

1. **(2,5 pt)** Considere o vácuo. Justifique o uso de um potencial
 - (a) **(1,0 pt)** escalar φ no tratamento da eletrostática num caso sem cargas **(0,25 pt)** e deduza a expansão multipolar para esse potencial para uma densidade de cargas ρ **(0,75 pt)**.
 - (b) **(1,5 pt)** vetor \vec{A} no tratamento da magnetostática num caso sem correntes **(0,25 pt)** e deduza a expansão multipolar para esse potencial para um laço de corrente \mathcal{C} de intensidade I **(1,25 pt)**.
2. **(2,5 pt)** As equações de Maxwell são escritas de formas distintas entre meios materiais e o vácuo.
 - (a) **(0,75 pt)** Para meios dielétricos lineares estáticos: defina os tensores susceptibilidade elétrica e permissividade elétrica **(0,50 pt)**; mostre como se altera a Lei de Gauss dentro desse material **(0,25 pt)**.
 - (b) **(0,75 pt)** Para meios magnéticos lineares estáticos: defina os tensores susceptibilidade magnética e permeabilidade magnética **(0,50 pt)**; mostre como se altera a Lei de Ampère-Maxwell dentro desse material **(0,25 pt)**.
3. **(2,5 pt)** Considere uma esfera maciça dielétrica linear de raio R com densidade volumétrica de cargas $\rho(r, \theta, \phi) = k \cos \theta$ (onde k é uma constante positiva). Calcule a carga total no:
 - (a) **(0,5 pt)** hemisfério norte da esfera;
 - (b) **(0,5 pt)** hemisfério sul da esfera e
 - (c) **(0,5 pt)** dos dois hemisférios. Como justificar esse resultado?
 - (d) **(0,5 pt)** Calcule o primeiro termo não nulo da expansão multipolar dessa distribuição.
4. **(2,5 pt)** Considere o vácuo. Escreva a expressão de uma onda eletromagnética polarizada
 - (a) **(0,5 pt)** linearmente;
 - (b) **(0,5 pt)** circularmente e
 - (c) **(1,5 pt)** mostre que duas ondas polarizadas circularmente no sentido horário e anti-horário, se somadas, podem produzir uma onda polarizada linearmente.