

Equações de Maxwell

(Fundamentos de Física Vol.3 Halliday, Resnick e Walker, Cap. 37)

1. Demonstre que a corrente de deslocamento num capacitor de placas paralelas pode ser escrita como:

$$i_d = C \cdot \frac{dV}{dt}$$

2. Um capacitor de placas circulares paralelas de raio R esta sendo carregado. Deduza a expressão para o campo magnético induzido em pontos internos ao capacitor.
3. No problema anterior mostre que a densidade de corrente de deslocamento em pontos internos ao capacitor é dado por:

$$J_d = \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt}$$

4. Qual é a corrente de deslocamento para a situação descrita no problema numero 2.
5. Ainda com relação a situação descrita no problema numero 2, mostre que o campo magnético pode ser escrito como:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i_d \cdot r}{2\pi \cdot R^2}$$

Indutância

(Fundamentos de Física Vol.3 Halliday, Resnick e Walker, Cap. 33)

6. A indutância de uma bobina compacta de 400 espiras vale 8 mH. Calcule o fluxo magnético através da bobina quando a corrente é de 5 mA.
7. Um solenóide é enrolado com uma única camada de fio de cobre isolado (diâmetro 2.5 mm). Ele tem 4 cm de diâmetro e um comprimento de 2 m. Quantas espiras possui o solenóide e qual é sua indutância.
8. Dois indutores L_1 e L_2 estão ligados em **serie** e separados por uma distancia muito grande. Mostre que a indutância equivalente é dada por:

$$L_{\text{equiv}} = L_1 + L_2$$

Por que a separação entre os indutores deve ser grande para que a expressão acima seja valida.

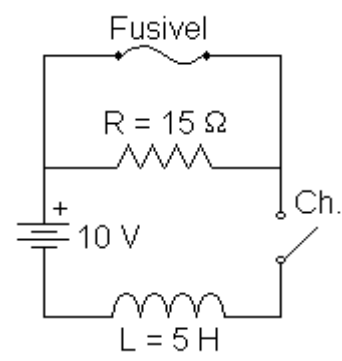
9. Dois indutores L_1 e L_2 estão ligados em paralelo e separados por uma distancia muito grande. Mostre que a indutância equivalente é dada por:

$$\frac{1}{L_{\text{equiv}}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

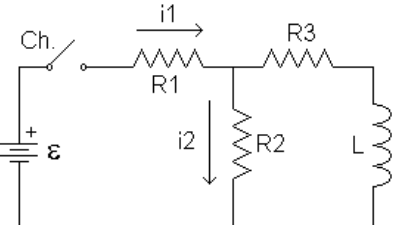
Por que a separação entre os indutores deve ser grande para que a expressão acima seja válida.

10. Um solenóide cilíndrico longo com 100 espiras/cm tem um raio de 1.6 cm. Suponha que o campo magnético que ele produz seja paralelo ao eixo do solenóide e uniforme no seu interior. **(a)** Qual é a sua indutância por metro de comprimento? **(b)** Se a corrente variar a uma taxa de 13 A/s, qual será a fem induzida por metro?
11. Em termos de τ_L , quanto tempo devemos esperar para que a corrente num circuito RL cresça e fique a 0.1 % de seu valor de equilíbrio?
12. Considere um circuito RL, onde um resistor $R = 4 \Omega$ é ligado em série com um indutor $L = 6 \text{ H}$ e conectados a uma bateria ε formando uma malha fechada. Suponha que a fem da bateria varie com o tempo t de tal modo que a corrente seja dada por $i(t) = 3 + 5 \cdot t$ onde i é dado em Ampères e t em segundos. Determine uma expressão para a fem da bateria.
13. Uma diferença de potencial de 45 V é subitamente aplicada a uma bobina com $L = 50 \text{ mH}$ e $R = 180 \Omega$. Qual é a taxa de crescimento da corrente após 1.2 ms ?

14. Na figura ao lado, o componente no ramo superior é um fusível ideal de 3 A. Ele possui resistência nula, desde que a corrente que o atravessa seja menor do que 3 A. Quando a corrente atinge 3 A, ele “queima” e, conseqüentemente, passa a ter resistência infinita (circuito aberto). A chave Ch. É fechada no instante $t = 0$. **(a)** Em que instante o fusível se queima? **(b)** Faça um gráfico da corrente i através do indutor em função do tempo. Assinale o instante onde o fusível se queima.



15. Na figura ao lado $\varepsilon = 100 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$ e $L = 2 \text{ H}$. Determine os valores de i_1 e i_2 **(a)** imediatamente após fechar a chave Ch.; **(b)** muito tempo após ela Ter sido fechada; **(c)** imediatamente após ela ser aberta novamente e finalmente **(d)** muito tempo após sua reabertura.



16. A energia armazenada num certo indutor é 25 mJ quando a corrente é 60 mA. **(a)** Calcular a indutância. **(b)** Que corrente é necessária para a energia magnética armazenada ser 4 vezes maior ?
17. Um cabo coaxial longo consiste em dois cilindros condutores concêntricos, de paredes delgadas, de raios a e b ($a > b$). O cilindro central A (de raio a) é percorrido por uma corrente constante i , que retorna pelo cilindro externo B (de raio b). **(a)** Calcular a energia armazenada no campo magnético entre os dois cilindros ao longo de uma extensão 1 m do cabo. **(b)** Qual é a energia armazenada por unidade de comprimento do cabo sendo $a = 1.2 \text{ mm}$ e $b = 3.5 \text{ mm}$ com $i = 2.7 \text{ A}$?
18. Uma bobina com uma indutância de 2 H e uma resistência de 10Ω é subitamente ligada a uma bateria de resistência desprezível com $\varepsilon = 100 \text{ V}$. Após 0.1 s da ligação ter sido feita, quais serão as taxas com que **(a)** a energia esta sendo armazenada no

campo magnético, **(b)** a energia térmica que está aparecendo e **(c)** a energia que esta sendo fornecida pela bateria ?

19. Um indutor toroidal de 90 mH delimita um volume de 0.02 m^3 . Sabendo-se que a densidade média de energia no toroide é de 70 J/m^3 , qual é a corrente que circula por ele?

Oscilações Eletromagnéticas

(Fundamentos de Física Vol.3 Halliday, Resnick e Walker, Cap. 35)

20. Qual é a capacitância de um circuito LC, sabendo-se que a carga máxima do capacitor é $1.6 \text{ } \mu\text{C}$ e a energia total é $140 \text{ } \mu\text{J}$?
21. Num circuito LC, um indutor de 1.5 mH armazena uma energia máxima de $10 \text{ } \mu\text{J}$. Qual é o pico de corrente?
22. Para um certo circuito LC a energia total é transformada de energia elétrica no capacitor para energia magnética no indutor em $1.5 \text{ } \mu\text{s}$. **(a)** Qual é o período de oscilação? **(b)** Qual é a frequência de oscilação? **(c)** Num certo instante, a energia magnética é máxima. Quanto tempo depois será máxima novamente?
23. Os osciladores LC são usados em circuitos ligados a alto-falantes para criar alguns sons de musica eletrônica (osciladores eletrônicos). Que indutância deve ser usada com um capacitor de $6.7 \text{ } \mu\text{F}$ para produzir uma frequência de 10 kHz, aproximadamente no meio da faixa audível de frequências?
24. Um circuito LC oscilante consistindo num capacitor de 1 nF e uma bobina de 3 mH tem um pico de voltagem de 3 V. **(a)** Qual é a carga máxima do capacitor ? **(b)** Qual é o pico de corrente no circuito? **(c)** Qual é a energia máxima armazenada no campo magnético da bobina?
25. Num circuito LC no qual $C = 4 \text{ } \mu\text{F}$ a diferença de potencial máxima através do capacitor durante as oscilações é de 1.5 V e a corrente máxima através do indutor é de 50 mA **(a)** Qual é a indutância L ? **(b)** Qual é a frequência das oscilações **(c)** Quanto tempo leva para a carga do capacitor cresça até seu valor máximo?
26. Num circuito LC, $L = 25 \text{ mH}$ e $C = 7.8 \text{ } \mu\text{F}$. No instante $t = 0$ a corrente é 9.2 mA, a carga é $3.8 \text{ } \mu\text{C}$ e o capacitor esta carregado. **(a)** Qual é a energia total do circuito? **(b)** Qual é a carga máxima do capacitor? **(c)** Qual é a corrente máxima? **(d)** Sabendo-se que a carga do capacitor é dada por $q = Q \cdot \cos(\omega \cdot t + \phi)$, qual é o angulo de fase ? **(e)** Considere os mesmos dados, exceto que o capacitor esta perdendo carga no instante $t = 0$. Qual é, então, o angulo de fase?
27. Num circuito LC com $C = 64 \text{ } \mu\text{F}$ a corrente em função do tempo é dada por $i = 1.6 \cdot \sin(2.5 \cdot t + 0.68)$, onde t é dado em segundos, i em Ampères e o angulo de fase em radianos. **(a)** Quando, após $t = 0$, a corrente atingira seu valor máximo? **(b)** Qual é a indutância? **(c)** Determine a energia total no circuito.
28. Que resistência R deve ser ligada em serie com uma indutância $L = 220 \text{ mH}$ e uma capacitância $C = 12 \text{ } \mu\text{F}$ a fim de que a carga máxima do capacitor decaia a 99 % de seu valor inicial em 50 ciclos ?

29. Num circuito LC amortecido, determine o instante em que a energia máxima presente no capacitor é a metade da energia máxima presente no instante $t = 0$. Suponha $q = Q$ para $t = 0$.
30. Queremos ligar, em série, um gerador com um indutor de $L = 2$ mH e com um capacitor C . Dispomos de dois capacitores $C_1 = 4$ μ F e $C_2 = 6$ μ F, que podem ser usados separadamente ou em conjunto, para produzir C . Quais as freqüência de ressonância que podem ser obtidas ?

Correntes Alternadas

(Fundamentos de Física Vol.3 Halliday, Resnick e Walker, Cap. 36)

31. Um indutor de 50 mH esta ligado a um gerador de corrente alternada com $\varepsilon_m = 30$ V. Qual será a amplitude da corrente alternada resultante se a freqüência da fem por (a) 1 kHz e (b) 8 kHz ?
32. Em que freqüência um indutor de 6 mH e um capacitor de 10 μ F teriam a mesma reatância? Qual seria o valor desta reatância? Mostre que essa freqüência seria igual à freqüência natural das oscilações LC livres?
33. A saída de um gerador $\varepsilon = \varepsilon_m \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$, com $\varepsilon_m = 25$ V e $\omega = 377$ rad/s, esta ligado a um capacitor de 4.15 μ F. (a) Qual é o valor máximo da corrente ? (b) No instante em que a corrente é máxima, qual é o valor da fem do gerador? (c) Quando a fem do gerador é -12.5 V e esta crescendo em modulo, qual é o valor da corrente?
34. A saída de um gerador é dada por $\varepsilon = \varepsilon_m \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - \pi/4)$, onde $\varepsilon_m = 30$ V e $\omega = 350$ rad/s. A corrente é dada por $i = I \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \pi/4)$, onde $I = 620$ mA. (a) Quando, após $t = 0$, a fem do gerador atinge pela primeira vez um máximo ? (b) Quando, após $t = 0$, a corrente atinge pela primeira vez um máximo? (c) O circuito contem um único elemento alem do gerador. Este elemento é um capacitor, um indutor ou um resistor? Justifique. (d) Qual é o valor da capacitância, da indutância ou da resistência, conforme seja o caso?

Respostas dos problemas propostos

- | | |
|---|---|
| 2. $B = \frac{1}{2} \cdot \mu_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot r \cdot \frac{dE}{dt}$ ($r \leq R$) | 22. (a) 6 μ s (b) 167 kHz (c) 3 μ s |
| 4. $i_d = \varepsilon_0 \cdot (\pi \cdot r^2) \cdot \frac{dE}{dt}$ | 23. 37.8 μ H |
| 7. (a) 800 espiras | 24. (a) 3 nC (b) 1.7 mA (c) 4.5 nJ |
| 10. (a) 0.1 H (b) 1.3 V | 25. (a) 3.6 mH |
| 12. (42 + 20.t) | 26. (a) 1.98 μ J |
| 13. 12 A/s | 27. (a) 356 μ s |
| 14. (a) 1.5 s | 28. 8.62 m Ω |
| 15. (a) $i_1 = i_2 = 3.33$ A (b) $i_1 = 4.54$ A,
$i_2 = 2.73$ A | 29. (L/R).ln(2) |
| (d) $i_1 = i_2 = 0$ | 31. (a) 95.5 mA (b) 11.9 mA |
| 17. $U = \frac{\mu_0 \cdot i^2 \cdot l}{4\pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right)$ | |
| 20. 9.14 nF | |