Justifique.
- b) Qual é a diferença de potencial (d.d.p.) entre as placas A e B ?

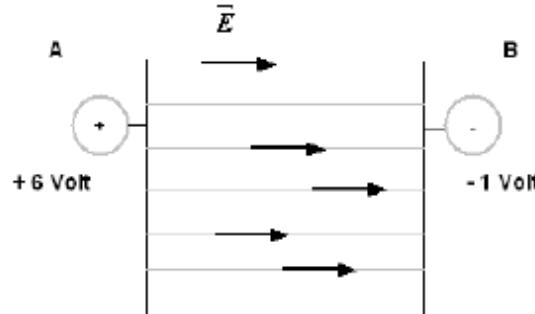


Figura 1 – Campo eléctrico

■ Apêndice - Noção de Força

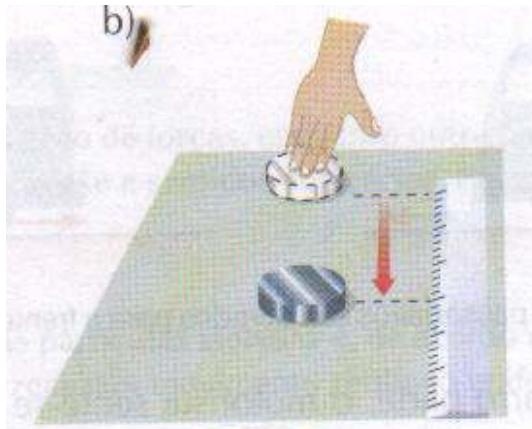
■ Um corpo não pode, por si mesmo, mudar a sua velocidade

- Quando empurramos um objecto exercemos uma força sobre ele - **Esforço muscular**



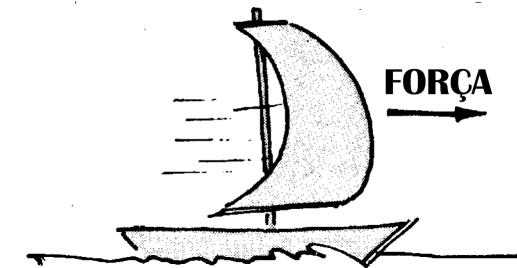
— Conceito dinâmico de força —

Força é a causa que produz num corpo variação de velocidade, isto é , aceleração



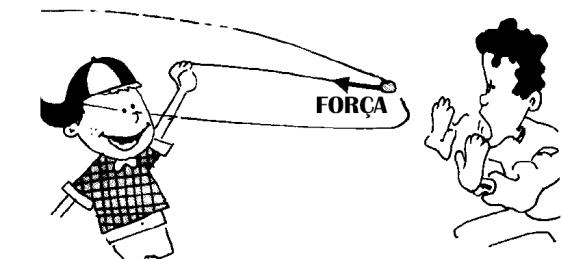
■ Força aplicada no disco

- Tira o disco do repouso
- Provoca variação de velocidade



■ Forças de atrito

- Reduzem a velocidade
- Provoca variação de velocidade



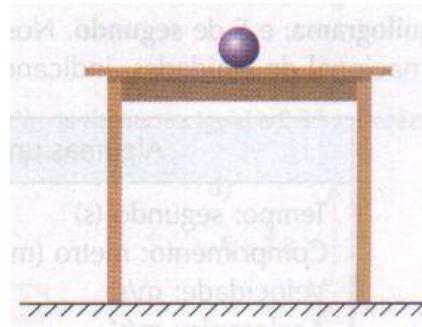
▪ Classes de Forças

– Forças de contacto

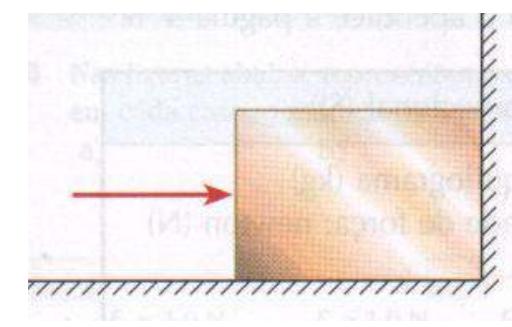
- São forças que existem quando duas superfícies entram em contacto



Força exercida quando se empurra um carro



Força entre a mesa e um corpo apoiado sobre ela



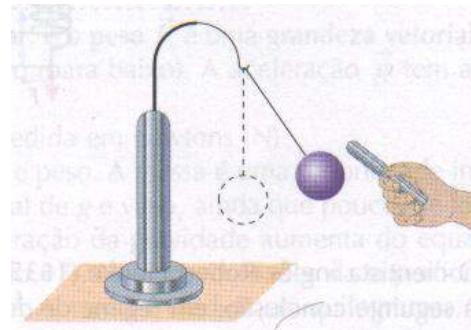
Força exercida quando se empurra bloco contra a parede

– Forças de campo

- São forças que os corpos exercem entre si ainda que distantes um do outro.



A terra atrai os corpos que estão próximos à sua superfície

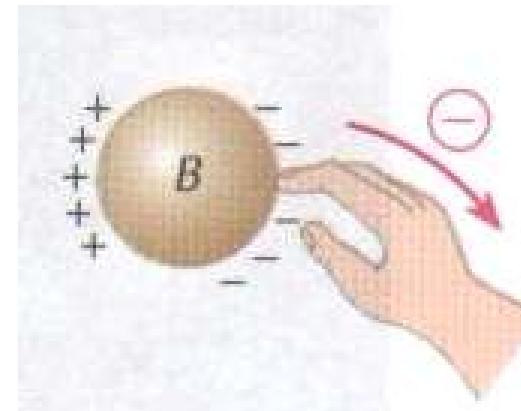
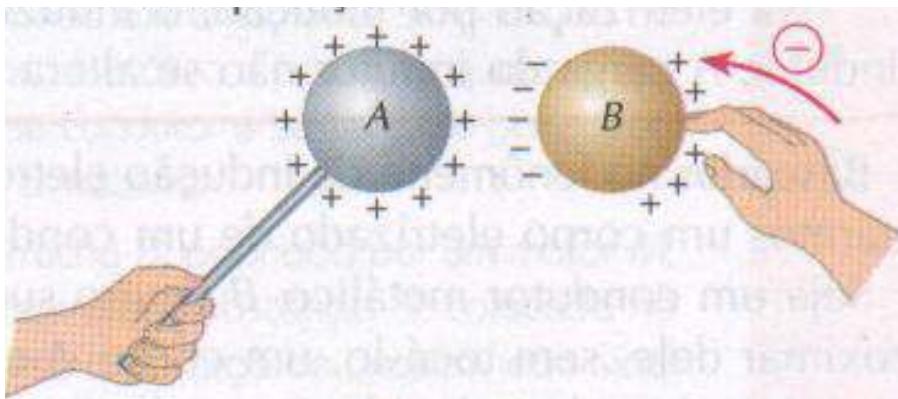
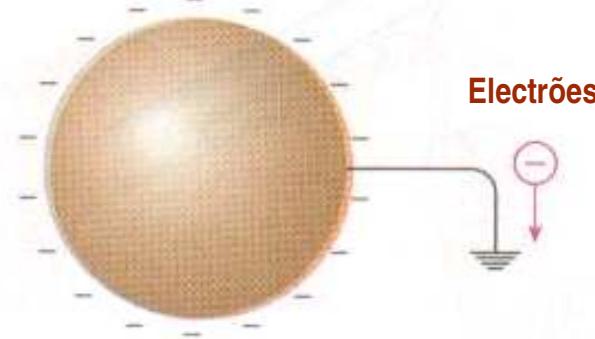
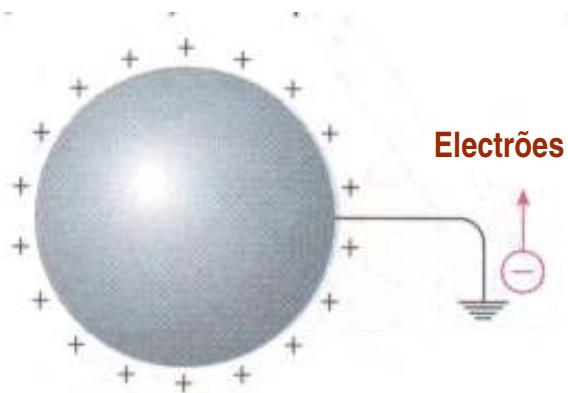


Corpos electrizados exercem forças de campo

■ Corpo humano e terra como condutores

- Se se ligar um condutor electrizado à terra ele perde a sua electrização

- Se o condutor estiver electrizado negativamente os electrões em excesso “escoam” para a terra
- Se o condutor estiver electrizado positivamente os electrões “sobem” da terra para o condutor de forma a neutralizar o excesso de cargas positivas



■ Electricidade estática



- Fios metálicos nas asas do avião permitem o escoamento das cargas eléctricas geradas pelo atrito com o ar.

- Ao se abastecerem os tanques de um posto de serviços, é indispensável que o camião seja ligado à terra. Assim previne-se um eventual incêndio que as cargas geradas por atrito possam causar, caso salte uma faísca nos vapores de combustível. O mesmo deve ser feito no abastecimento de um avião, ligando à terra ou ao próprio camião, que faz as vezes da terra.