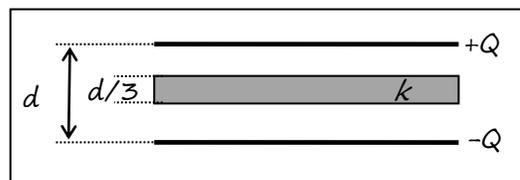


**Lista de Exercícios - 1**

**Capacitores e dielétricos; circuito RC**

1. Considere um capacitor de placas paralelas, planas, quadradas, de lado  $l$ , carregado com carga  $Q$ . A distância entre as placas é  $d$  e há ar entre elas.
  - a) Desenhe linhas de campo elétrico entre as placas, considerando  $d \approx l$ . Explique.
  - b) Considerando  $d \ll l$ , que aproximação podemos fazer para o campo elétrico? Desenhe, para essa situação, as linhas de campo entre as placas e justifique.
  - c) Um bloco de material dielétrico, com comprimento e largura iguais aos das placas e com espessura menor do que  $d$ , é inserido entre elas. Ainda considerando  $d \ll l$ , desenhe, para essa situação, as linhas do campo elétrico resultante.
  
2. Explique como um bloco de material dielétrico, ao ser inserido entre as placas de um capacitor, afeta o campo elétrico resultante entre elas. Faça uma descrição microscópica do que acontece com as moléculas do material dielétrico. Como sua resposta seria alterada se o bloco fosse de um material condutor?
  
3. Um capacitor tem capacitância  $C_0$ , quando o espaço entre as placas está vazio (ar). Suponha que o capacitor seja carregado com carga  $Q$  e que um material dielétrico seja introduzido entre as placas passando a ocupar todo o espaço entre elas.
  - a) Durante o preenchimento, o dielétrico é atraído para dentro do capacitor. Explique porque isso ocorre.
  - d) A energia armazenada no capacitor aumenta, diminui ou não se altera com a introdução do dielétrico? Justifique sua resposta.
  
4. Considere um capacitor de placas planas e paralelas, de capacitância  $C$ , carregado por uma bateria de tensão  $V$ . Mostre que
  - a) a energia potencial elétrica acumulada no capacitor pode ser escrita como  $U = CV^2/2$ ;
  - b) mostre que a densidade volumétrica de energia elétrica armazenada no capacitor pode ser expressa como  $u = \epsilon_0 E^2/2$  e verifique que esses resultados são válidos também para um capacitor esférico.
  
5. Um laser de Nitrogênio opera por pulsos quando a energia elétrica armazenada em um capacitor é descarregada através do gás que está entre os condutores do capacitor. A energia que precisa ser armazenada é tipicamente da ordem 100 J. Considere um capacitor de placas planas com distância entre as placas igual a 1 cm. Sabendo que a ruptura dielétrica do Nitrogênio é  $3 \times 10^8$  V/m, estime o valor da capacitância mínima para operar esse laser.

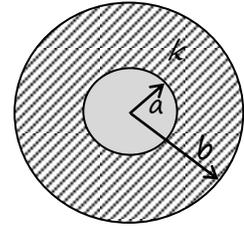
6. Um capacitor de placas planas e paralelas, circulares de raio  $R$ , tem distância de separação entre as placas igual a  $d$  e capacitância  $C_0$ . O capacitor é carregado por uma bateria até que a diferença de potencial entre as placas seja  $V_0$  e depois a bateria é desconectada. Então, uma placa dielétrica de espessura  $d/3$  e constante dielétrica  $k = 10$  é introduzida simetricamente entre as placas do capacitor. Considerando  $d \ll R$ , determine



- a) o campo elétrico em todos os pontos entre as placas do capacitor;
- b) a densidade de carga de polarização na placa dielétrica;
- c) a diferença de potencial entre as placas do capacitor depois da introdução da placa dielétrica;
- d) a capacitância final do capacitor;
- e) o trabalho externo realizado para introduzir a placa dielétrica;
- f) a variação da energia armazenada no capacitor.

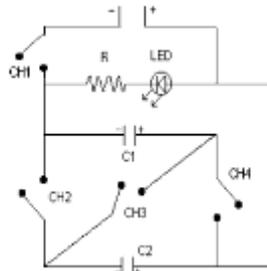
7. Repita o problema anterior, considerando agora que a placa introduzida no capacitor é de um material condutor.

8. A figura ao lado mostra uma esfera condutora de raio  $a$ , com carga  $Q$ , recoberta por uma camada esférica raio externo  $b$ , feita de um material dielétrico de constante  $k$ . Determine



- o campo elétrico  $E(r)$ , sendo  $r$  é a distância ao centro da esfera;
- as densidades superficiais de cargas de polarização nas superfícies interna e externa do dielétrico.

9. Suponha que você disponha de um dispositivo eletrônico cujo circuito se encontra esquematizado na figura abaixo. CH1, CH2 etc. são as chaves que fecham o circuito. Há ainda uma fonte de tensão de corrente contínua (DC), um resistor e um LED.

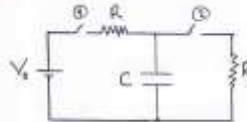


Olhando nas carcaças dos capacitores, encontramos registrados os valores de  $1000 \mu\text{F}$  e  $2200 \mu\text{F}$ . Contudo, eles não estão identificados em relação ao esquema da figura acima.

- Sugira uma maneira de identificar os capacitores C1 e C2.
- Na figura vemos a polarização correspondente à fonte de tensão DC (negativo à esquerda e positivo à direita). No circuito estão também indicadas as polaridades dos capacitores. Explique microscopicamente por que ela se dá dessa maneira nos capacitores quando carregados.
- Podemos observar a presença de um resistor ligado em série com o LED. Qual a função de um resistor em um circuito? É necessária a utilização de um resistor nesse circuito?
- O que acontece se fecharmos todas as chaves simultaneamente? Explique.

**Nota:** a ddp fornecida é equivalente à tensão de trabalho dos dois capacitores:  $25 \text{ V}$ ; a tensão de funcionamento do LED para que ele não seja danificado é de  $2 \text{ V}$ .

10. Considere o circuito da figura abaixo. Inicialmente as chaves 1 e 2 estão abertas e o capacitor está descarregado. No instante  $t = 0$ , fecha-se a chave 1 e a chave 2 permanece aberta.



- Determine as expressões para a diferença de potencial  $V_R(t)$  entre os terminais do resistor e para a diferença de potencial  $V_C(t)$  no capacitor, em função do tempo  $t$ .
- Faça os gráficos de  $V_R(t)$  e de  $V_C(t)$  e indique os valores  $t = 0$  e para  $t \gg RC$ . Explique os resultados obtidos.

Depois de um tempo  $t \gg RC$ , abre-se a chave 1, fecha-se a chave 2 e recomeça-se a contagem do tempo.

- Escreva as expressões para as diferenças de potencial  $V_R(t)$  e  $V_C(t)$ .
- Com base no princípio da conservação de energia, determine a energia total dissipada no resistor.