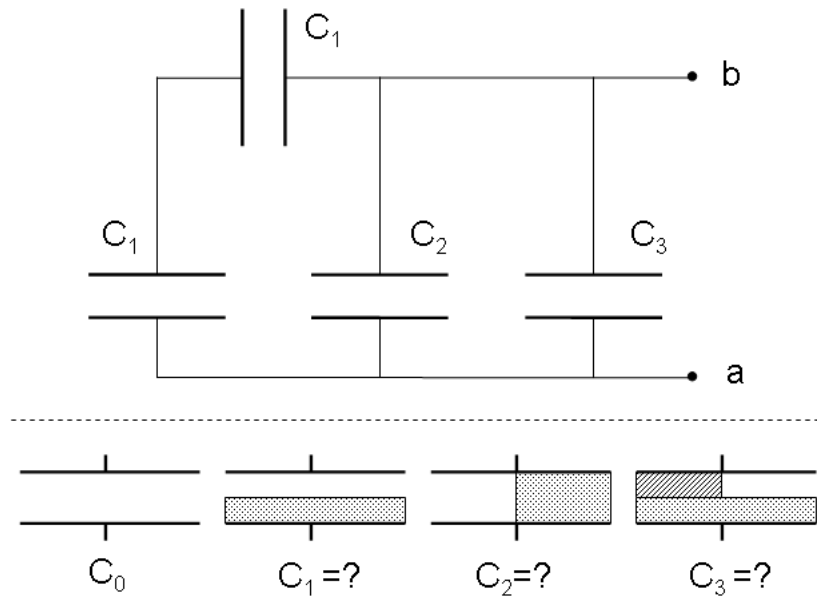


Lista de Exercícios V

- ① A rigidez dielétrica de um dielétrico é a máxima diferença de potencial (ddp) por unidade de comprimento que ele suporta sem se tornar condutor: quando se aplica uma ddp maior do que essa, ocorre uma faísca entre os dispositivos que criam a ddp, por exemplo, as placas de um capacitor. A rigidez dielétrica do ar é da ordem de 3×10^3 V/mm. Com base nisso, estime a diferença de potencial máxima entre os dois polos (as duas bolinhas) da roda de Whimshurst apresentada em aula. Estime também o potencial que atinge o gerador Van de Graaff apresentado em aula (o maior deles).
- ② Calcule a capacitância de cada um dos seguintes sistemas:
- Entre os pontos a e b da associação de capacitores da **figura 1**.
 - Capacitor preenchido com dielétrico de constante dielétrica ϵ , mas disposto diferentemente, conforme mostrado na parte inferior da **figura 1** (com exceção do capacitor C_3 , que possui dois dielétricos distintos). Escreva primeiramente o circuito equivalente a cada uma das situações apresentadas. Considere C_0 a capacitância do capacitor sem dielétrico.
 - Calcule a energia armazenada em cada um dos capacitores do item anterior.



- ③ Um dipolo \vec{p} formado por duas cargas puntiformes $+q$ e $-q$ com massa m , separadas por uma distância a , é colocado num campo externo \vec{E} , formando com esse um ângulo θ . Determine:
- A força que age em cada carga e a força total que age sobre o dipolo.
 - O torque exercido pelo campo externo sobre o dipolo.
 - Qual é o potencial associado a esse campo externo constante? Calcule a energia potencial do dipolo nesse campo em função de θ e esboce seu gráfico.
 - Verifique a consistência de seus cálculos mostrando que o torque é dado pelo negativo da derivada do potencial em relação a θ . Qual é o ponto de equilíbrio em θ ?
 - É sabido que qualquer movimento com amplitude suficientemente pequena em torno de um ponto de equilíbrio pode ser aproximado pelo movimento de um oscilador harmônico simples (Física I). Isso posto, calcule a frequência de pequenas oscilações do dipolo em torno do ponto de equilíbrio.

- ④ Considere um dipolo elétrico formado por duas cargas puntiformes $+q$ e $-q$ separadas por uma distância d .
- (a) Calcule seu potencial elétrico em qualquer ponto do espaço. Obtenha a partir disso seu campo elétrico. Deixe tudo em função do vetor momento de dipolo elétrico \vec{p} .
 - (b) Imagine que um segundo dipolo \vec{p}' é colocado a uma distância \vec{r} (muito maior que as dimensões do dipolo). Calcule a energia potencial de interação entre \vec{p} e \vec{p}' . Obtenha o resultado geral.
 - (c) Particularize este resultado para dipolos alinhados com \vec{r} , paralelos ou antiparalelos.
 - (d) Particularize para dipolos perpendiculares a \vec{r} , paralelos ou antiparalelos.
 - (e) Qual das quatro situações dos itens acima é energeticamente favorecida?
 - (f) Nesse caso mais favorecido, calcule a energia de interação dipolar entre duas moléculas de água à distância de 5 \AA uma da outra e compare-a com a energia térmica kT à temperatura ambiente. O momento de dipolo elétrico permanente de uma molécula de água é $6,2 \times 10^{-30} \text{ C m}$.

- ☛ **Problema Desafio** : Dois tubos cilíndricos metálicos coaxiais, muito longos, de raio interno a e raio externo b , são colocados verticalmente dentro de um tanque contendo um óleo com permissividade elétrica ϵ e densidade de massa ρ . O cilindro interno é mantido em um potencial V , e o externo, aterrado (**Figura 2**). Até que altura h o óleo subirá na região entre os tubos? (Sugestão: verifique que a energia potencial de um capacitor com dielétrico é menor que a de um capacitor a vácuo. Somando isso a efeitos de borda, se um pedaço de dielétrico é parcialmente colocado no interior de um capacitor, sofrerá a influência de uma força atrativa.)

