

Mecânica e Campo Electromagnético

Ano lectivo de 2011/12

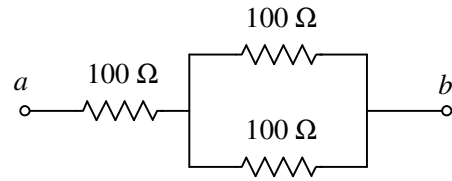
Exercícios do Capítulo 3.5 – Corrente Eléctrica e Circuitos DC

1. Uma colher de chá com a área de $7,0 \text{ cm}^2$ vai ser prateada. É ligada ao eléctrodo negativo de uma célula electrolítica contendo nitrato de prata (Ag^+NO_3^-). Se a célula for alimentada por uma bateria de 12 V e tiver uma resistência de $1,8 \Omega$, quanto tempo é necessário para que uma camada de prata com a espessura de 0,133 mm se deposite na colher? (A densidade da prata é $10,5 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$ e a sua massa molar, 107,87 g/mole).
2. Suponha que a corrente através de um condutor decresce exponencialmente com o tempo de acordo com a expressão $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$, em que I_0 é a corrente inicial (em $t = 0$), e τ uma constante com dimensões de tempo. Considere um ponto de observação fixo no condutor.
 - a) Que quantidade de carga passa neste ponto entre $t = 0$ e $t = \tau$?
 - b) Que quantidade de carga passa neste ponto entre $t = 0$ e $t = 10\tau$?
 - c) Que quantidade de carga passa neste ponto entre $t = 0$ e $t = \infty$?
3. Uma pequena esfera carregada com uma carga q é feita rodar em círculo na extremidade de uma corda isoladora. A frequência angular da rotação é ω . Qual é o valor médio da corrente produzida pela esfera?
4. Um disco fino, de raios interior e exterior r_1 e r_2 respectivamente, carregado uniformemente com carga Q , está em rotação sobre o seu eixo com velocidade angular ω . Calcule a corrente equivalente em circulação.
- *5*. Um fio de tungsténio com 1,5 m de comprimento e uma secção de $0,60 \text{ mm}^2$ é sujeito a uma diferença de potencial de 0,90 V. Qual é a corrente no fio?
6. Um cubo sólido de prata (densidade = $10,5 \text{ g/cm}^3$) tem uma massa de 90,0 g.
 - a) Qual é a resistência eléctrica entre faces opostas do cubo?
 - b) Se houver um electrão de condução por cada átomo de prata, qual é a velocidade média dos electrões quando uma diferença de potencial de 10,0 mV é aplicada entre duas faces opostas? (o número atómico da prata é 47 e a sua massa molar é 107,87 g/ mole).
7. Um fio de resistência R é esticado para 1,25 vezes o seu comprimento original, ao ser puxado através de um pequeno orifício. Obtenha a resistência do fio depois de esticado.
 - a) Calcule a resistência entre as duas extremidades do corpo.
 - b) Qual deverá ser o diâmetro de um cilindro do mesmo material, e com o mesmo comprimento, para que tenha a mesma resistência?
- *8*. Um fio de carvão e um fio de níquel-crómio são ligados em série. Se a combinação tiver uma resistência de $10 \text{ K}\Omega$ a 0°C , qual deverá ser a resistência de cada fio a 0°C para que a resistência da combinação não varie com a temperatura?

9. Pretende-se calibrar a resistência de um fio de platina para medidas a baixas temperaturas. Um fio de platina com uma resistência de $1,00\ \Omega$ a $20\ ^\circ\text{C}$ é imerso em azoto líquido, a $77\ \text{K}$ ($-196\ ^\circ\text{C}$). Se o comportamento do fio de platina for linear com a temperatura, qual é a sua resistência a $-196\ ^\circ\text{C}$?
10. Um enrolamento de aquecimento de $500\ \text{W}$ foi desenhado para operar a $220\ \text{V}$ e foi fabricado com fio de níquel-crómio com $0,5\ \text{mm}$ de diâmetro.
- Assumindo que a resistividade do níquel-crómio se mantém constante e igual ao seu valor a $20\ ^\circ\text{C}$, determine o comprimento do fio a ser usado.
 - Agora considere a variação da resistividade com a temperatura. Qual a potência que o enrolamento calculado na alínea a) de facto proporciona quando aquecido a uma temperatura de $1200\ ^\circ\text{C}$?
11. Um enrolamento de níquel-crómio tem $25\ \text{m}$ de comprimento. O fio tem um diâmetro de $0,40\ \text{mm}$, está a $20\ ^\circ\text{C}$ e transporta uma corrente de $0,5\ \text{A}$.
- Calcule a amplitude do campo eléctrico dentro do fio.
 - Calcule a potência por ele libertada.
 - Se a temperatura aumentar para $340\ ^\circ\text{C}$ e a diferença de potencial através do fio permanecer constante, qual é a potência fornecida?
12. Uma torradeira tem um elemento de aquecimento feito de níquel-crómio. Quando a torradeira é inicialmente ligada a uma fonte de tensão de $120\ \text{V}$ (e o fio está à temperatura de $20\ ^\circ\text{C}$), a corrente é $1,8\ \text{A}$. Contudo a corrente começa a decrescer à medida que o elemento aquece. Depois de a torradeira atingir a sua temperatura de operação final, a corrente cai para $1,53\ \text{A}$.
- Calcule a potência que a torradeira consome à sua temperatura normal de operação.
 - Qual é a temperatura final do elemento de aquecimento?
13. Qual é a corrente numa resistência de $5,6\ \Omega$ ligada a uma bateria com uma resistência interna de $0,20\ \Omega$, se a tensão na resistência for $10,0\ \text{V}$? Qual é a força electromotriz da bateria?
14. Uma bateria de automóvel tem uma força electromotriz de $12,6\ \text{V}$ e uma resistência interna de $0,080\ \Omega$. Os faróis de iluminação têm uma resistência total de $5,0\ \Omega$ (constante). Qual é a diferença de potencial nos faróis quando...
- Eles constituem a única carga da bateria?
 - O motor de arranque é accionado, requerendo uma corrente de $35\ \text{A}$.
15. Uma lâmpada de iluminação com a indicação “ $75\ \text{W}$ a $220\ \text{V}$ ” é colocada num suporte numa extremidade de uma longa extensão de cabo no qual cada um dos condutores tem uma resistência de $0,80\ \Omega$. A outra extremidade do cabo é ligada a uma ficha de $220\ \text{V}$. Faça um diagrama do circuito, e calcule a potência realmente fornecida à lâmpada.

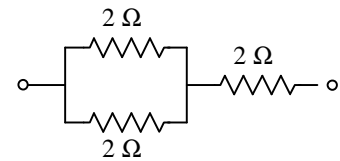
16. Três resistências de $100\ \Omega$ são ligadas como mostra a Figura. A potência máxima que podeser libertada com segurança por qualquer das resistências é $25\ \text{W}$.

- a) Qual é a máxima tensão que pode ser aplicada entre os terminais a e b ?
- b) Para a tensão calculada na alínea anterior, qual é a potência fornecida a cada resistência? Qual é a potência total fornecida?



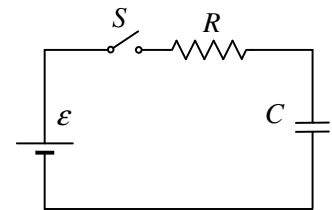
17. A corrente num circuito é triplicada ligando uma resistência de $500\ \Omega$ em paralelo com a resistência do circuito. Determine a resistência do circuito na ausência da resistência de $500\ \Omega$.

- *18*. Três resistências de $2\ \Omega$ são ligadas como se mostra na Figura. Cada uma pode dissipar uma potência máxima de $32\ \text{W}$ sem aquecer excessivamente. Determine a potencia máxima que pode ser fornecida à combinação de resistências.



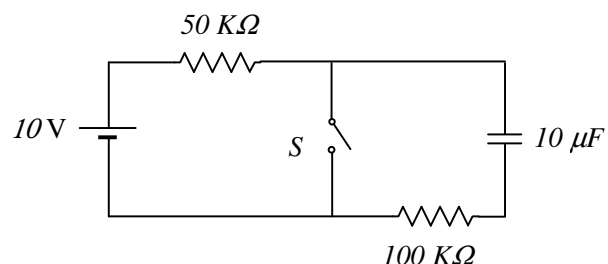
19. Considere um circuito RC série para o qual $R = 1\ \text{M}\Omega$, $C = 5\ \mu\text{F}$ e $\varepsilon = 30\ \text{V}$.

- a) Calcule a constante de tempo do circuito.
- b) Calcule a máxima carga no condensador depois de o interruptor ser fechado.
- c) Se o interruptor for fechado em $t = 0$, calcule a corrente no condensador $10\ \text{s}$ depois.



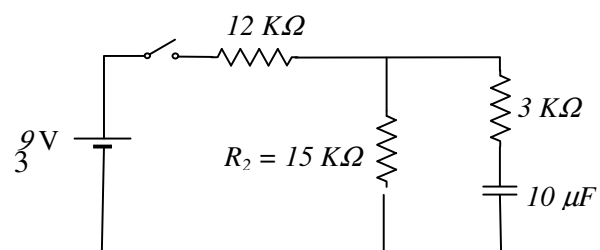
20. No circuito da Figura, o interruptor S esteve aberto muito tempo, sendo fechado num dado instante.

- a) Determine a constante de tempo do circuito antes e depois de o interruptor ser fechado.
- b) Se o interruptor for fechado em $t = 0$, determine a corrente através dele como função do tempo.



21. Suponha que o interruptor S da figura seguinte esteve fechado durante um período de tempo suficientemente longo para que o condensador se tenha carregado completamente.

- a) Calcule a corrente estacionária em cada resistência.
- b) Calcule a carga Q no condensador.
- c) O interruptor é aberto em $t = 0$. Escreva uma expressão para a

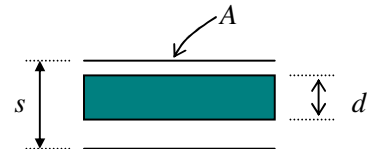


corrente que passa na resistência R_2 como função do tempo.

d) Obtenha o tempo que leva o condensador a descarregar-se para um quinto da sua tensão inicial.

22 Um condensador de placas paralelas é construído usando um material dielétrico cuja constante dielétrica é 3 e cuja rigidez dielétrica é 2×10^8 V/m. A capacidade requerida é $0.25 \mu\text{F}$ e o condensador deve poder suportar uma diferença de potencial máxima de 4000 V. Determine a área mínima das placas do condensador.

23 Uma placa condutora de espessura d e área A é inserida no espaço entre as placas de um condensador de placas paralelas espaçadas de s e com área A , como mostra a Figura. A placa não está necessariamente a meio caminho entre as placas do condensador. Qual é a capacidade do sistema?



24 Quando um condensador de placas paralelas com dielétrico de ar é ligado a uma fonte de alimentação, adquire uma carga q_0 em cada uma das placas. Enquanto a ligação se mantém, um material dielétrico é inserido entre as placas preenchendo completamente a região entre elas. Isto resulta na acumulação de uma carga adicional q em cada placa. Qual é a constante dielétrica do material?

25 Um circuito electrónico necessita de um condensador com uma capacidade de 3 pF e uma tensão de ruptura de 800V. Se dispuser de um stock de condensadores de 6 pF, cada um com uma tensão de ruptura de 200 V, como poderia satisfazer o requisito deste circuito?

26 É possível obter grandes diferenças de potencial carregando primeiro um conjunto de condensadores ligados em paralelo e depois accionando um sistema de interruptores que desliga os condensadores uns dos outros e da fonte para depois os ligar em série. O conjunto é depois descarregado em série. Qual é a máxima diferença de potencial que pode ser obtida deste modo usando 10 condensadores, cada um com uma capacidade de $500 \mu\text{F}$ e uma fonte de 800 V?

Soluções:

Tabela de resistividades e coeficientes de temperatura para a resistividade.

Tabela de constantes dielétricas.

Material	ρ ($\Omega \cdot \text{m}$)	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	Material	ϵ_r	Rigidez dielétrica (V/m)
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$	$3,8 \times 10^{-3}$	Ar (seco)	1,00059	3×10^6
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$	Baquelite	4,9	24×10^6
Ouro	$2,44 \times 10^{-8}$	$3,4 \times 10^{-3}$	Borracha	6,7	12×10^6
Alumínio	$2,82 \times 10^{-8}$	$3,9 \times 10^{-3}$	Nylon	3,4	14×10^6
Tungsténio	$5,6 \times 10^{-8}$	$4,5 \times 10^{-3}$	Papel	3,7	16×10^6
Ferro	10×10^{-8}	$5,0 \times 10^{-3}$	Polistireno	2,56	24×10^6
Platina	11×10^{-8}	$3,92 \times 10^{-3}$	Porcelana	6	12×10^6
Chumbo	22×10^{-8}	$3,9 \times 10^{-3}$	Vidro pirex	5,6	14×10^6
Niquel-crómio	$1,50 \times 10^{-6}$	$0,4 \times 10^{-3}$	Titanato de	233	8×10^6

			estroncio		
Carvão	$3,5 \times 10^{-5}$	$-0,5 \times 10^{-3}$	Teflon	2,1	60×10^6
Silício	640	-75×10^{-3}	Vácuo	1	-
Vidro	10^{10} a 10^{14}		Água	80	-

1. $\Delta t = 131 \text{ s}$.

2. a) $\Delta q = I_0 \tau (1 - 1/e)$ b) $\Delta q = I_0 \tau (1 - e^{-10})$ c) $\Delta Q = I_0 \tau$.

3. $\bar{I} = q\omega/2\pi$.

4. $I = \frac{Q}{T} = \frac{\omega Q}{2\pi}$.

5. $I = 6,4 \text{ A}$.

6. $\langle v \rangle = 3,29 \text{ mm/s}$.

7. $R' = 1,56R$.

8. $R_C = 5,56 \text{ K}\Omega$; $R_{NiCr} = 4,44 \text{ K}\Omega$.

9. $R' = 0,15 \Omega$.

10. a) $l = 12,7 \text{ m}$ b) $P = 340 \text{ W}$.

11. a) $E = 6 \text{ V/m}$; b) $P = 74,5 \text{ W}$ c) $P' = 66 \text{ W}$.

12. a) $P = 183,6 \text{ W}$ b) $T_f = 461 \text{ }^\circ\text{C}$

13. $\epsilon = 10,4 \text{ V}$

14. a) $V = 12,4 \text{ V}$ b) $V = 9,65 \text{ V}$

15. $P = 74,7 \text{ W}$

16. a) $V_{ab} = 75 \text{ V}$. b) 25 W ; $6,25 \text{ W}$; $6,25 \text{ W}$ Total: $37,5 \text{ W}$.

17. $R = 1000 \Omega$.

18. $P = 48 \text{ W}$.

19. a) $\tau = 5 \text{ s}$ b) $Q = 150 \mu\text{C}$ c) $I(10) = 4,1 \mu\text{A}$.

20. a) Antes $\tau = 1,5 \text{ s}$ Depois $\tau = 1,0 \text{ s}$ b) $I(t) = 10^{-4} e^{-t} \text{ (A)}$.

21. a) 12K: $1/3 \text{ mA}$; 15K: $1/3 \text{ mA}$; 3K: 0. b) $Q = 50 \mu\text{C}$. c) $I(t) = 0,278 e^{-t/0,18} \text{ mA}$; d) $t = 0,29 \text{ s}$.

22. $A = 0,188 \text{ m}^2$.

23. $C = \frac{A\epsilon_0}{d'}$ com $d' = s - d$.

24. $\epsilon_r = 1 + q/q_0$.

25. Série de 4 condensadores em paralelo com outra série de 4 condensadores.

26. $\Delta V = 8 \text{ KV}$.