

1. **(2,5 pt)** No que diz respeito às ondas eletromagnéticas em condutores, julgue as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, justificando sua resposta. (Cada item vale **0,5 pt**)

(a) ( ) A lei de Ohm relaciona o campo elétrico aplicado num condutor,  $\vec{E}$ , com a densidade de corrente de cargas ligadas ao material pela fórmula  $\vec{J}_{\text{ligada}} = \sigma \vec{E}$ .

---

---

---

(b) ( ) As cargas elétricas livres num condutor em equilíbrio se localizam nas bordas do condutor.

---

---

---

(c) ( ) Uma estratégia para lidar com a equação de onda nesse meio material é assumir que o número de onda  $\tilde{k}$  pode ser um número complexo. Nesse contexto,  $\text{Im}(\tilde{k})$  se relaciona com a distância penetrada pela onda.

---

---

---

(d) ( ) Os campos elétrico e magnético não se encontram em fase dentro de um condutor.

---

---

---

(e) ( ) Tanto  $\vec{E}$  quanto  $\vec{B}$  satisfazem equações de onda da forma  $\square^2 f = 0$ , onde  $f$  pode ser qualquer componente de  $\vec{E}$  ou  $\vec{B}$  e  $\square$  é o operador d'Alambertiano,  $\square^2 = (\nabla^2 - c^{-2}\partial_t^2)$ .

---

---

---

2. **(1,5 pt)** Considere um meio dielétrico, homogêneo e linear. Julgue as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, justificando sua resposta. (Cada item vale **0,5 pt**)

(a) ( ) Um meio pouco dispersivo é aquele em que há alta dependência da permissividade elétrica com a frequência.

---

---

(b) ( ) Ao modelar os elétrons ligados num dielétrico por um sistema massa mola amortecido e com fonte, o papel do campo elétrico externo é o de causar resistência ao movimento dos elétrons.

---

---

(c) ( ) Assim como nos condutores, a porção imaginária do número de onda num isolante se relaciona com o coeficiente de absorção desse material.

---

---

3. **(3,0 pt)** Considere o vácuo com presença de fontes ( $\rho \neq 0$  e  $\vec{J} \neq \vec{0}$ ). Julgue as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, justificando sua resposta. (Cada item vale **0,5 pt**)

(a) ( ) No eletromagnetismo clássico, os potenciais  $\varphi$  e  $\vec{A}$  são apenas aparatos matemáticos, não possuindo qualquer realidade física.

---

---

(b) ( ) Na eletrodinâmica,  $\vec{E} = -\nabla\varphi$ , assim como na eletrostática.

---

---

- (c) ( ) Na eletrodinâmica, sem aplicar nenhuma transformação de calibre, é possível desacoplar os campos  $\varphi$  e  $\vec{A}$  em duas equações.

---

---

---

- (d) ( ) No calibre de Coulomb ( $\nabla \cdot \vec{A} = 0$ ), tanto  $\vec{A}$  quanto  $\varphi$  dependem do tempo retardado.

---

---

---

- (e) ( ) Um incidente que ocorre no sol nesse momento pode ser percebido imediatamente por um observador na Terra.

---

---

---

- (f) ( ) No calibre de Lorentz,  $\varphi$  e  $\vec{A}$  são soluções de uma equação de onda com fonte: a fonte de  $\varphi$  é a densidade de carga, enquanto a fonte de  $\vec{A}$  é a densidade de corrente.

---

---

---

4. **(3,0 pt)** Considere uma carga acelerada viajando no vácuo, produzindo campos elétricos e magnéticos obtidos via potenciais de Liénard-Wiechert. Julgue as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, justificando sua resposta. (Cada item vale **0,5 pt**)

- (a) ( ) O valor de  $\varphi$  e  $\vec{A}$  num ponto de observação  $(\vec{r}, t)$  só dependem da posição da carga relativa ao ponto de observação e da velocidade da carga no tempo  $t$  de observação.

---

---

---

- (b) ( ) Ao observar uma carga movendo-se com velocidade constante, temos a impressão de que as linhas de campo elétrico se fecham na direção de  $\vec{v}$ .

---

---

---

- (c) (  ) Muito longe da fonte, o campo de aceleração tem maior magnitude do que o campo de velocidade.

---

---

---

- (d) (  ) Para uma carga de velocidade constante, os campos  $\vec{E}$  e  $\vec{B}$  perdem a propriedade de serem ortogonais entre si.

---

---

---

- (e) (  ) No máximo um ponto na trajetória da partícula acelerada se comunica com o ponto de observação em cada instante de tempo.

---

---

---

- (f) (  ) Numa situação onde  $\vec{v} = \vec{a} = 0$ , o campo elétrico de Liénard-Wiechert recupera o campo eletrostático de Coulomb.

---

---

---