

INTRODUÇÃO

CAP. 01

1.1 Representação de Números em Potência de Dez

A necessidade de representarmos um número em potência de dez, resulta do fato de que em muitos casos a quantidade das grandezas físicas serem ou muito pequenas, ou muito grandes. Por exemplo: imagine se tivéssemos que especificar a velocidade da luz (300.000 Km/s) em m/s, a massa de um átomo em Kg, o número de elétrons que tem um corpo, ou massa da terra. Você já deve ter percebido não ser nada prático escrever esse número por extenso, sendo muito mais prático usar a notação científica.

Qualquer número pode ser representado em potência de dez, mas para tanto devemos saber representar os múltiplos e submúltiplos de dez.

Múltiplos

$$10 = 10^1$$

$$100 = 10^2$$

$$1000 = 10^3$$

$$10000 = 10^4$$

$$100000 = 10^5$$

$$1000000 = 10^6$$

: :

Submúltiplos

$$1 = 10^0$$

$$0,1 = 1/10 = 10^{-1}$$

$$0,01 = 1/100 = 1/10^2 = 10^{-2}$$

$$0,001 = 1/1000 = 1/10^3 = 10^{-3}$$

$$0,0001 = 1/10000 = 1/10^4 = 10^{-4}$$

$$0,00001 = 1/100000 = 1/10^5 = 10^{-5}$$

$$0,000001 = 1/1000000 = 1/10^6 = 10^{-6}$$

: : : :

Multipliação e Divisão

Quando multiplicamos dois números que têm a mesma base, esta é mantida e somamos os expoentes.

Genericamente:

$$10^A \cdot 10^B = 10^{A+B}$$

Exemplos:

$$a) 1000 \times 10000 = 10^3 \times 10^4 = 10^7$$

$$b) 0,0001 \times 0,01 = 10^{-4} \times 10^{-2} = 10^{-6}$$

$$c) 10000 \times 0,001 = 10^4 \times 10^{-3} = 10^1 = 10$$

Quando dividimos dois números que têm a mesma base, mantemos a base e subtraímos o expoente do numerador do expoente do denominador.

Genericamente:

$$\frac{10^A}{10^B} = 10^A \times 10^{-B} = 10^{A-B}$$

Exemplos:

$$a) \frac{10000}{1000} = \frac{10^4}{10^3} = 10^4 \times 10^{-3} = 10^1 = 10$$

$$b) \frac{100}{10000} = \frac{10^2}{10^4} = 10^2 \times 10^{-4} = 10^{-2} = 0,01$$

$$c) \frac{0,001}{0,00001} = \frac{10^{-3}}{10^{-5}} = 10^{-3} \times 10^5 = 10^2 = 100$$

$$d) \frac{10000}{0,01} = \frac{10^4}{10^{-2}} = 10^4 \times 10^2 = 10^6 = 1000000$$

Representação de um número qualquer em potência de dez. Por exemplo, o número 250.000 pode ser escrito nas formas:

$$a) 250000 = 25 \times 10000 = 25 \times 10^4$$

$$b) 250000 = 2,5 \times 100000 = 2,5 \times 10^5$$

$$c) 250000 = 250 \times 1000 = 250 \times 10^3$$

Existem várias formas de se representar um mesmo número em potência de dez. Evidentemente deve existir uma que, intuitivamente, seja a mais prática e elegante, nos exemplos acima a forma mais prática é a primeira, 25×10^4

Seja o número 0,0025, podemos representá-lo das seguintes formas:

$$a) 0,0025 = 25 \times 0,0001 = 25 \times 10^{-4}$$

$$b) 0,00250 = 250 \times 0,00001 = 250 \times 10^{-5}$$

$$c) 0,0025 = 2,5 \times 0,001 = 2,5 \times 10^{-3}$$

Qual das três representações você acha mais adequada?

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

1) Realizar as operações, usando potência de dez.

$$a) 40000 \times 25000 = 4 \times 10^4 \times 25 \times 10^3 = 4 \times 25 \times 10^7 = 100 \times 10^7 = 10^2 \times 10^7 = 10^9$$

Observe que a multiplicação dos números que não estão em potência de 10 (4 e 25 no exemplo) é feita normal ($4 \times 25 = 100$), e o das potências como já foi explicado.

$$b) \frac{0,009}{3000} = \frac{9 \times 10^{-3}}{3 \times 10^3} = \frac{9}{3} \times 10^{-3} \times 10^{-3}$$

$$c) \frac{50000 \times 0,004}{0,0008} = \frac{5 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-3}}{8 \times 10^{-4}} = \frac{5 \times 4}{8} \times \frac{10^1}{10^{-4}} =$$

$$= 2,5 \times 10^1 \times 10^4 = 2,5 \times 10^5 = 25 \times 10^4$$

$$d) \frac{2200000 \times 0,04}{0,005 \times 0,2} = \frac{22 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-1}} = \frac{22 \times 4 \times 10^3}{5 \times 2 \times 10^{-4}} =$$

$$= 8,8 \times 10^3 \times 10^4 = 8,8 \times 10^7$$

Exercícios Propostos

1) Efetuar as operações:

$$a) \frac{0,0004 \times 700 \times 0,0032}{800000 \times 0,001}$$

$$b) \frac{54000 \times 34000}{0,02 \times 400000}$$

1.2 Prefixos Numéricos

Nós já vimos que a representação de um número em potência de dez simplifica a sua operação. Os prefixos numéricos das potências de dez são letras que representam os múltiplos e submúltiplos de dez, tornando mais prática a representação de qualquer quantidade de uma dada grandeza física.

Os principais prefixos numéricos são:

Tera (T)	=	10^{12}
Giga (G)	=	10^9
Mega (M)	=	10^6
Kilo (K)	=	10^3
Mili (m)	=	10^{-3}
Micro (μ)	=	10^{-6}
Nano (n)	=	10^{-9}
Pico (p)	=	10^{-12}

Por exemplo:

1000 m	=	10^3 m	=	1 Km
0,001 m	=	10^{-3} m	=	1 mm
0,000001 m	=	10^{-6} m	=	1 μ m
1000 m	=	10×10^3 m	=	10 km
100 m	=	$0,1 \times 10^3$ m	=	0,1 km
0,01 m	=	10×10^{-3} m	=	10 mm

Exercícios Propostos

1) Resolver usando potência de dez

a) $\frac{0,0004 \times 0,00008}{0,016}$

b) $\frac{50000 \times 35000}{0,0007}$

c) $\frac{\sqrt{10000} \times 4 \times \sqrt{0,0001}}{0,0004}$

2) Transformar para mm

a) 0,4Km

b) 0,00005m

c) 57m

d) 500 μ m

3) Transformar para m

a) 1000 Km

b) 400 mm

c) $10^6 \mu$ m

4) A velocidade da luz é de aproximadamente 300000 Km/s, expressar em:

a) m/s

b) Km/h

5) Quantos megassegundos há em um ano?

Obs.: 1 ano = 365 dias

6) Expressar 0,0072 ms em μ s.

7) Expressar a distância da terra à lua (400 mil quilômetros) em:

a) metros

b) cm

c) mm

8) Representar a massa de um elétron ($9,1 \times 10^{-31}$ Kg) em:

a) mg

b) μ g

c) toneladas

ELEMENTOS DE ELETROSTÁTICA

CAP. 02

2.1 Introdução à Atomística

Alguns fenômenos elétricos e magnéticos tais como o raio e o ímã, sempre foram objetos, de curiosidade do ser humano. Muitas tentativas foram feitas para justificá-los, mas a explicação correta só aconteceu quando da descoberta do átomo e suas partículas atômicas.

Hoje, sabemos que todos os corpos são constituídos de moléculas e de átomos.

Os átomos por sua vez são constituídos de minúsculas partículas, chamadas de partículas atômicas, as principais são:- próton, elétron e nêutron.

O modelo mais simples para representar um átomo é o modelo de Bohr, o qual considera o átomo como tendo um núcleo onde se localizam os prótons e os nêutrons, e uma região ao redor do núcleo chamada de coroa ou de eletrosfera, onde giram os elétrons em órbitas bem definidas. Este modelo é semelhante ao sistema solar, que tem o sol ao centro e os planetas girando ao seu redor.

Os prótons e os elétrons são caracterizados por terem uma propriedade física, chamada de carga elétrica, os nêutrons não têm carga elétrica. Como foi verificado que as cargas do próton e do elétron têm características opostas e que cargas elétricas podem ser somadas algebricamente, resolveu-se atribuir sinal algébrico às cargas de próton e elétron, convencionando-se como negativa a carga do elétron e positiva a do próton.

A quantidade de carga que o elétron carrega é igual em módulo à quantidade de carga que o próton carrega, por isso dizemos que o átomo é neutro, quando o número de prótons é igual ao número de elétrons. Outra característica importante das cargas elétricas é o fato de haver forças de interação entre elas, assim é que as cargas do mesmo sinal se repelem e cargas de sinais opostos se atraem.

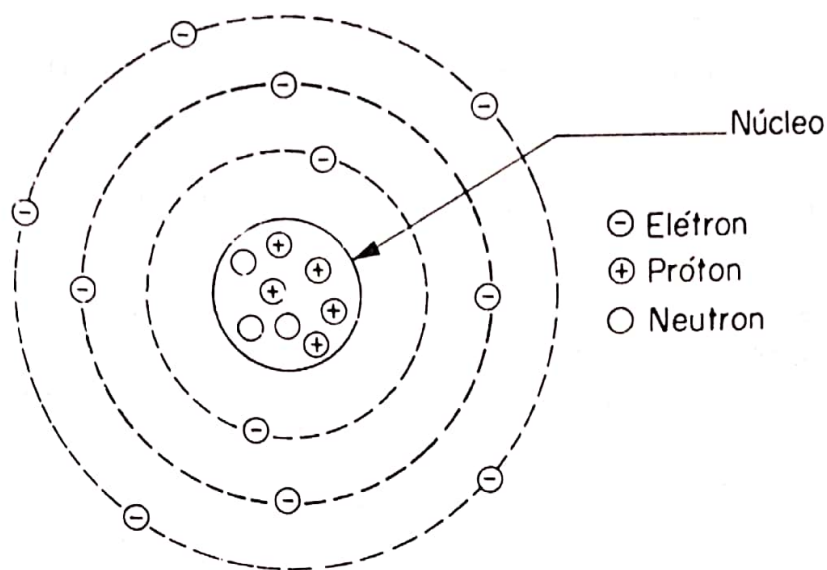


Figura 2.1

Como já foi dito, em um átomo neutro o número de elétrons é igual ao número de prótons. Quando há um desequilíbrio, dizemos que o átomo está ionizado.

Se apresentar elétrons em excesso, o átomo estará ionizado negativamente, se apresentar falta de elétrons estará ionizado positivamente.

É importante observar que o número de prótons é constante, o que se altera é o número de elétrons, isto é, para ionizar o átomo negativamente colocamos elétrons a mais, e se quisermos ionizar o átomo positivamente, retiramos elétrons.

Do ponto de vista macroscópico, dizemos que o corpo está eletrizado quando houver um desequilíbrio entre o número de prótons e o número de elétrons dos átomos deste corpo.

A quantidade de carga adquirida pelo corpo depende do número de elétrons retirados ou colocados no corpo.

2.2 Condutor e Isolante

Condutores elétricos são materiais caracterizados por possuírem no seu interior, portadores de cargas livres, desta forma, permitindo a passagem de uma corrente elétrica (movimentação ordenada de cargas elétricas) pelo seu interior. Os condutores podem ser sólidos, líquidos e gasosos. A diferença básica entre eles está no tipo de portador de carga que possuem.

Por exemplo, em uma solução de água com sal (NaCl), haverá uma dissociação da molécula de cloreto de sódio (NaCl) em íons Na^+ e Cl^- , que ficam livres para se movimentar pelo interior da solução. O processo de condução em um gás é análogo.

Dos condutores, os mais usados em eletrônica são os condutores metálicos, por causa das suas características físicas, químicas e econômicas.

Nos condutores metálicos, os portadores de carga são elétrons. Em um metal, os elétrons que giram na última órbita estão tão fracamente presos ao átomo, que ao passarem nas proximidades de outro átomo podem sair da órbita.

Estes elétrons pelo fato de não estarem presos a nenhum átomo, são chamados de elétrons livres. Se num determinado instante, pudéssemos tirar um fotografia do interior do material, veríamos uma nuvem de elétrons envolvendo cada átomo. São esses elétrons livres, os responsáveis pela condução da corrente elétrica em um metal.

Isolantes são substâncias que não permitem a passagem de uma corrente elétrica, por não terem portadores de cargas livres, os átomos da última camada estão fortemente presos ao átomo. Exemplos de isolantes: vidro, mica, fenolite, baquelite, borracha, porcelana, água pura, etc.

Os termos isolante e condutor na realidade são relativos pois, sob certas circunstâncias um isolante pode se comportar como um condutor e vice-versa, além disso existe uma outra classe de substância chamada de semicondutores, os quais têm características intermediárias entre os condutores e os isolantes, são largamente utilizados em eletrônica.

2.3 Carga Elétrica Elementar

Carga elétrica elementar é a menor quantidade de carga elétrica possível de existir, e é a carga que um elétron carrega, a qual designarmos por q_e .

A quantidade de carga de um corpo (Q) é sempre um número inteiro desta quantidade (q_e), por isso dizemos que a carga de um corpo é uma grandeza quantizada. O estado elétrico de um corpo pode ser alterado colocando-se ou retirando-se um número inteiro de elétrons. Por exemplo:

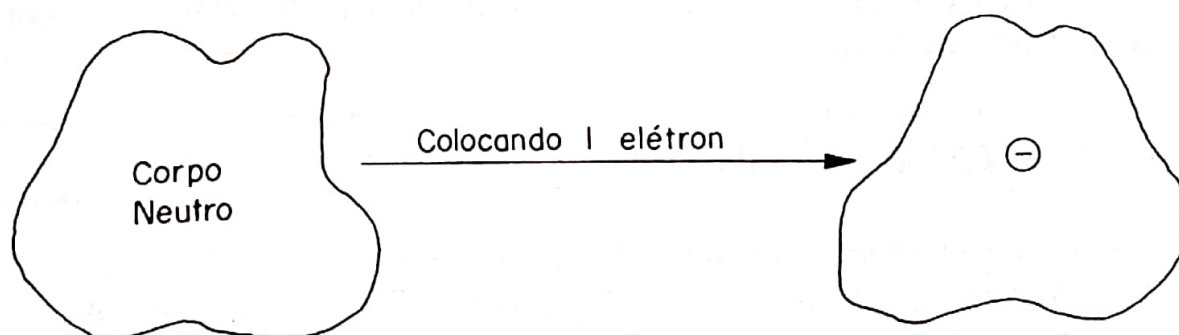


Figura 2.2

O corpo fica com um elétron a mais, isto é, a carga do corpo é negativa e igual à carga que um elétron carrega (q_e), $Q = q_e$.

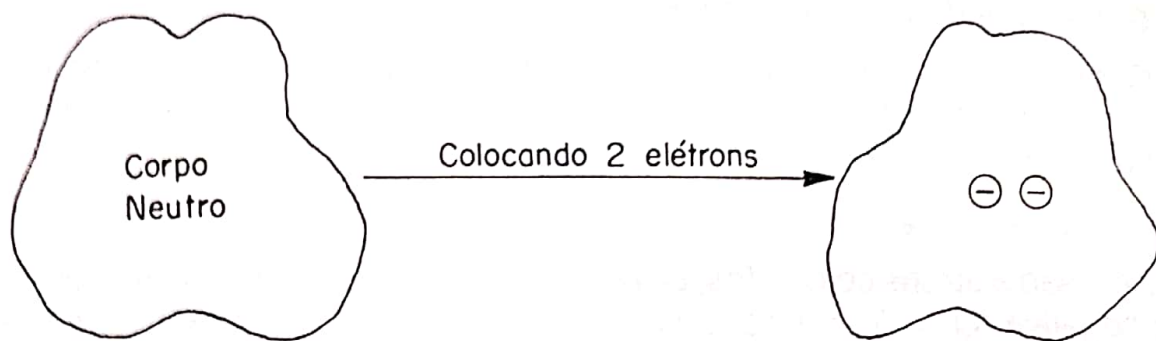


Figura 2.3

O corpo fica negativo e com uma carga igual a duas vezes a carga que um elétron carrega, isto é, $Q = 2q_e$.

Se generalizarmos para n elétrons colocados, a carga do corpo será igual a $Q = n \cdot q_e$ e negativa.

Ao invés de colocarmos elétrons, vamos retirar elétrons do corpo neutro.

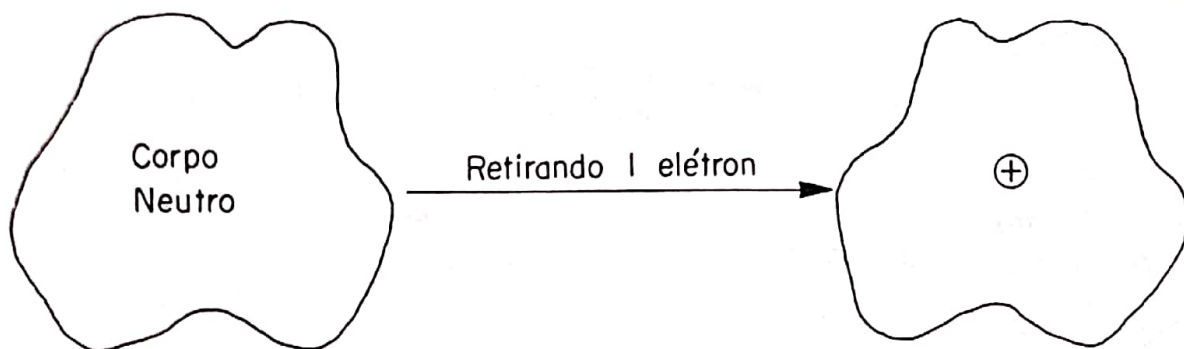


Figura 2.4

Observe que ao retirar um elétron do corpo neutro, o corpo ficará com um próton a mais, logo a carga do corpo será positiva e igual à carga que um próton carrega, isto é, $Q = q_p$.

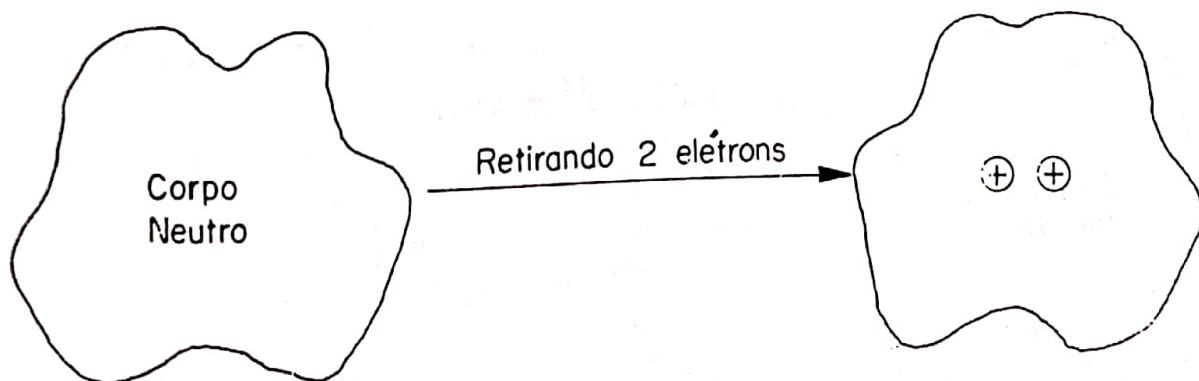


Figura 2.5

O corpo ficará com uma carga positiva e igual a duas vezes a carga que um próton carrega, isto é, $Q = 2 \times q_p$.

Generalizando para n elétrons retirados teremos $Q = n \times q_p$.

Como $|q_e| = |q_p|$ (em módulo as cargas do próton e elétron são iguais), podemos considerar uma única equação que dá a carga de um corpo, em função do número de elétrons (retirados ou colocados).

$$Q = n \times q_e$$

Se n são elétrons colocados, significa que estamos colocando no corpo uma carga negativa ($Q < 0$). Se por outro lado n for o número de elétrons retirados, significa que a carga colocada no corpo é positiva ($Q > 0$).

Podemos concluir que uma forma de especificar quantitativamente a carga de um corpo, é especificar o número de elétrons em excesso ou em falta em um corpo. Como o número de elétrons envolvidos é muito alto, esta não é uma forma prática de se especificar a carga de um corpo, daí se adotar como unidade de carga elétrica o Coulomb (C), assim definido:

$$1C = 6,25 \times 10^{18} \times q_e$$

Significado físico do Coulomb

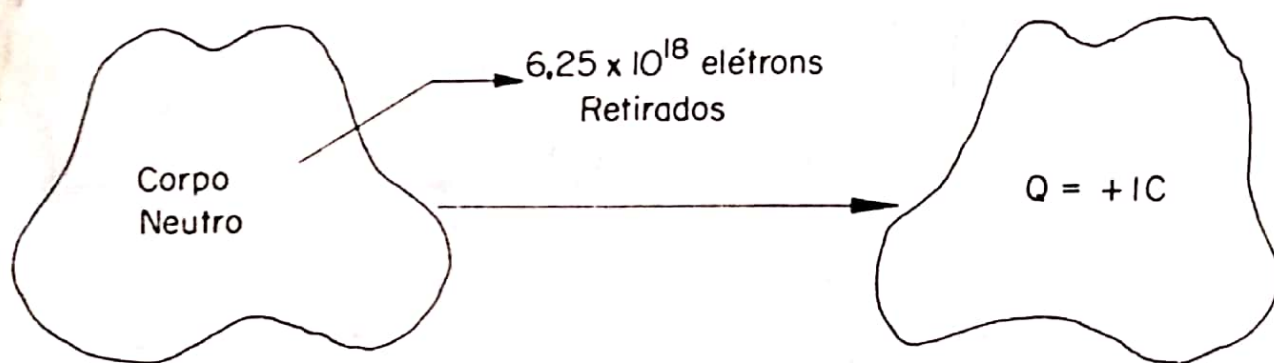


Figura 2.6

Tanto faz dizermos que a carga do corpo é +1C ou que estão faltando $6,25 \times 10^{18}$ elétrons.

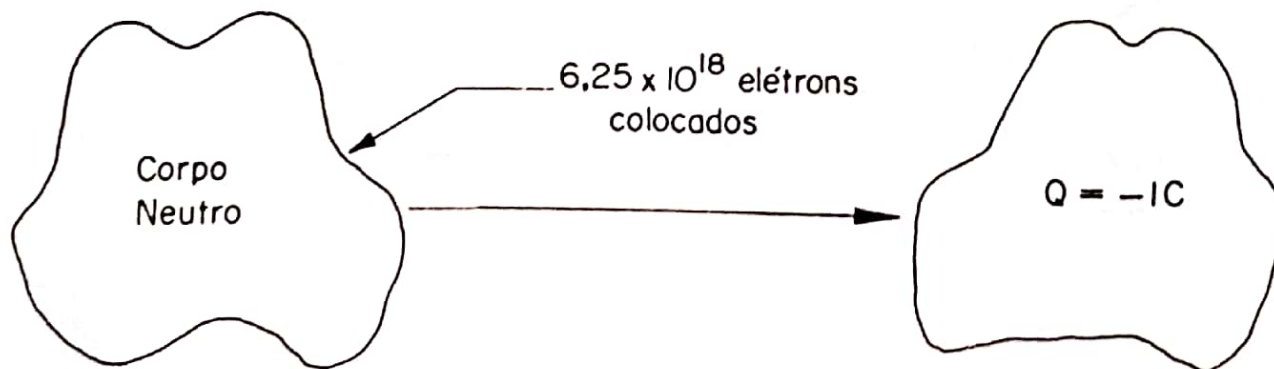


Figura 2.7

Tanto faz dizermos que a carga do corpo é -1C , ou que existem $6,25 \times 10^{18}$ elétrons em excesso no corpo.

Da definição do Coulomb, determinamos qual a quantidade de carga que um elétron carrega, em Coulombs.

$$q_e = \frac{1\text{C}}{6,25 \times 10^{18}} = 1,6 \times 10^{-19}\text{C}$$

sendo uma quantidade negativa por causa da convenção adotada.

Evidentemente, a carga do próton (q_p) apresenta o mesmo valor, sendo porém uma quantidade positiva.

Como a quantidade envolvida é muito pequena, costuma-se usar mais os submúltiplos.

$$1 \text{ milicoulomb (mC)} = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \text{ microcoulomb } (\mu\text{C}) = 10^{-6} \text{ C}$$

$$1 \text{ nanocoulomb (nC)} = 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ picocoulomb (pC)} = 10^{-12} \text{ C}$$

Exercícios Resolvidos

- 1) Quantos elétrons devem ser retirados de um corpo neutro para que fique com uma carga de $32 \mu\text{C}$?

Resp.: Podemos resolver por proporção.

Elétrons retirados	Carga
1	$1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
n	$32 \times 10^{-6} \text{ C}$

$$n \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} = 32 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$n = \frac{32 \times 10^{-6} \text{ C}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 20 \times 10^{13} \text{ elétrons}$$

Poderíamos ter usado a equação:

$$Q = nxq_e \quad n = \frac{Q}{q_e} = \frac{32 \times 10^{-6} \text{ C}}{1,6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 20 \times 10^{13} \text{ elétrons}$$

- 2) Em um corpo neutro foram colocados 5×10^{14} elétrons. Com que carga fica o corpo?

Resp.: Elétrons Colocados Carga

1	→	$-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
5×10^{14}	→	Q

$$Q = -1,6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^{14} \text{ C} = -8 \times 10^{-5} \text{ C} = -80 \mu\text{C}$$

Exercícios Propostos

- 1) Definir condutor e isolante. Dar exemplos.
- 2) Dar as características de um condutor metálico.
- 3) Em que condições um corpo é dito neutro? E eletrizado positivamente? E negativo?
- 4) Quantos elétrons devem ser retirados de um corpo neutro para que fique com $0,1 \text{ C}$?
- 5) Quantos elétrons devem ser colocados de um corpo neutro para que fique com uma carga de $-6,4 \text{ mC}$?
- 6) Em um corpo neutro foram colocados 10^{14} elétrons. Com que carga ficará o corpo?
- 7) De um corpo foram retirados 2×10^{14} elétrons, ficando o corpo com uma carga de $-32 \mu\text{C}$. Qual era a carga inicial do corpo?

2.4 Eletrização

Eletrizar um corpo significa colocar ou retirar elétrons de um corpo. As principais maneiras de se eletrizar um corpo são: por atrito, por contato e por indução.

2.4.1 Eletrização por Atrito

Atritando-se uma régua de plástico com um pano de seda verifica-se que a seda ficará eletrizada negativamente, figura 2.8 e a régua positivamente. Da mesma forma, quando uma barra de ebonite é atritada com um pano de lã, a ebonite recebe elétrons da lã, figura 2.9

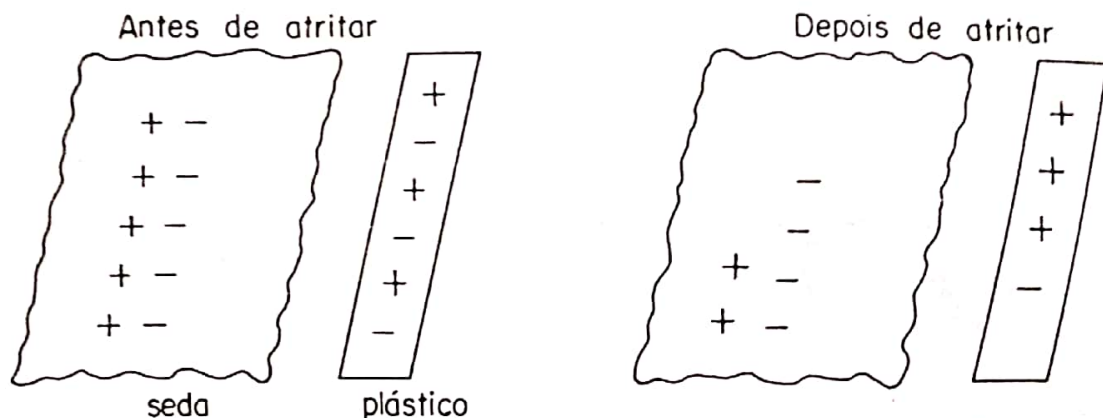


Figura 2.8

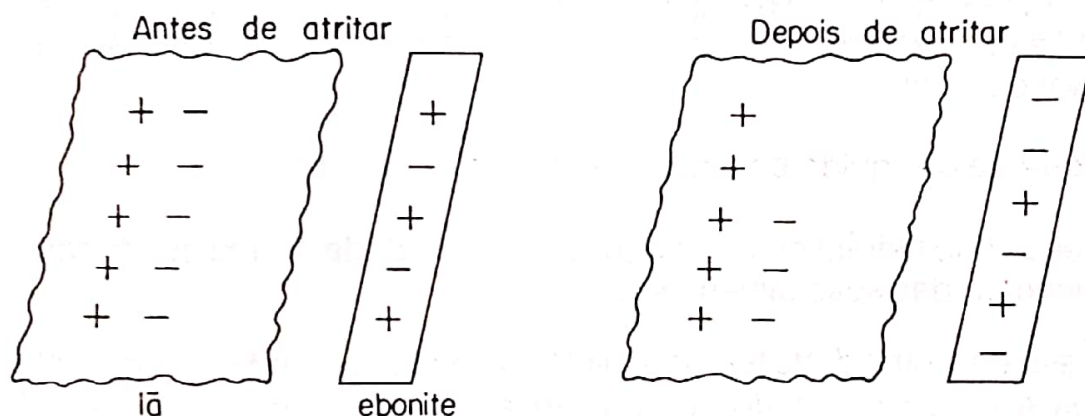


Figura 2.9

A eletrização por atrito é local, isto é, os corpos ficam eletrizados só pontos de contato. Observe que a quantidade de carga adquirida pelos corpos é igual em módulo, e mais ainda, neste tipo de eletrização, é necessário que os corpos sejam de materiais diferentes e isolantes.

2.4.2 Eletrização por Contato

Antes de considerarmos este tipo de eletrização, façamos uma analogia com a hidráulica, já que muitos conceitos são semelhantes.

Consideramos os vasos A e B na figura 2.10 e que se comunicam através de um cano, no qual existe uma válvula inicialmente fechada. Consideramos que existe um desnível entre os líquidos do vaso A e B.

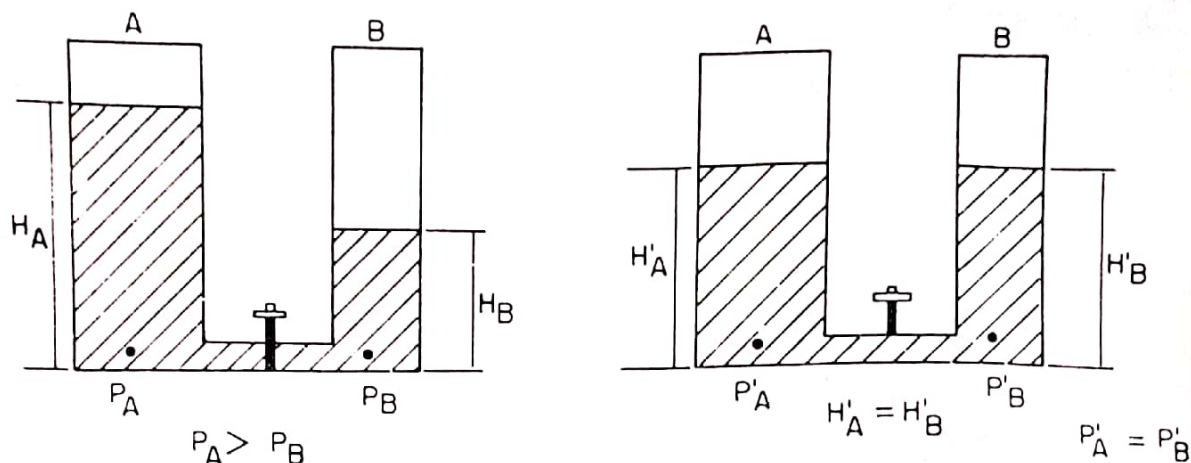


Figura 2.10

Aberta a válvula, observaremos o seguinte:

- Haverá deslocamento de líquido de A para B, por causa do desnível $H_A - H_B \neq 0$ (a pressão no fundo do vaso A, P_A , é maior do que a pressão no fundo do vaso B, P_B).
- A corrente de líquido continuará enquanto houver desnível.
- No equilíbrio hidráulico (níveis iguais), a quantidade de líquido em cada vaso dependerá das suas dimensões.

No caso da eletricidade temos situação semelhante, onde os recipientes são condutores e o seu conteúdo carga elétrica. A passagem de elétrons de um condutor para outro ocorrerá, se houver desnível elétrico (diferença de potencial) entre os condutores.

2.4.2.1 Potencial Elétrico

Para um corpo eletrizado, define-se uma grandeza chamada de potencial elétrico.

O potencial elétrico depende da quantidade de carga que o corpo tem das suas dimensões e do meio onde está o corpo, podendo ser uma quantidade positiva ou negativa, de acordo com a carga que tem. O potencial elétrico está relacionado com a capacidade que tem as cargas armazenadas de realizar um trabalho.

Na realidade, o conceito de potencial está relacionado com capacidade de realizar alguma coisa. Por exemplo, você é uma pessoa que tem potencial, pois tem a capacidade de aprender através da leitura.

No caso do corpo ser esférico e de raio R , o seu potencial elétrico é dado pela equação:

$$V = \frac{K \cdot Q}{R}$$

onde Q é a carga que a esfera tem, em Coulombs, R o seu raio em metros e K é uma constante, que depende do meio no qual se encontra a esfera, cuja unidade é:

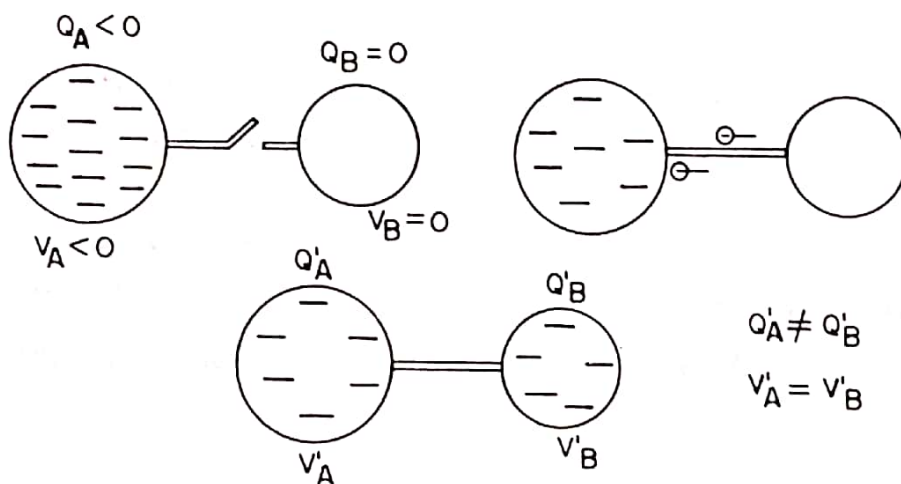
$$\frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

(N = Newton, unidade de força), V é o potencial da esfera em volts (V).

Sejam duas esferas A e B, a primeira eletrizada negativamente ($Q_A < 0$) e a segunda neutra ($Q_B = 0$), ligadas por um fio condutor no qual existe uma chave inicialmente aberta.

O potencial da esfera A é negativo ($V_A < 0$) e o potencial da esfera B é nulo ($V_B = 0$), logo existe uma diferença de potencial (d.d.p) entre as esferas. Fechada a chave, existirá um deslocamento de elétrons da esfera A para a esfera B, até que os potenciais se igualem.

As situações estão representadas na figura 2.11



Chave aberta

Chave fechada no equilíbrio

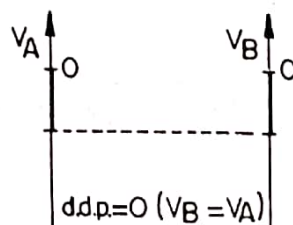
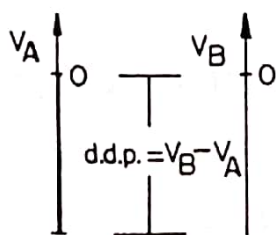


Figura 2.11

Assim como no caso da hidráulica, algumas conclusões podem ser tiradas.

- a) Só haverá deslocamento de cargas de um condutor para o outro (só haverá corrente elétrica), enquanto houver d.d.p (tensão elétrica).
- b) A quantidade de carga de cada condutor no equilíbrio eletrostático só depende das suas dimensões.
- c) Cargas negativas (elétrons no caso) se deslocam sempre de potenciais menores para potenciais maiores (no exemplo $V_A < V_B$).

Cargas positivas se deslocam de potenciais maiores para potenciais menores. No exemplo da figura 2.11, se considerarmos que os portadores de carga livres são cargas positivas, o mesmo resultado seria obtido com o deslocamento de cargas positivas para a esfera A, isto é, saindo cargas positivas da esfera B esta começa a ficar com potencial negativo, e chegando cargas positivas em A esta começa a ficar com potencial menos negativo.

O processo para quando os potenciais se igualam, no caso da eletricidade isto ocorre num tempo muito curto.

Evidentemente, a unidade de d.d.p é a mesma que a unidade de potencial elétrico, isto é, volt (v). Abaixo são dados os submúltiplos e Múltiplos mais usados.

Submúltiplos

$$1 \text{ milivolt (mV)} = 10^{-3} \text{ V}$$

$$1 \text{ microvolt } (\mu\text{V}) = 10^{-6} \text{ V}$$

Múltiplos

$$1 \text{ Kilovolt (KV)} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ Megavolt (MV)} = 10^6 \text{ V}$$

2.4.3 Eletrização por Indução

Na eletrização por contato e por atrito, deve existir o contato físico entre corpos, havendo a transferência de cargas de um corpo para outro. Na eletrização por indução, não haverá contato físico entre corpos, mas os corpos devem ser condutores, como na eletrização por contato.

Consideremos a sequência de eventos:

- a) Inicialmente, os corpos estão muito afastados um do outro, de forma que não haverá influência mútua entre os dois.

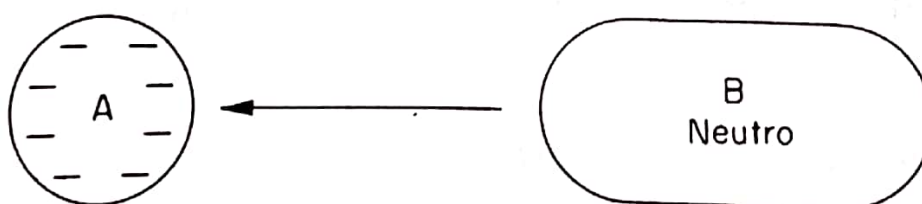


Figura 2.12

- b) Ao aproximarmos os dois corpos, a influência das cargas negativas do corpo A nos elétrons livres do corpo B, provocará uma separação de cargas (polarização) no corpo B.

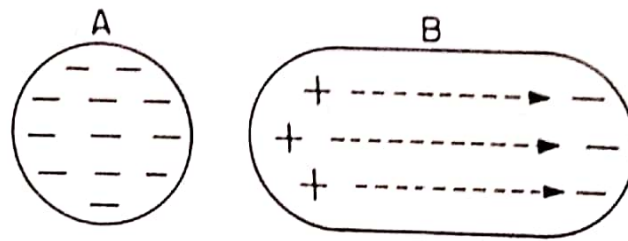


Figura 2.13

- c) Sem afastar os corpos, vamos ligar a extremidade negativa de B à terra. A terra pode ser considerada uma esfera condutora de raio infinitivamente grande, em relação aos objetos que estão na sua superfície, como o potencial de uma esfera é dado por $V = K.Q/R$, o potencial da terra é sempre constante e igual a zero.

A ligação à terra será representada pelo símbolo

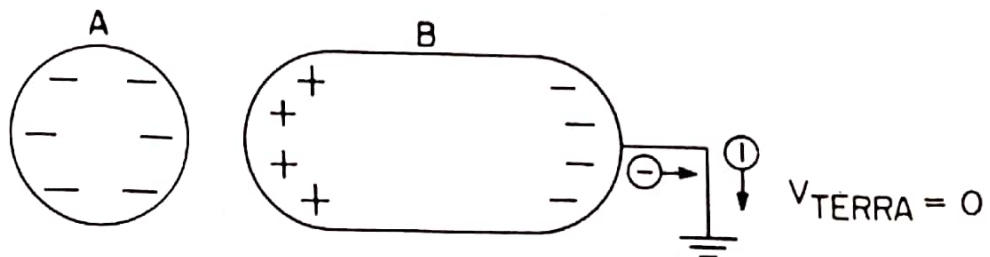


Figura 2.14

Como passa a existir uma d.d.p. entre o corpo B e a terra, haverá um deslocamento de elétrons do corpo B para a terra. Esse cessa quando o potencial da extremidade ligada à terra igualar ao da terra. Observe que não descem todos os elétrons livres do corpo B, pois as cargas positivas na extremidade mais próxima de A também exercem influência nos elétrons livres de B. O que importa é que elétrons livres descem para a terra, deixando o corpo B com falta de elétrons.

- d) Sem afastar os corpos, cortemos a ligação à terra. O condutor B estará com

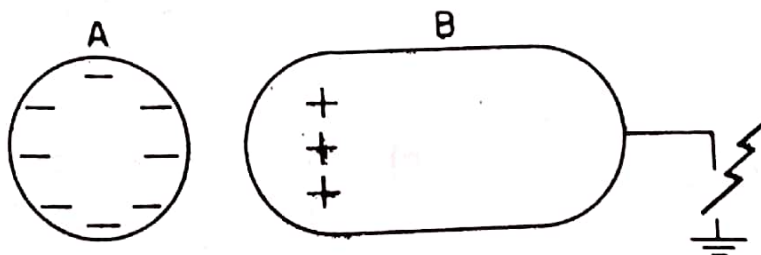


Figura 2.15

falta de elétrons, portanto eletrizado positivamente.

Observe que o corpo A continua com a mesma carga inicial, a carga obtida por B foi fornecida pela terra.

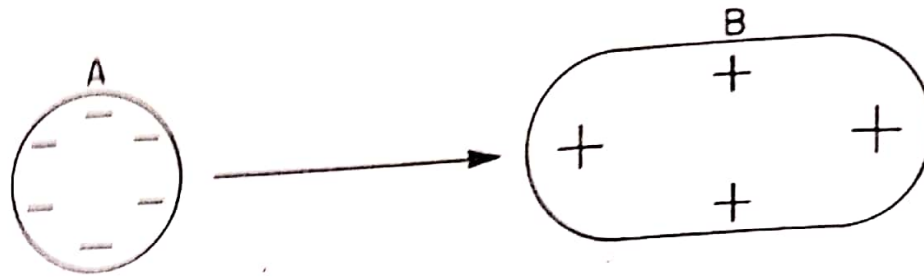


Figura 2.16

2.5 Eletroscópios

São aparelhos usados para detectar carga em um corpo. O tipo mais simples é o pêndulo elétrico, figura 2.17, o qual consiste basicamente de uma esfera de material leve (isopor ou cortiça), recoberta por fina camada condutora e suspensa por um fio isolante (seda ou nylon) a uma haste suporte.

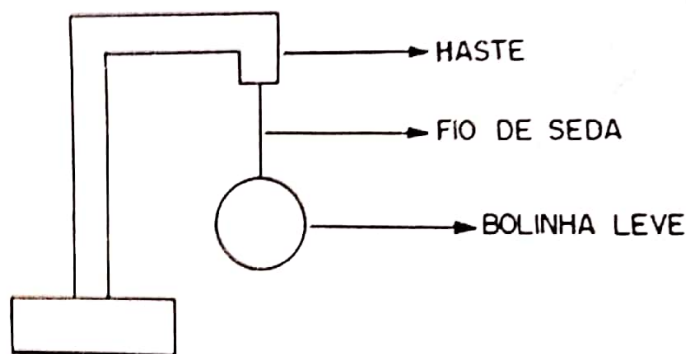


Figura 2.17

A forma de usar o pêndulo elétrico para se verificar a existência de carga em um corpo, está indicada na figura 2.18.

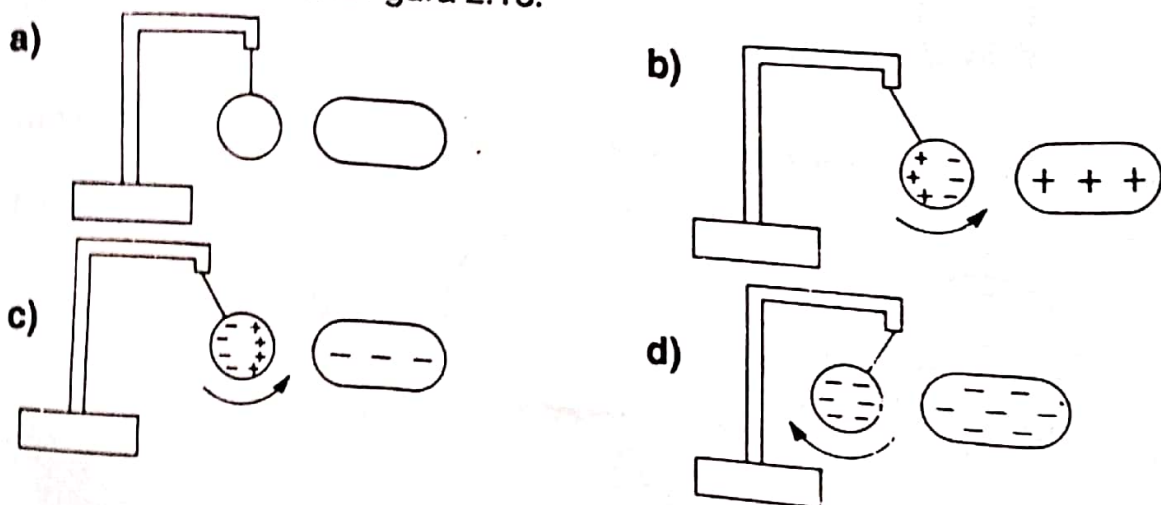


Figura 2.18

A forma de usar o pêndulo elétrico para se verificar a existência de carga em um corpo, está indicada na figura 2.18.

Na figura 2.18a o corpo que se aproxima é neutro, a bolinha permanece imóvel. Na figura 2.18b o corpo que se aproxima é positivo, havendo um movimento no sentido de se aproximar do corpo. Por que isso acontece?

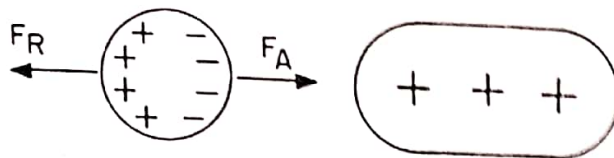


Figura 2.19

Observe a indução de cargas na bolinha, essas cargas vão sofrer a ação de forças de atração e repulsão.

F_A = força de atração entre as cargas induzidas negativas e o corpo.

F_R = força de repulsão entre as cargas induzidas positivas e o corpo.

Como as cargas induzidas negativas estão mais próximas do corpo do que as cargas induzidas positivas $F_A > F_R$, aparecendo uma resultante que tende a aproximar a bolinha. Como essas forças são muito pequenas, há a necessidade da bolinha ser muito leve.

Na figura 2.18c, a situação é análoga à da figura 2.18b. Concluímos que tanto faz o corpo ser positivo ou negativo, a bolinha será sempre atraída, logo não há possibilidade de sabermos qual o sinal da carga do corpo. Se quisermos saber qual o sinal da carga do corpo de prova, o eletroscópio deve estar carregado com uma carga de sinal conhecido. Na figura 2.18d, o eletroscópio está carregado negativamente, ao aproximarmos o corpo de prova observamos uma repulsão, concluímos então que a sua carga é negativa.

Outro tipo de eletroscópio é o de folhas. Neste, uma haste condutora tem nas suas extremidades uma esfera metálica e na outra duas folhas metálicas muito finas (em geral de ouro), sendo o conjunto encerrado em uma garrafa. A aproximação de um corpo eletrizado da esfera metálica, induzirá, na esfera, cargas de sinal oposto a do corpo e na extremidade inferior, cargas de mesmo sinal que a do corpo. Como as folhas são articuladas, a força de repulsão entre elas provocará um ângulo de abertura, indicando a existência de carga no corpo. Na figura 2.20a, está indicando o aspecto do eletroscópio de folhas. A figura 2.20b mostra o que acontece quando aproximamos um corpo positivo, ou negativo. Na figura 2.20c, o eletroscópio está previamente carregado com uma carga negativa. A aproximação do corpo carregado modifica o ângulo de abertura, esta alteração no ângulo de abertura dá a indicação do sinal da carga o corpo.

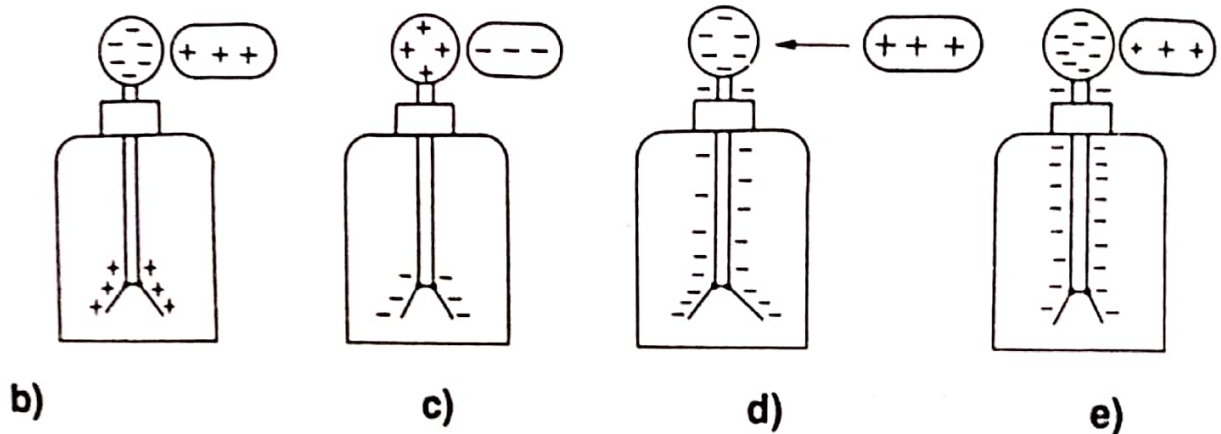
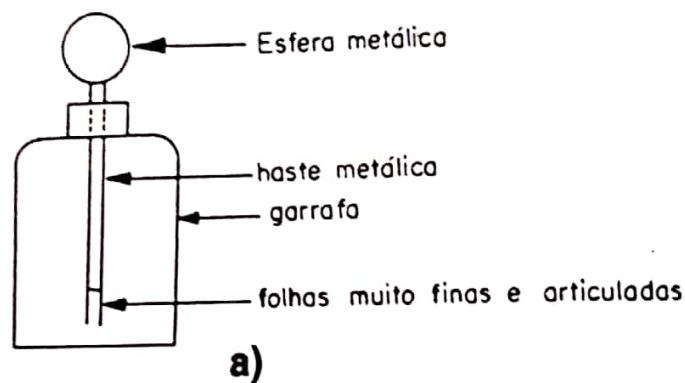


Figura 2.20

Exercícios Propostos

- 1) Explique o que entende quando se diz que a eletrização por atrito é local.
- 2) Os carros que transportam gasolina, arrastam uma corrente. Justifique.
- 3) Uma esfera metálica está carregada positivamente, sendo ligada a uma esfera metálica neutra. Explique o que acontece.
- 4) Dispõe-se de quatro esferas metálicas X, Y, Z e T. Sabe-se que X repele Y, que atrai Z e que Z repele T, e que T tem carga positiva. Qual a carga de Y?
- 5) Duas barras de vidro são atritadas entre si. Elas ficarão eletrizadas? Justifique.
- 6) Um eletroscópio de folhas se encontra eletrizado com uma carga positiva. Ao aproximarmos um corpo do eletroscópio verificamos que as folhas se fecham mais ainda. Qual o sinal da carga do corpo?
- 7) Transformar para mV

a) 0,0005V	b) 0,25V	c) 500 μ V
------------	----------	----------------
- 8) Transformar para volt

a) 0,053mV	b) 750mV	c) 4500 μ V
------------	----------	-----------------