

Nome: _____

Proibido o uso de eletrônicos (exceto calculadora científica não programável) e o empréstimo de materiais durante a avaliação. Sobre a mesa somente lápis ou lapiseira, caneta, régua, borracha, calculadora e garrafa de água sem rótulo. Não é permitido sair da sala antes do término da avaliação, quando todo material recebido deve ser devolvido. O telefone celular deve ser colocado no chão, embaixo da cadeira, desligado, ou no silencioso, ou no modo avião. O desenvolvimento de todos os cálculos deve estar presente na resposta.

1. Considere uma lagartixa de massa 7,0 g que tenha as quatro patas intactas e que consiga mover-se pela parte inferior de um teto (de “cabeça para baixo”), mantendo duas patas fixadas à superfície e as outras duas móveis para poder andar. Suponha que a distância entre as cargas elétricas do teto e das patas da lagartixa seja de aproximadamente $1,0 \cdot 10^{-9}$ m e que o módulo da aceleração da gravidade seja de $9,8 \text{ m/s}^2$. A carga nas patas da lagartixa é, em módulo, igual à carga induzida no teto e a carga nas diferentes patas é a mesma.
 - a) [0,8 ponto] Qual a carga elétrica mínima em cada pata para a lagartixa poder andar dessa forma?
 - b) [0,8 ponto] Qual a quantidade de portadores de cargas elétricas em cada pata da lagartixa para que possa andar dessa forma?
2. Um dipolo elétrico, de carga 48,0 nC e comprimento $3,60 \cdot 10^{-8}$ m, é colocado entre duas placas paralelas com cargas de sinais contrários cujo módulo da densidade de cargas por área é igual a $12,0 \mu\text{C}/\text{m}^2$. A distância entre as placas é 4,50 mm e o tamanho das placas é muito maior do que a distância entre elas. O dipolo é colocado perpendicularmente ao campo elétrico entre as placas e depois solto.
 - a) [0,8 ponto] Descreva o comportamento do dipolo após ser solto entre as placas paralelas.
 - b) [0,4 ponto] Determine o módulo do campo elétrico entre as placas paralelas.
 - c) [0,4 ponto] Determine o módulo do campo elétrico no exterior às placas paralelas.
 - d) [0,8 ponto] Determine o torque máximo que o dipolo sofre entre as placas.
 - e) [0,4 ponto] Uma força puxa a carga positiva para a placa negativa. Qual a reação desta força?
3. Um dielétrico na forma de um cilindro circular reto, de raio R e de comprimento muito longo, tem densidade de cargas dada por $\rho(r) = \rho_0 \left(\frac{2r - R}{R} \right)$ para $r \leq R$, com $\rho_0 > 0$, $[\rho] = \text{C}/\text{m}^3$ e $[R] = \text{m}$.
 - a) [0,8 ponto] Faça um gráfico representando $\rho(r)$ para $0 \leq r \leq 2R$.
 - b) [0,8 ponto] Determine densidade linear de carga (por unidade de comprimento) no dielétrico.
 - c) [0,8 ponto] Determine a expressão do campo elétrico dentro do cilindro.
 - d) [0,8 ponto] Determine a expressão do campo elétrico fora do cilindro.
 - e) [0,8 ponto] Faça um gráfico do campo elétrico em função da distância para $0 \leq r \leq 2R$.
 - f) [0,8 ponto] Existe algum ponto dentro do cilindro em que o campo elétrico é nulo? Justifique.
 - g) [0,8 ponto] Qual o significado físico de $\Phi_E < 0$?

$$Q = ne \quad e = \pm 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad P = mg \quad F = k_0 \frac{q_0 q_1}{r^2} \quad k_0 = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \quad F = \frac{q_0 q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2 \quad F = q_1 E \quad E = k_0 \frac{q_0}{r^2} \quad E = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad \Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int \frac{dq_{\text{int}}}{\epsilon_0} \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int \frac{\rho dV}{\epsilon_0} \quad dV_{\text{cil.}} = 2\pi h r dr \quad dq = \rho dV$$

$$dq = \sigma dA \quad \vec{F} = q_1 \vec{E} \quad \vec{F} = \frac{q_0 q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \quad \vec{E} = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \quad \vec{P} = m\vec{g} \quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin(\theta) \quad A_{\text{circ}} = \pi r^2 \quad A_{\text{cil}}^{\text{lat}} = 2\pi r h$$