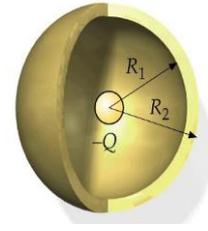


1) A Figura ao lado ilustra uma casca esférica condutora neutra com uma carga $-Q$ no centro.

- a) Calcule o campo elétrico em todo o espaço.
 OBS.: considere $r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$.
 b) Calcule o potencial elétrico em todo o espaço.



2) Um capacitor esférico tem uma esfera interna de raio R_1 com uma carga $+Q$ e uma outra esfera, concêntrica com a primeira, de raio R_2 e carga $-Q$. (a) Calcular o campo elétrico e a densidade de energia em qualquer ponto do espaço. (b) Qual a energia presente num elemento esférico de volume, de raio r , espessura dr e volume $4\pi r^2 dr$, situado entre os dois condutores? (c) Integrar a expressão obtida na parte (b) para calcular a energia total armazenada no capacitor e comparar o resultado com o que se obtém de $U = QV/2$.

3) Um capacitor cilíndrico é constituído por um fio de raio R_1 e comprimento L , com uma carga positiva $+Q$ e um cilindro externo, co-axial ao fio, de raio R_2 , comprimento L e carga $-Q$. (a) Calcular o campo elétrico e a densidade de energia em qualquer ponto do espaço. (b) Qual a energia presente num elemento cilíndrico de volume, de raio r , espessura dr e volume $2\pi rL dr$ situado entre os dois condutores? (c) Integrar a expressão obtida na parte (b) a fim de calcular a energia total armazenada no capacitor e comparar o resultado com o que se obtém de $U = QV/2$.

4) Dois capacitores, de capacitância $C_1 = 4 \mu\text{F}$ e $C_2 = 12 \mu\text{F}$, estão ligados em série a uma bateria de 12 V . Os capacitores são cuidadosamente desligados, sem perderem carga, e ligados em paralelo, com as placas positivas ligadas entre si e as negativas ligadas entre si. (a) Calcular a diferença de potencial em cada capacitor depois de serem ligados em paralelo. (b) Calcular a energia perdida ao serem ligados em paralelo.

5) Resolver o **Problema 4** no caso de os dois capacitores estarem inicialmente ligados em paralelo à bateria de 12 V e depois ligados em série, com a placa positiva de um capacitor ligada à placa negativa do outro.

6) Um capacitor de 100 pF e outro de 400 pF estão ambos carregados a $2,0 \text{ kV}$. Os dois são desligados da fonte de tensão e ligados em paralelo com a placa positiva de um ligado à positiva do outro e a negativa de um à negativa do outro. (a) Calcular a diferença de potencial resultante em cada capacitor e (b) Calcular a energia perdida ao se efetuarem as ligações.

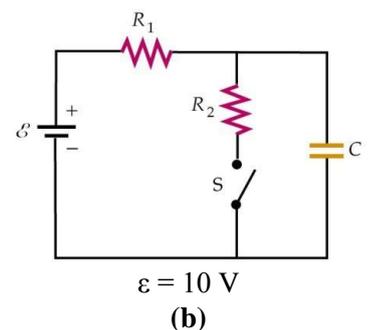
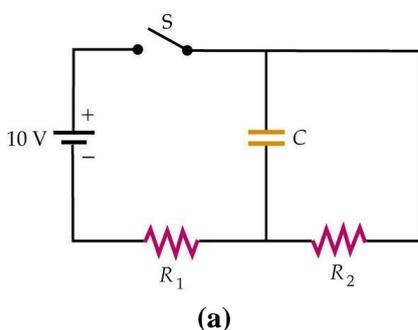
7) Resolver o **Problema 6** para os capacitores ligados em série com a placa positiva de um ligada à negativa do outro, depois de ambos terem sido carregados a $2,0 \text{ kV}$.

8) Considere o “Descarregamento de um Capacitor”, ou seja, um capacitor carregado através de uma bateria com tensão V_0 que em $t = 0$ é descarregado por um resistor.

- a) A primeira regra de Kirchhoff (a soma algébrica das variações de potencial deve ser igual a zero) é válida em $t = 0$? Idem para $t \rightarrow \infty$. Idem para um instante t qualquer.
 b) Calcule a energia inicial armazenada no capacitor (U_C) e a potência dissipada no resistor durante o descarregamento, $P_R(t)$.
 c) Calcule a energia total dissipada no resistor: $U_R = \int_0^\infty P_R(t) dt$.
 d) Compare U_C com U_R e discuta.

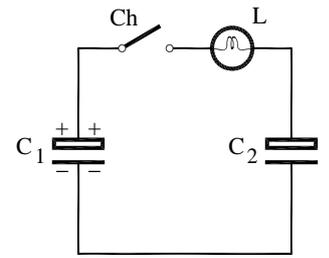
9) a) Considere o caso geral em que a tensão da fonte é ε nas Figuras (a) e (b) abaixo. Supondo que o capacitor esteja inicialmente descarregado, ou seja, $V_C(t = 0) = 0$. Calcule $V_C(t)$, $V_{R_1}(t)$ e $V_{R_2}(t)$ em $t = 0$ (momento em que a chave é fechada) e em $t = \infty$.

b) Idem anterior, considerando agora o caso em que $V_C(t = 0) = \varepsilon = 10 \text{ V}$. O que ocorre?



10) Considere um experimento realizado com dois capacitores idênticos, $C_1 = C_2 = C$. Inicialmente (antes da chave ser fechada) C_1 está carregado, com carga $Q_{10} = V \cdot C$, e C_2 descarregado ($Q_{20} = 0$).

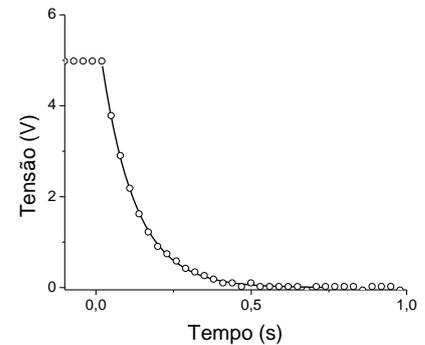
- Qual o valor das cargas Q_1 e Q_2 , muito tempo após a chave ser fechada?
- Compare o valor da carga inicial $Q_i = Q_{10} + Q_{20}$ com a carga final $Q_f = Q_1 + Q_2$.
- A Energia armazenada em um capacitor é dada por $U = V \cdot Q/2$. Calcule a energia inicial do sistema, U_i .
- Calcule a energia final do sistema, U_f .
- Conclusão: há conservação da carga do sistema? Há conservação da energia do sistema?



11) Um estudante realizou um experimento descarregando um capacitor (C) através de um resistor $R = 1000\Omega$. A resposta transiente da tensão no resistor é dada por:

$$V_R(t) = 5,0 \cdot \exp(-9,8t),$$

(dados no MKS) tal como mostra o gráfico, onde $t = 0$ representa o instante em que a chave foi fechada e o capacitor começou a descarregar.



- Qual o valor da tensão inicial (em $t = 0$) do capacitor, $V_C(0) = V$?
- A partir de $V_R(t)$, calcule a dependência da corrente, $I(t)$.
Obs: lembre-se da relação entre $Q(t)$ e $I(t)$
- Obtenha o comportamento da carga no capacitor, $Q(t)$, e o valor da carga inicial, Q_0 .
- Suponha agora que em outro experimento, mas com o mesmo capacitor (C) e resistor (R), a tensão inicial fosse $V' = V/2$. Qual seria o novo valor da carga inicial, Q_0' ?
- Você deve ter chegado à conclusão que Q_0 é proporcional a V , ou seja, $Q_0 = C \cdot V$. Podemos afirmar que, em qualquer instante, $Q(t) = C \cdot V(t)$, onde C é uma constante? Por quê?
- É interessante agora refazer o problema considerando o caso geral, ou seja, a resolução literal do problema onde $V_R(t) = V \cdot \exp(-t/\tau)$. A partir disto, obtenha $I(t)$, $Q(t)$ e a constante C , a qual deve ser expressa em termos de R e τ . Verifique se esta solução está de acordo com o que você concluiu nos itens anteriores.