

Capítulo 1

A Natureza da Eletricidade

ESTRUTURA DO ÁTOMO

A *matéria* é algo que possui massa e ocupa lugar no espaço. A matéria é constituída por partículas muito pequenas denominadas *átomos*. Toda a matéria pode ser classificada como: *elemento* ou *composto*. Num elemento, todos os átomos são iguais. São exemplos de elementos o alumínio, o cobre, o carbono, o germânio e o silício. Um composto é uma combinação de elementos. A água, por exemplo, é um composto constituído pelos elementos hidrogênio e oxigênio. A menor partícula de qualquer composto que ainda contenha as características originais daquele composto é chamada de *molécula*.

Os átomos são constituídos por partículas subatômicas: *elétrons*, *prótons* e *nêutrons*, combinados de várias formas. O elétron é a carga negativa (–) fundamental da eletricidade. Os elétrons giram em torno do núcleo, que é o centro do átomo, em trajetórias de “camadas” concêntricas, ou *órbitas* (Figura 1-1). O próton é a carga positiva (+) fundamental da eletricidade. Os prótons se encontram no núcleo. O número de prótons, dentro do núcleo de qualquer átomo específico, determina o número atômico daquele átomo. Por exemplo, o átomo de silício tem 14 prótons no seu núcleo e, portanto, o número atômico do silício é 14. O nêutron, que é a carga neutra fundamental da eletricidade, também se encontra no núcleo.

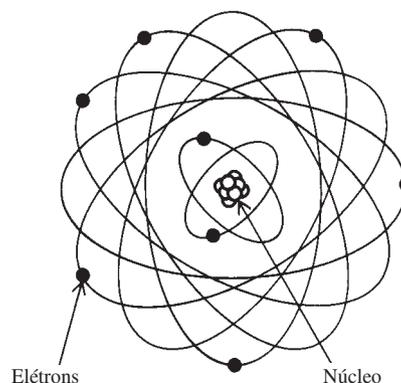


Figura 1-1 Os elétrons e o núcleo de um átomo.

Os átomos de elementos distintos diferem entre si pelo número de elétrons e de prótons que contêm (Figura 1-2). No seu estado natural, um átomo de qualquer elemento contém um número igual de elétrons e de prótons. Como a carga negativa (–) de cada elétron tem o mesmo valor absoluto que a carga positiva (+) de cada próton, as duas cargas opostas se cancelam. Um átomo nestas condições é eletricamente neutro, ou está em equilíbrio (Figura 1-2).

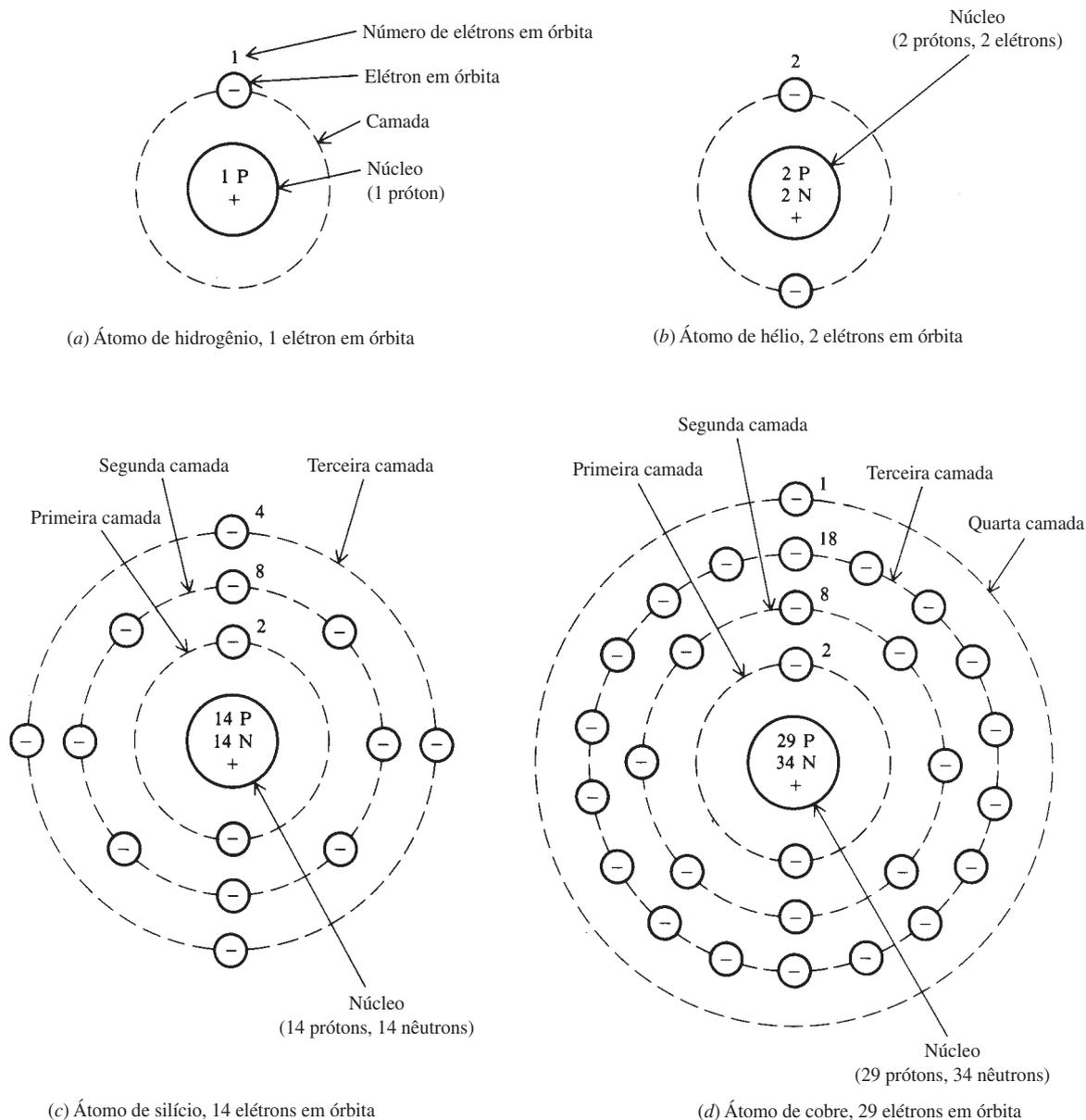


Figura 1-2 Estrutura atômica de quatro elementos comuns.

Exemplo 1.1 Descreva os dois átomos mais simples.

O átomo mais simples é o átomo de hidrogênio, que contém 1 próton no seu núcleo em equilíbrio com 1 elétron que gira em torno do núcleo (Figura 1-2a). O átomo seguinte mais simples é o átomo de hélio, que possui 2 prótons no seu núcleo equilibrados por 2 elétrons orbitando em torno do núcleo (Figura 1-2b).

Um átomo estável (neutro) possui uma certa quantidade de energia, que é igual à soma das energias dos seus elétrons. Os elétrons, por sua vez, possuem energias diferentes chamadas de *níveis de energia*. O nível de energia de um elétron é proporcional a sua distância do núcleo. Portanto, os níveis de energia de elétrons em camadas mais afastadas do núcleo são maiores do que os de elétrons em camadas mais próximas do núcleo. Os elétrons situados na camada mais externa são chamados de elétrons de *valência*. Quando se aplica a certos materiais energia externa como calor, luz ou energia elétrica, os elétrons adquirem energia. Isto pode fazer com que o elétron se desloque para um nível de energia mais alto. Diz-se que um átomo em que isso aconteceu está num *estado excitado*. Um átomo num estado excitado é *instável*.

Ao ser deslocado para a camada mais externa do átomo, o elétron sofre a mínima atração possível pelas cargas positivas dos prótons dentro do núcleo do átomo. Se for aplicada ao átomo uma energia suficiente, alguns dos elé-

trons de valência ou da camada mais externa abandonarão o átomo. Estes elétrons são chamados de elétrons *livres*. É o movimento dos elétrons livres que produz a corrente elétrica num condutor metálico.

Cada camada de um átomo pode conter somente um certo número de elétrons. Este número é chamado de *cota* da camada. Os elétrons em órbita encontram-se em camadas sucessivas denominadas pelas letras K, L, M, N, O, P e Q, cada uma delas mais afastada do núcleo. Cada camada contém um número máximo de elétrons para a condição de estabilidade (Figura 1-3). Depois da camada K ter sido preenchida com 2 elétrons, a camada L pode conter até 8 elétrons. O número máximo de elétrons nas camadas restantes pode ser de 8, 18 ou 32, conforme o elemento. Entretanto, para a camada mais externa, o número máximo é sempre 8.

Exemplo 1.2 Mostre a estrutura do átomo de cobre identificando suas camadas de energia (Figura 1-2d).

No átomo de cobre há 29 prótons no núcleo contrabalanceados pelos 29 elétrons orbitais. Os 29 elétrons preenchem a camada K com 2 elétrons e a camada L com 8 elétrons. Os 19 elétrons restantes preenchem a camada M com 18 elétrons e, conseqüentemente, sobra 1 elétron que fica na camada N mais externa.

Se a cota da camada mais externa de um átomo for preenchida, diz-se que o elemento formado por tais átomos é *inerte* ou *estável*. Quando a camada K é preenchida com 2 elétrons, temos o gás inerte hélio (Figura 1-2b). Quando a camada mais externa de um átomo tem um déficit na sua cota de elétrons, ela pode ganhar ou perder elétrons. Se um átomo perder um ou mais elétrons da sua camada mais externa, o número de prótons supera o número de elétrons e o átomo passa a conter uma carga elétrica efetiva positiva. Nessas condições, o átomo é chamado de *íon positivo*. Se um átomo ganhar elétrons, a sua carga elétrica efetiva torna-se negativa e ele é chamado então de *íon negativo*. O processo pelo qual os átomos recebem ou cedem elétrons é chamado de *ionização*.

Exemplo 1.3 Descreva o que ocorre com o átomo de cobre quando ele perde um elétron da sua camada mais externa. O átomo de cobre torna-se um íon positivo com uma carga efetiva de +1.

CARGA ELÉTRICA

Certos átomos são capazes de ceder elétrons, outros são capazes de receber elétrons. Assim, é possível acontecer transferência de elétrons de um corpo para outro. Quando isso ocorre, a distribuição igual das cargas positivas e negativas em cada corpo deixa de existir. Assim, um corpo terá um excesso de elétrons e a sua carga terá uma polaridade elétrica negativa (-). O outro corpo terá um excesso de prótons e a sua carga será positiva (+).

Quando dois corpos possuem a mesma carga, sendo ambas positivas (+) ou então negativas (-), diz-se que os corpos têm cargas iguais. Quando dois corpos possuem cargas diferentes, isto é, um corpo é positivo (+) enquanto o outro é negativo (-), diz-se que eles apresentam cargas desiguais ou opostas. A lei das cargas elétricas pode ser enunciada da seguinte forma:

Cargas iguais se repelem, cargas opostas se atraem.

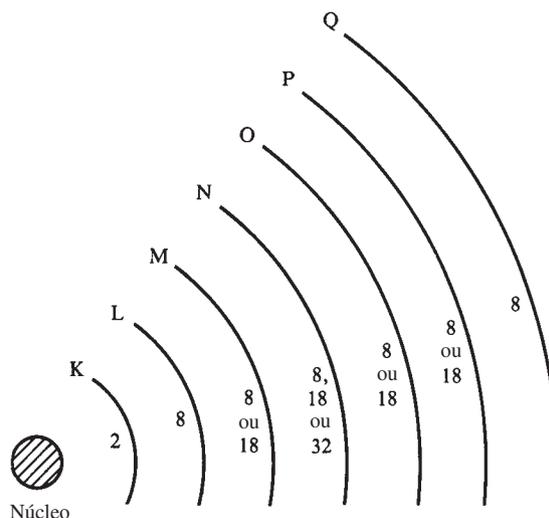


Figura 1-3 Camadas de energia e a cota de elétrons permitida em cada camada.

Se uma carga negativa (-) for colocada próxima a uma outra carga negativa (-), as cargas se repelirão (Figura 1-4a). Se uma carga positiva (+) se aproximar de uma carga negativa (-), as cargas se atrairão (Figura 1-4c).

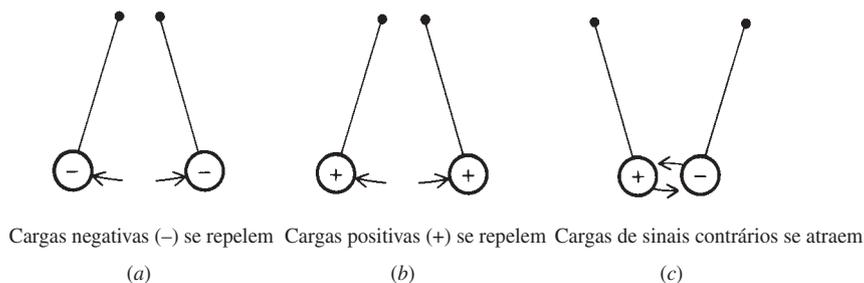


Figura 1-4 Força entre cargas.

UNIDADE COULOMB

A quantidade de carga elétrica de um corpo é determinada pela diferença entre o número de prótons e o número de elétrons que o corpo contém. Seu símbolo é Q , expresso numa unidade chamada de coulomb (C). Uma carga de um coulomb negativo, $-Q$, significa que o corpo contém uma carga de $6,25 \times 10^{18}$ mais elétrons do que prótons*.

Exemplo 1.4 Qual é o significado de $+Q$?

Uma carga de um coulomb positivo significa que o corpo contém uma carga de $6,25 \times 10^{18}$ mais prótons do que elétrons.

Exemplo 1.5 Um material dielétrico possui uma carga negativa de $12,5 \times 10^{18}$ elétrons. Qual é a sua carga em coulombs?

Como o número de elétrons é o dobro da carga de 1 C ($1 \text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$ elétrons), $-Q = 2 \text{ C}$.

CAMPO ELETROSTÁTICO

A característica fundamental de uma carga elétrica é a sua capacidade de exercer uma força. Essa força está presente no campo eletrostático que envolve cada corpo carregado. Quando dois corpos de polaridade oposta são colocados próximos um do outro, o campo eletrostático se concentra na região compreendida entre eles (Figura 1-5). O campo elétrico é representado por linhas de força desenhadas entre os dois corpos. Se um

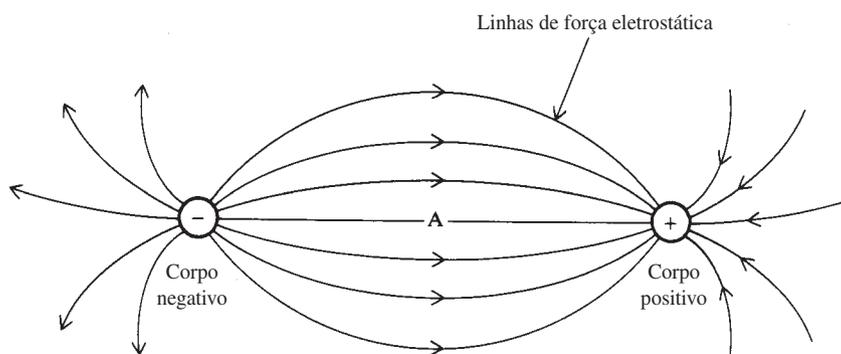


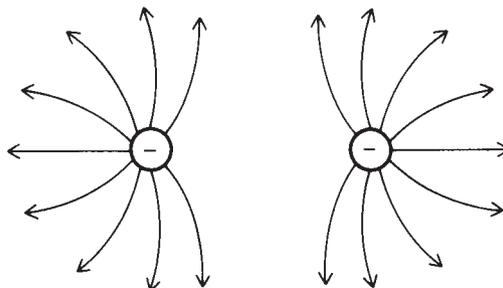
Figura 1-5 O campo eletrostático entre duas cargas de polaridades opostas.

* Veja página 28 (Capítulo 2) que contém uma explicação sobre o uso da potência de 10.

elétron for abandonado no ponto A nesse campo, ele será repellido pela carga negativa e será atraído pela positiva. Assim, as duas cargas tenderão a deslocar o elétron na direção das linhas de força entre os dois corpos. As pontas das setas na Figura 1-5 indicam o sentido do movimento adquirido pelo elétron se ele estivesse em posições diferentes do campo eletrostático.

Exemplo 1.6 Desenhe o campo eletrostático que apareceria entre dois corpos carregados negativamente.

Quando duas cargas idênticas são colocadas próximas uma da outra, as linhas de força se repelem mutuamente como mostra a figura a seguir.



Um corpo carregado manterá sua carga temporariamente, se não houver transferência imediata de elétrons para o corpo ou a partir dele. Nesse caso, diz-se que a carga está em *repouso*. A eletricidade em repouso é chamada de eletricidade *estática*.

DIFERENÇA DE POTENCIAL

Em virtude da força do seu campo eletrostático, uma carga elétrica é capaz de realizar trabalho ao deslocar uma outra carga por atração ou repulsão. A capacidade de uma carga realizar trabalho é chamada de *potencial*. Quando uma carga for diferente da outra, haverá uma diferença de potencial entre elas.

A soma das diferenças de potencial de todas as cargas do campo eletrostático é conhecida como *força eletromotriz* (fem).

A unidade fundamental de diferença de potencial é o *volt* (V). O símbolo usado para a diferença de potencial é V, que indica a capacidade de realizar trabalho ao se forçar os elétrons a se deslocarem. A diferença de potencial é chamada de *tensão*. (Alguns usam inadequadamente a expressão *vtagem*.)

Exemplo 1.7 Qual é o significado da tensão de saída de uma bateria ser igual a 6 V?

Uma tensão de saída de 6 V quer dizer que a diferença de potencial entre os dois terminais da bateria é de 6 V. Assim sendo, a tensão é basicamente a diferença de potencial entre dois pontos.

CORRENTE

O movimento ou o fluxo de elétrons é chamado de *corrente*. Para se produzir a corrente, os elétrons devem se deslocar pelo efeito de uma diferença de potencial. A corrente é representada pela letra *I*. A unidade fundamental com que se mede a corrente é o ampère (A). Um ampère de corrente é definido como o deslocamento de um coulomb através de um ponto qualquer de um condutor durante um intervalo de tempo de um segundo.

Exemplo 1.8 Se uma corrente de 2 A passar através de um medidor durante 1 minuto, quantos coulombs passam pelo medidor?

1 A é 1 C por segundo (C/s). 2 A é 2 C/s. Como em 1 min existem 60 s, $60 \times 2 \text{ C} = 120 \text{ C}$ passam através do medidor em 1 min.

A definição da corrente pode ser expressa por meio de uma equação:

$$I = \frac{Q}{T} \quad (1-1)$$

onde I = corrente, A
 Q = carga, C
 T = tempo, s

ou
$$Q = I \times T = IT \quad (1-2)$$

A carga difere da corrente, pois Q representa um acúmulo de carga e I mede a intensidade das cargas em movimento.

Exemplo 1.9 Obtenha a resposta para o Exemplo 1.8 através da Equação (1-2).
 Escreva os valores conhecidos:

$$I = 2 \text{ A} \quad T = 60 \text{ s}$$

Escreva a incógnita:

$$Q = ?$$

Use a Equação (1-2) para calcular o valor desconhecido:

$$Q = I \times T$$

Substitua $I = 2 \text{ A}$ e $T = 60 \text{ s}$:

$$Q = (2 \text{ A}) \times (60 \text{ s})$$

Resolva para Q :

$$Q = 120 \text{ C} \quad \text{Resp.}$$

FLUXO DE CORRENTE

Num condutor, por exemplo, num fio de cobre, os elétrons livres são cargas que podem ser deslocadas com relativa facilidade ao ser aplicada uma diferença de potencial. Se ligarmos às duas extremidades de um fio de cobre (Figura 1-6) uma diferença de potencial, a tensão aplicada (1,5 V) faz com que os elétrons livres se

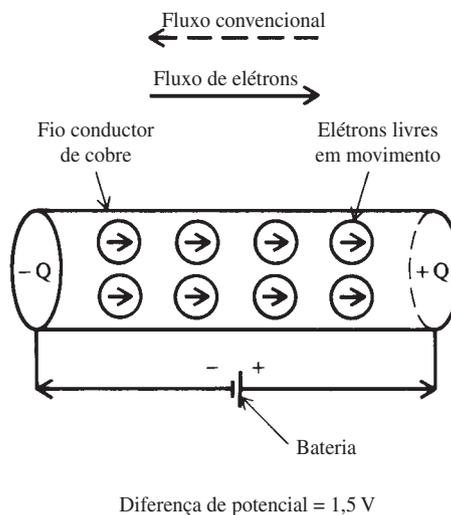


Figura 1-6 A diferença de potencial aplicada às duas extremidades de um fio condutor produz a corrente elétrica.

desloquem. Essa corrente consiste num movimento dos elétrons a partir do ponto de carga negativa, $-Q$, numa das extremidades do fio, seguindo através do fio, e voltando para a carga positiva, $+Q$, na outra extremidade. O sentido do movimento dos elétrons é do lado negativo da bateria, passando através do fio, e de volta ao lado positivo da bateria. O sentido do fluxo de elétrons é de um ponto de potencial negativo para um ponto de potencial positivo. A seta contínua (Figura 1-6) indica o sentido da corrente em função do fluxo de elétrons. O sentido do movimento das cargas positivas, oposto ao fluxo de elétrons, é considerado o *fluxo convencional* da corrente e é indicado pela seta tracejada (Figura 1-6). Em eletricidade básica, os circuitos geralmente são analisados em termos da corrente convencional. Portanto, o sentido da corrente convencional é o sentido das cargas positivas em movimento. Qualquer circuito pode ser analisado tanto através do fluxo de elétrons como do fluxo convencional em sentido oposto. Neste livro, a corrente sempre será considerada de acordo com o fluxo convencional.

FONTES DE ELETRICIDADE

Bateria química

Uma pilha química voltaica consiste numa combinação de materiais usados para converter energia química em energia elétrica. Uma bateria é constituída pela ligação de duas ou mais pilhas. Uma reação química produz cargas opostas em dois metais diferentes, que servem como terminais negativo e positivo (Figura 1-7). Os metais estão em contato com um eletrólito.

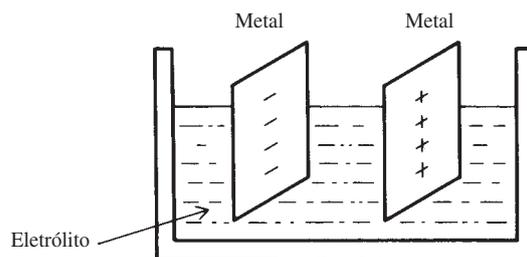


Figura 1-7 Pilha química voltaica.

Gerador

O gerador é uma máquina na qual se usa a indutância eletromagnética para produzir uma tensão por meio da rotação de bobinas de fio através de um campo magnético estacionário ou pela rotação de um campo magnético através de bobinas de fio estacionárias. Atualmente, mais de 95% da energia consumida no mundo é produzida por geradores.

Energia térmica

A produção da maior parte de energia elétrica origina-se pela formação de energia térmica. O carvão, o óleo ou gás natural pode ser queimado para liberar grandes quantidades de calor. Uma vez que a energia térmica está disponível, o próximo passo é convertê-la em energia mecânica. A água é aquecida para produzir vapor que, por sua vez, é utilizado para girar as turbinas que impelem os geradores elétricos. Uma conversão *direta* da energia térmica em energia elétrica aumentaria a eficiência e reduziria a poluição térmica dos mananciais de água e da atmosfera.

Conversão magnetohidrodinâmica (MHD)

Num conversor MHD, os gases são ionizados por meio de temperaturas altíssimas, em torno de 1650 graus Celsius (1650° C). Os gases quentes passam através de um campo magnético forte resultando em uma corrente. Os gases extraídos voltam novamente para a fonte de calor para completar um ciclo (Figura 1-8). Os conversores MHD não possuem partes mecânicas móveis.

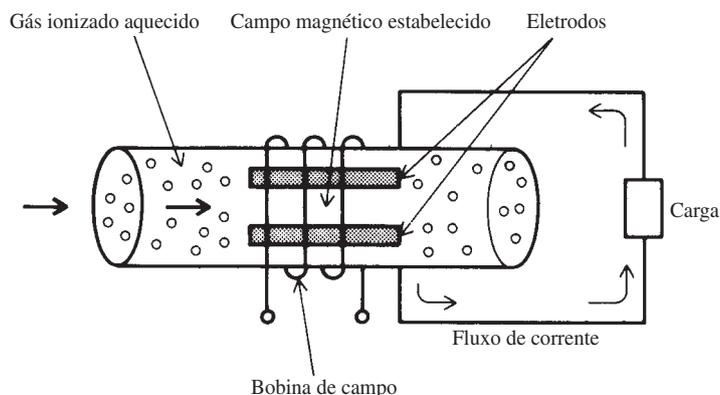


Figura 1-8 Princípios do conversor MHD.

Emissão termoiônica

O conversor de energia termoiônica é um dispositivo constituído por dois eletrodos num vácuo. O eletrodo emissor é aquecido e produz elétrons livres. O eletrodo coletor é mantido a uma temperatura muito mais baixa e recebe os elétrons emitidos pelo emissor.

Células solares

As células, ou pilhas, solares convertem energia luminosa diretamente em energia elétrica. São constituídas de material semicondutor como o silício e são utilizadas em grandes arranjos em naves espaciais para recarregar as baterias. As células solares são utilizadas também no aquecimento doméstico.

Efeito piezoelétrico

Certos cristais, como o quartzo e os sais de Rochelle, geram uma tensão quando vibram mecanicamente. Este fenómeno é conhecido como *efeito piezoelétrico*. Um exemplo é a cápsula de cristal dos toca-discos, que contém um cristal de sal de Rochelle ao qual é fixada a agulha. À medida que a agulha passa pelos sulcos do disco, ela balança de um lado para outro. Este movimento mecânico é aplicado ao cristal e assim gera-se uma tensão.

Efeito fotoelétrico

Alguns materiais, como o zinco, o potássio e o óxido de célio, emitem elétrons quando as suas superfícies são atingidas pela luz. Este fenómeno é conhecido como *efeito fotoelétrico*. Exemplos comuns de fotoeletricidade são os tubos de imagem de TV e as células fotoelétricas.

Termopares

Se dois fios de materiais diferentes, como o ferro e o cobre, forem soldados um ao outro, e se a junção for aquecida, a diferença na atividade eletrônica nos dois metais produz uma fem através da junção. As junções de termopares podem ser usadas para medir a quantidade de corrente, pois a corrente promove o aquecimento da junção.

CORRENTES E TENSÕES CONTÍNUAS E ALTERNADAS

A corrente contínua (dc ou cc) é a corrente que passa através de um condutor ou de um circuito somente num sentido (Figura 1-9a). A razão dessa corrente unidirecional se deve ao fato das fontes de tensão, como as pilhas e

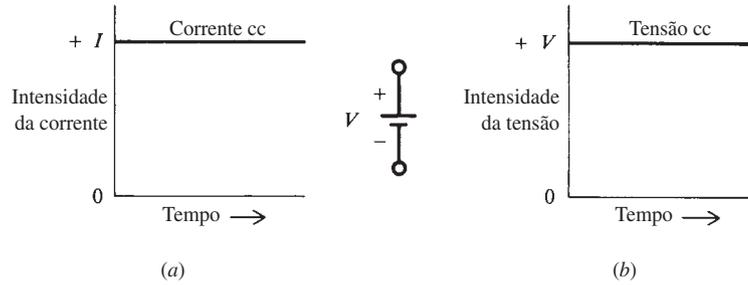
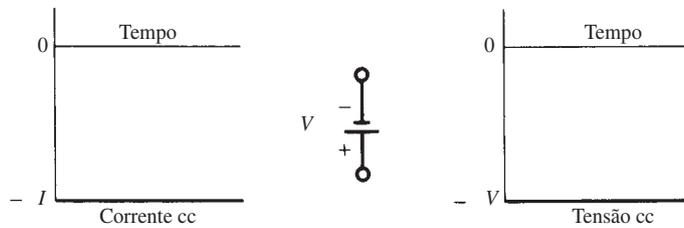


Figura 1-9 Formas de onda de uma corrente cc e de uma tensão cc constante.

as baterias, manterem a mesma polaridade da tensão de saída (Figura 1-9b). A tensão fornecida por essas fontes é chamada de *tensão de corrente contínua* ou simplesmente de *tensão dc* ou *tensão cc*. Uma fonte de tensão contínua pode variar o valor da sua tensão de saída, mas se a polaridade for mantida, a corrente fluirá somente num sentido.

Exemplo 1.10 Consideremos que a polaridade da bateria da Figura 1-9b fosse invertida. Desenhe as novas curvas da corrente e da tensão.

Com a polaridade invertida, a corrente fluirá agora no sentido oposto. As curvas ficariam da seguinte forma:



Uma fonte de tensão alternada (tensão ca) inverte ou alterna periodicamente a sua polaridade (Figura 1-10a). Conseqüentemente, o sentido da corrente alternada resultante também é invertido periodicamente (Figura 1-10b). Em termos do fluxo convencional, a corrente flui do terminal positivo da fonte de tensão, percorre o circuito e volta para o terminal negativo, mas quando o gerador alterna a sua polaridade, a corrente tem que inverter o seu sentido. Um exemplo comum é a linha de tensão ca usada na maioria das residências. Nesses sistemas, os sentidos da tensão e da corrente sofrem muitas inversões por segundo.

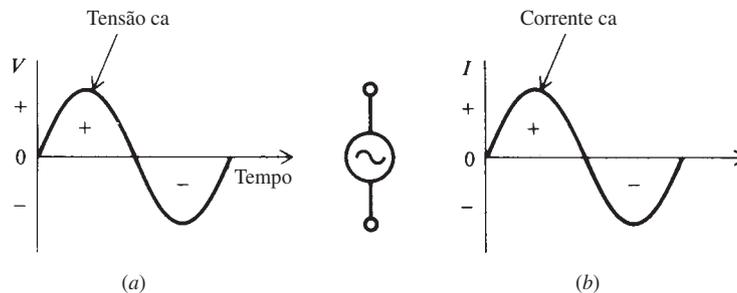


Figura 1-10 Formas de onda de tensão e de corrente ca.

Problemas Resolvidos

1.1 Associe cada termo da coluna 1 ao seu significado mais adequado na coluna 2.

Coluna 1	Coluna 2
1. Elétron	(a) Carga positiva
2. Nêutron	(b) Mesmo número de elétrons e prótons
3. Composto	(c) Elétrons na primeira camada
4. Neutro	(d) Elétrons liberados
5. Elétrons de valência	(e) Carga neutra
6. Número atômico	(f) Elétrons na camada mais externa
7. Elétrons livres	(g) Cota preenchida na camada mais externa
8. Camada K	(h) Número de elétrons no núcleo
9. Íon	(i) Carga negativa
10. Inerte	(j) Cota de 2 elétrons
	(l) Elétrons combinados
	(m) Número de prótons no núcleo
	(n) Átomo carregado

Resp. 1. (i) 2. (e) 3. (l) 4. (b) 5. (f) 6. (m) 7. (d) 8. (j) 9. (n) 10. (g)

1.2 Mostre a estrutura atômica do elemento alumínio com número atômico 13. Qual é a sua valência eletrônica?

Pelo fato do alumínio ter 13 prótons no núcleo, ele deve ter 13 elétrons orbitais para ser eletricamente neutro. Começando pelas camadas mais internas (Figura 1-3), temos:

Camada K	2 elétrons
Camada L	8 elétrons
Camada M	3 elétrons
Total	13 elétrons

A estrutura atômica do alumínio apresenta uma distribuição de elétrons como mostra a Figura 1-11. A sua valência eletrônica é -3 , porque ele possui 3 elétrons de valência.

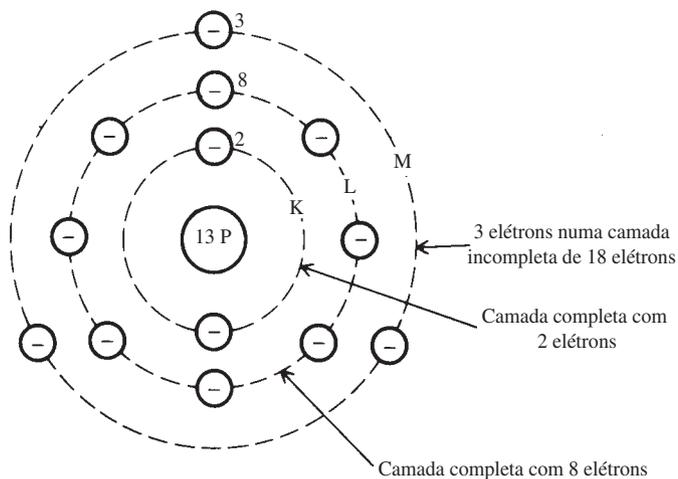


Figura 1-11

- 1.3** Observando o número máximo de elétrons nas camadas K, L, M e N na Figura 1-3, verificamos que eles são 2, 8, 18 e 32 elétrons, respectivamente. Desenvolva a fórmula que descreve essa relação, onde n é o número da camada em ordem seqüencial a partir do núcleo.

A fórmula é $2n^2$ porque o número máximo de elétrons na camada:

$$\text{K ou primeira } (n = 1) \text{ é } 2(1^2) = 2(1) = 2$$

$$\text{L ou segunda } (n = 2) \text{ é } 2(2^2) = 2(4) = 8$$

$$\text{M ou terceira } (n = 3) \text{ é } 2(3^2) = 2(9) = 18$$

$$\text{N ou quarta } (n = 4) \text{ é } 2(4^2) = 2(16) = 32$$

Essa relação é verdadeira para a maioria dos elementos.

- 1.4** Qual é a carga efetiva de um corpo que contenha 8 prótons e 4 elétrons?

O valor numérico da carga efetiva é obtido subtraindo-se o número de um tipo de carga do número do outro tipo de carga. Logo, uma carga positiva de 8 (+8) e uma carga negativa de 4 (-4) resultam numa carga positiva de 4 (+4).

- 1.5** Um isolante carregado tem um déficit de 50×10^{18} elétrons. A deficiência de elétrons implica um excesso de prótons. Portanto, o isolante tem uma carga positiva de 8 C ou $+Q = 8 \text{ C}$.

- 1.6** Escreva a palavra que completa mais corretamente cada uma das seguintes afirmações:

(a) Uma haste de borracha repele outra haste de borracha, de forma que ambas têm cargas _____.

(b) Uma haste de vidro atritada com um tecido de seda atrai uma haste de borracha atritada com pele de animal. Se a haste de borracha for negativa, a haste de vidro deve ser _____.

(a) igual(ais) (lei das cargas) (b) positiva(s) (lei das cargas)

- 1.7** Determine a corrente necessária para carregar um dielétrico para que ele acumule uma carga de 20 C após 4 s.

Valores conhecidos: $Q = 20 \text{ C}$; $T = 4 \text{ s}$

Incógnita: $I = ?$

Utilize a Equação (1-1) para determinar I :

$$I = \frac{Q}{T} = \frac{20 \text{ C}}{4 \text{ s}} = 5 \text{ A} \quad \text{Resp.}$$

- 1.8** Uma corrente de 8 A carrega um isolador por 3 s. Qual é a carga acumulada?

Valores conhecidos: $I = 8 \text{ A}$; $T = 3 \text{ s}$

Incógnita: $Q = ?$

Use a Equação (1-2) para determinar Q :

$$Q = IT = (8 \text{ A})(3 \text{ s}) = 24 \text{ C} \quad \text{Resp.}$$

- 1.9** Escreva a palavra ou palavras que completam mais corretamente as seguintes afirmações:

(a) A capacidade de uma carga realizar trabalho é o seu _____.

(b) Quando uma carga é diferente da outra, há uma _____ de _____.

(c) A unidade de diferença de potencial é o _____.

- (d) A soma das diferenças de potencial de todas as cargas é chamada de _____.
- (e) O movimento de cargas produz uma _____.
- (f) Uma grande quantidade de cargas em movimento representa um valor _____ de corrente.
- (g) Quando a diferença de potencial for zero, o valor da corrente será _____.
- (h) O aparecimento de fluxo de cargas é chamado de _____.
- (i) O sentido do fluxo convencional da corrente é do ponto de potencial _____ para o ponto de potencial _____.
- (j) O fluxo de elétrons tem sentido oposto ao do fluxo _____.
- (k) A corrente contínua (cc) tem somente _____ sentido.
- (l) Uma _____ é um exemplo de uma fonte de tensão cc.
- (m) Uma corrente alternada (ca) _____ sua polaridade.

- Resp. (a) potencial (h) corrente
 (b) diferença, potencial (i) positivo, negativo.
 (c) volt (j) convencional
 (d) força eletromotriz (k) um
 (e) corrente (l) bateria
 (f) maior (m) inverte
 (g) zero

1.10 Associe cada dispositivo da coluna 1 com o seu princípio mais aproximado da coluna 2.

Coluna 1	Coluna 2
1. Bateria	(a) Indução eletromagnética
2. Gerador	(b) Emissão termoiônica
3. Tubo de imagem de TV	(c) Gases ionizados
4. Válvula	(d) Reação química
5. Agulha de toca-discos	(e) Energia térmica
	(f) Fotoeletricidade
	(g) Movimento mecânico

Resp. 1. (d) 2. (a) 3. (f) 4. (b) 5. (g)

Problemas Complementares

1.11 Associe cada termo na coluna 1 com o seu significado mais próximo na coluna 2.

Coluna 1	Coluna 2
1. Próton	(a) Carga negativa
2. Molécula	(b) Cota de 8 elétrons
3. Cota	(c) Estado excitado
4. Camada L	(d) Número máximo de elétrons em uma camada
5. Elemento	(e) Átomo negativamente carregado
6. Instável	(f) Carga positiva
7. Camada	(g) Massa e volume

Coluna 1	Coluna 2
8. Cobre	(h) O número atômico é 29
9. Íon negativo	(i) Cota de 18 elétrons
10. Matéria	(j) Órbita
	(k) Menor partícula contendo características iguais
	(l) O número atômico é 14
	(m) Todos os átomos são iguais

Resp. 1. (f) 2. (k) 3. (d) 4. (b) 5. (m) 6. (c) 7. (j) 8. (h) 9. (e) 10. (g)

1.12 Complete o mais corretamente possível com uma ou mais palavras as seguintes afirmações:

- (a) Os elétrons deslocam-se em torno do núcleo em percursos chamados de _____.
- (b) O núcleo de um átomo é formado por partículas chamadas de _____.
- (c) O número de prótons no núcleo de um átomo é conhecido como o _____ do átomo.
- (d) Quando todos os átomos de uma substância forem iguais, a substância é chamada de _____ químico.
- (e) Uma _____ é a menor partícula de um composto, que mantém todas as propriedades daquele composto.
- (f) O _____ de energia de um elétron é determinado pela sua distância do núcleo de um átomo.
- (g) Se um átomo neutro recebe elétrons, ele se torna um íon _____.
- (h) Se um átomo neutro cede elétrons, ele se torna um íon _____.
- (i) Cargas opostas se _____ mutuamente, enquanto cargas iguais se _____.
- (j) Um corpo carregado é envolvido por um campo _____.

Resp. (a) camadas ou órbitas (f) nível
 (b) prótons, nêutrons (g) negativo
 (c) número atômico (h) positivo
 (d) elemento (i) atraem, repelem
 (e) molécula (j) eletrostático

1.13 Mostre a estrutura atômica do elemento fósforo, o qual tem número atômico 15. Qual é a sua valência?

Resp. Veja a Figura 1-12. A valência é -5.

1.14 Mostre a estrutura atômica do elemento néon, que tem número atômico igual a 10. Qual é a sua valência?

Resp. Veja a Figura 1-13. A valência é 0. Assim, o néon é estável.

1.15 Qual a carga líquida se 13 elétrons forem acrescentados a 12 prótons?

Resp. -1 elétron

1.16 O que acontece com o átomo de silício quando ele perde todos os elétrons que orbitam na camada mais externa?

Resp. Ele se torna um íon negativo com uma carga líquida de -4. Veja a Figura 1-2c.

1.17 Um isolador carregado tem um excesso de 25×10^{18} elétrons. Determine sua carga em coulombs com a polaridade.

Resp. $-Q = 4 \text{ C}$

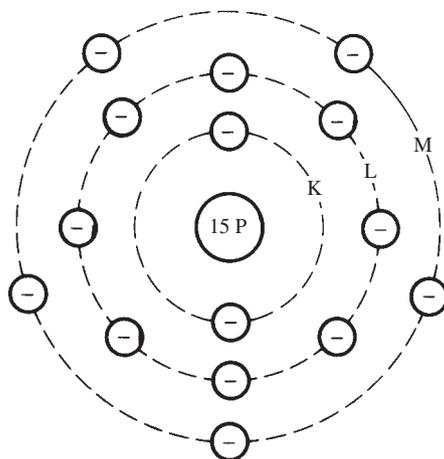


Figura 1-12

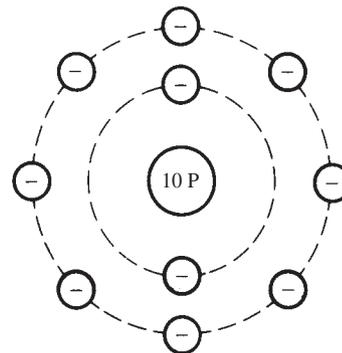


Figura 1-13

1.18 Um material com um excesso de 25×10^{18} elétrons perde $6,25 \times 10^{18}$ elétrons. Faz-se com que os elétrons excedentes fluam passando por um dado ponto em 2 s. Calcule a corrente produzida pela passagem dos elétrons resultantes.

Resp. $I = 1,5 \text{ A}$

1.19 Uma carga de 10 C passa por um dado ponto a cada 2 s. Qual é a corrente?

Resp. $I = 5 \text{ A}$

1.20 Qual é a carga acumulada quando uma corrente de 5 A carrega um isolante durante 5 s?

Resp. $Q = 25 \text{ A}$

1.21 Associe cada item na seção 1 com sua aplicação na seção 2.

Seção 1		Seção 2	
1. Água	4. Quartzo	(a) Célula solar	(e) Célula fotoelétrica
2. Óxido de célio	5. Zinco-carbono	(b) Gerador	(f) Turbina
3. Silício	6. Ferro-cobre	(c) Bateria	(g) Conversor MHD
		(d) Oscilador a cristal	(h) Termopar

Resp. 1. (f) 2. (e) 3. (a) 4. (d) 5. (c) 6. (h)

1.22 Preencha a tabela com os valores que estão faltando.

	$I, \text{ A}$	$Q, \text{ C}$	$T, \text{ s}$
(a)	?	10	2
(b)	5	?	4
(c)	?	9	2
(d)	7	?	3
(e)	2	6	?

Resp.

	$I, \text{ A}$	$Q, \text{ C}$	$T, \text{ s}$
(a)	5	....	....
(b)	....	20	....
(c)	4,5	....	....
(d)	....	21	....
(e)	....	....	3