Física 2

1ª prova - 28/09/2019

INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Instruções:

1- Assine seu nome de forma LEGÍVEL na folha do cartão de respostas.

2- Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.

3 - A não ser que seja instruído de forma diferente, assinale apenas uma das alternativas de cada questão.

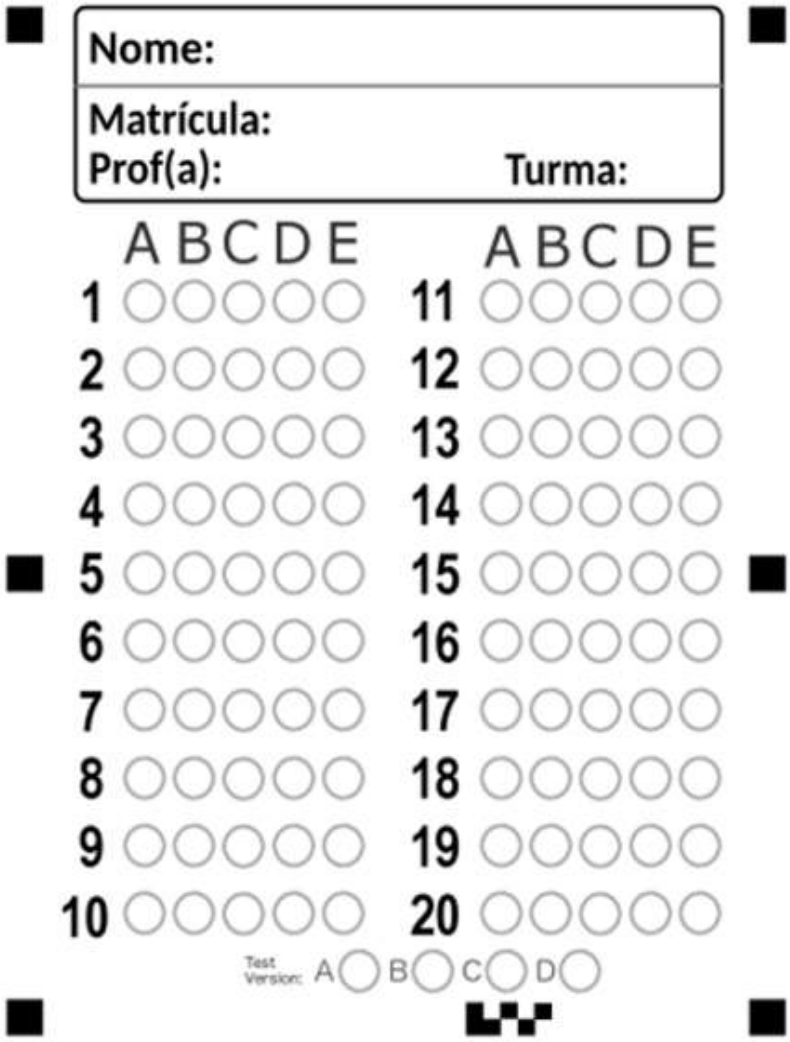
4- A prova consiste em 15 questões objetivas de múltipla escolha.

5 - Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA preenchendo integralmente o círculo (com caneta) referente a sua resposta.

6- A prova deverá ser feita em até 2 horas, portanto seja objetivo nas suas respostas.

7- É permitido o uso de calculadora científica simples, sem conectividade e sem gráficos.

8- Não é permitido portar celular (mesmo que desligado) durante a prova. O(A) estudante flagrado(a) com o aparelho terá a prova recolhida e ficará com nota zero neste exame.



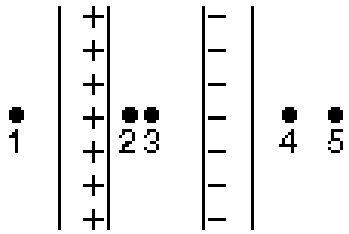
1ª questão - Uma carga de 32 nC está uniformemente distribuída ao longo do eixo x de x = 0 a x = 4 m. Qual das seguintes integrais está correta para a magnitude (em N/C) do campo elétrico em x = +10 m no eixo x?

$$A)\ \int_0^4 \frac{72dx}{x^2} \qquad B)\ \int_0^4 \frac{72dx}{(10-x)^2} \qquad C)\ \int_0^4 \frac{144dx}{(10-x)^2} \qquad D)\ \int_6^{10} \frac{144dx}{x^2} \qquad E) Zero$$

2ª questão - Um estudante **a** usa uma carga de prova q e um outro estudante **b** usa uma carga de prova 2q para medir um campo elétrico produzido por cargas estacionárias. O estudante **a** encontra um campo que é:

A) o mesmo que o campo encontrado por **b.**
B) maior que o campo encontrado por **b.**
C) menor que o campo encontrado por **b.**
D) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das massas das cargas de prova.
E) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das acelerações das cargas de prova.

3ª questão - Duas grandes placas paralelas isolantes carregam carga de igual magnitude, uma positiva e outra negativa, que é distribuída uniformemente sobre suas superfícies internas. Classifique os pontos de 1 a 5 de acordo com a magnitude do campo elétrico nos pontos, do menor para o maior.

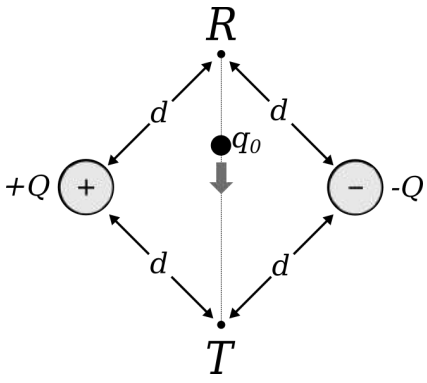


A) E1 < E2 < E3 < E4 < E5
B) E5 < E4 < E3 < E2 < E1
C) E1 = E4 = E5 < E2 = E3
D) E2 = E3 < E1 = E4 < E5
E) E2 = E3 < E1 = E4 = E5

4ª questão - Uma carga negativa, livre, tenderá a se mover

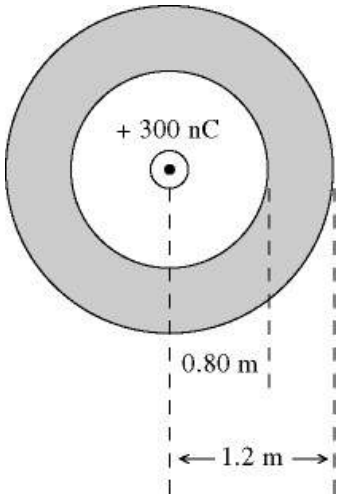
A) do potencial elétrico mais alto para o potencial elétrico mais baixo.
B) do potencial elétrico mais baixo para o potencial elétrico mais alto.
C) em direção ao infinito.
D) para longe do infinito.
E) no sentido do campo elétrico.

5ª questão - Os pontos R e T encontram-se nos vértices opostos de um quadrado de lado d. As cargas mostradas na figura (Q e -Q) estão em repouso nos outros dois vértices do quadrado, gerando um campo elétrico do tipo de dipolo. O trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga de prova q_0 do ponto R ao ponto T é:



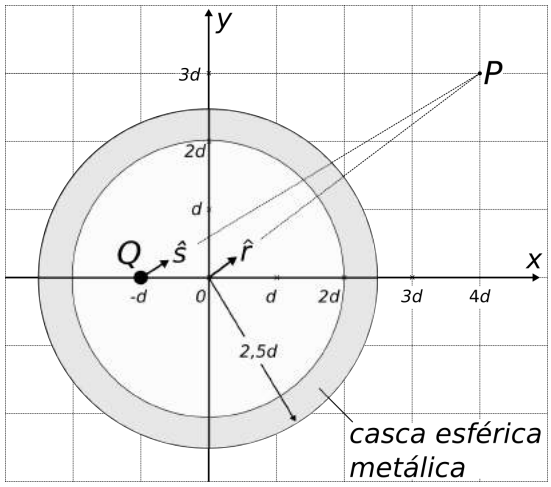
A) zero
B) kq_0Q/d^2
C) kq_0Q/d
D) $kQq_0/(d\sqrt{2})$
E) $kQq_0/(2d)$

6ª questão - Uma esfera condutora oca tem raios de 0,80m e 1,20m, como mostrado na figura. A esfera carrega um excesso de carga -500 nC. Uma carga pontual de +300 nC está presente no centro da cavidade interna à esfera. A densidade de carga superficial na superfície esférica interna vale



A) zero.
B) $+4{,}0 \times 10^{-8}$ C/m^2
C) $+5{,}9 \times 10^{-8}$ C/ m^2
D) $-3{,}7 \times 10^{-8}$ C/ m^2
E) $-6{,}1 \times 10^{-8}$ C/ m^2

7ª questão - Uma carga pontual Q é posicionada dentro de uma casca esférica metálica neutra, conforme indicado na figura. O vetor campo elétrico no ponto P é dado por:



$A)\ \vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{s}$

$B)\ \vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{r}$

$C)\ \vec{E} = \frac{kQ}{34d^2}\hat{s}$

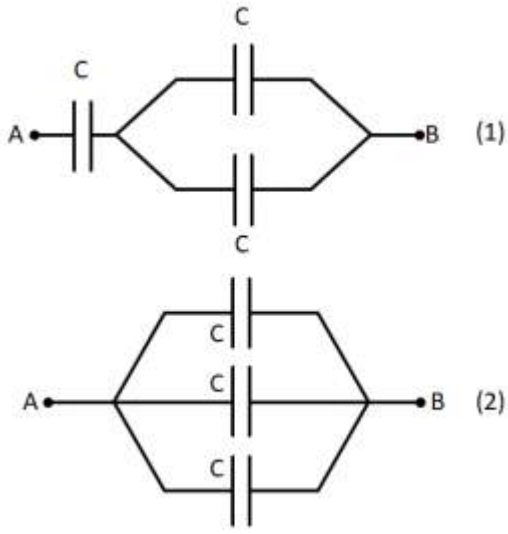
$D)\ \vec{E} = \frac{kQ}{\sqrt{34}d}\hat{r}$

$E)\ pelo\ vetor\ nulo.$

8ª questão - Um grão de poeira tem a forma de uma esfera de raio igual a 3×10^{-7} m. Ele possui uma carga negativa uniformemente distribuída sobre seu volume, de forma que o potencial elétrico em sua superfície vale −0,15 V. Considerando que o potencial é nulo em um ponto infinitamente afastado do grão, podemos afirmar que a carga total do grão vale:

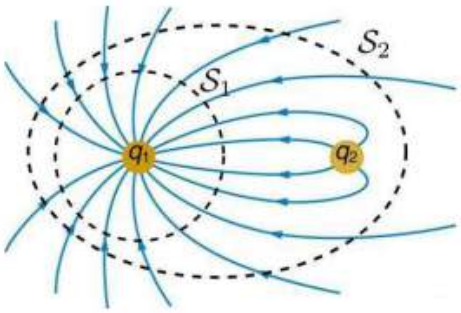
A) $-5{,}0 \times 10^{-18}$ C
B) $-2{,}5 \times 10^{-18}$ C
C) $-5{,}0 \times 10^{-19}$ C
D) $-2{,}5 \times 10^{-19}$ C
E) $-4{,}5 \times 10^{-17}$ C

9ª questão - Considere os dois circuitos mostrados na figura abaixo. Todos os capacitores são idênticos e tem capacitâncias iguais a C. A diferença de potencial entre os terminais A e B também é a mesma. Sejam C_1 e C_2 as capacitâncias equivalentes dos circuitos 1 e 2 entre os terminais A e B, respectivamente. Nessa situação, podemos afirmar que a razão C_1/C_2 vale:



A) 1
B) 9/2
C) 2/3
D) 3/2
E) 2/9

10ª questão - A figura abaixo mostra as linhas do campo eletrostático produzidas por um par de partículas de cargas q_1 e q_2. A figura mostra ainda duas superfícies imaginárias e fechadas, S_1 e S_2, indicadas pelas linhas tracejadas. A superfície S_1 envolve apenas a partícula de carga q_1, enquanto S_2 envolve as duas partículas. Sobre essa situação, considere as afirmativas abaixo:



I. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 vale $(q_1+q_2)/\varepsilon_0$.
II. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 é negativo.
III. O fluxo de campo eletrostático através de S_2 é nulo.

São VERDADEIRAS as afirmativas:
A) Apenas I
B) Apenas III
C) Apenas II
D) Nenhuma delas
E) I, II e III

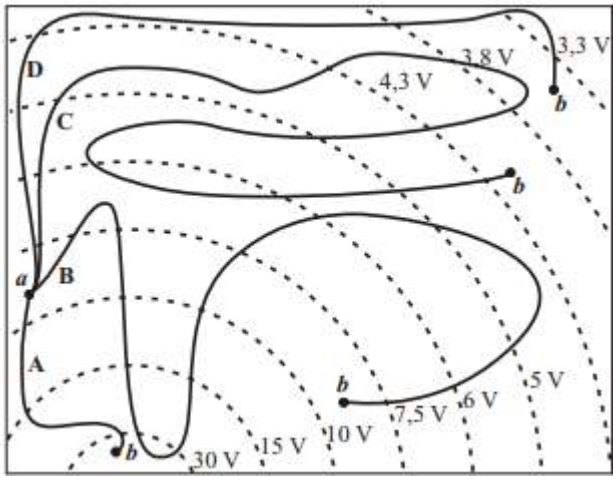
11ª questão - Considere um plano infinito, uniformemente carregado, coincidente com o plano XY de um dado sistema de coordenadas. Sobre o campo elétrico $\vec{E}$ produzido por este plano, considere as afirmativas abaixo:

(I) $\vec{E}$ é independente das coordenadas x e y.
(II) A direção de $\vec{E}$ é paralela ao eixo Z em todos os pontos do espaço.
(III) $\vec{E}$ aponta no mesmo sentido em todos os pontos do espaço.

São VERDADEIRAS as afirmativas:

A) Apenas a II
B) Apenas I e III
C) Apenas a III
D) I, II e III
E) Apenas I e II

12ª questão - Na figura abaixo, as linhas pontilhadas representam algumas superfícies equipotenciais de uma distribuição de cargas esfericamente simétrica com carga total positiva. Uma partícula de ***carga positiva*** pode ser deslocada do ponto *a* até alguns possíveis pontos finais *b,* indicados na figura. O deslocamento é feito por meio das trajetórias A, B, C e D indicadas. Sobre o trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a partícula ao longo dessas trajetórias (W_A, W_B, W_C e W_D, respectivamente), é CORRETO afirmar que:



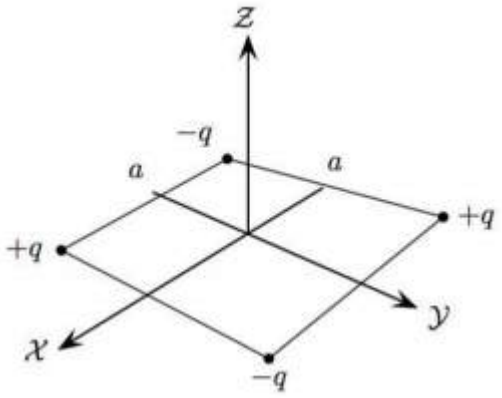
A) $W_D < W_A < W_B < W_C$
B) $W_B < W_C < W_D < W_A$
C) $W_C < W_D < W_A < W_B$
D) $W_A < W_B < W_C < W_D$
E) $W_A < W_D < W_C < W_B$

13ª questão - Um capacitor de placas paralelas de capacitância C_0 é carregado por uma bateria a uma diferença de potencial $(\Delta V_C)_0$. Agora, o capacitor é desconectado da bateria e imerso em um recipiente com água destilada de constante dielétrica κ. Podemos afirmar que:

I. A capacitância aumenta por um fator κ.
II. A diferença de potencial entre as placas aumenta de um fator κ.
III. A energia armazenada no capacitor diminui de um fator κ.

A) I, II e III
B) Apenas I e II
C) Apenas a III
D) Apenas I e III
E) Apenas a II

14ª questão - Quatro partículas carregadas são fixadas sobre os vértices de um quadrado de lado a, como mostrado na figura abaixo. Duas delas possuem carga q e as outras duas possuem carga $-q$. Este quadrado encontra-se sobre o plano XY, com seu centro sobre a origem e seus lados paralelos aos eixos X e Y. O eixo Z é perpendicular ao plano do quadrado e passa por seu centro. Sobre essa situação, assinale a alternativa CORRETA:



A) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas tem a mesma intensidade em todos os pontos do eixo X.

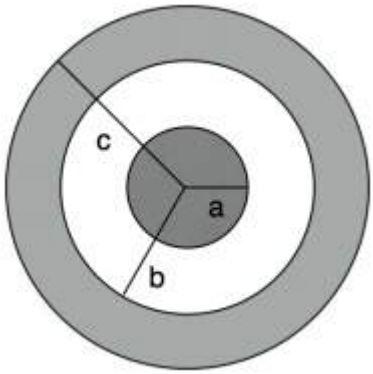
B) O trabalho realizado pela força elétrica ao trazer as quatro partículas do infinito até a configuração indicada na figura é nulo.

C) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas é nulo em todos os pontos do eixo Z.

D) A força elétrica resultante sobre qualquer uma das partículas devido às outras três é nula.

E) Uma partícula carregada abandonada do repouso sobre o centro do quadrado entrará em movimento devido à ação de uma força elétrica.

15ª questão - Uma esfera isolante maciça de raio a encontra-se uniformemente carregada com uma densidade volumétrica de carga $\rho > 0$. Ela está envolvida, sem contato elétrico, por uma casca esférica condutora, com uma carga total Q e raio interno b e raio externo c (c > b > a), como mostrado na figura abaixo. A esfera e a casca são concêntricas e o sistema se encontra em equilíbrio eletrostático. O módulo do campo elétrico produzido pelo sistema dentro da casca condutora vale.



A) $Q/4\pi\varepsilon_0 (c^2 - b^2)$

B) $Q/4\pi\varepsilon_0 a^2$

C) $Q/4\pi\varepsilon_0 r^2$

D) $Q/4\pi\varepsilon_0 (b^2 - a^2)$

E) zero

--- Fim da prova ---

--- --- ---

Formulário - Física 2

- Constantes: a não ser que seja instruído de forma diferente, use

$1T = 10^4 G$; $g = 9,8 m/s^2$; $m_{eletron} = 9,11 \times 10^{-31} kg$; $m_{proton} = 1,67 \times 10^{-27} kg$

$e = 1,60 \times 10^{-19} C$; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$;

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm/A$; $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$.

- Fórmulas matemáticas

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} u du = \sqrt{u^2+a^2}$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} u du = -1/\sqrt{u^2+a^2}$

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} du = ln[u+\sqrt{u^2+a^2}]$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} du = u/[a^2\sqrt{u^2+a^2}]$

$Aprox.\ binomial:\ (1+x)^n \approx 1+nx \quad se \quad x \ll 1$

- Fórmulas e leis físicas

$\vec{F}_E = q\vec{E}$; $\vec{E} = K\frac{q}{r^2}\hat{r}$; $d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\hat{r}$; $V(r) = K\frac{q}{r}$

$\Delta U = q\Delta V$; $\Delta V = -\frac{W_{Feletrica}}{q} = -\int_i^f \vec{E}\cdot d\vec{l}$; $\vec{E} = -\nabla V = -[\frac{\partial V}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{z}]$;

$\vec{p}_E = q\vec{d}$; $U_E = -\vec{p}_E \cdot \vec{E}$; $\vec{\tau}_E = \vec{p}_E \times \vec{E}$; $\vec{E}^{\parallel}_{dip} \approx 2\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$; $\vec{E}^{\perp}_{dip} \approx -\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$;

$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_B = q\vec{v}\times\vec{B}$; $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_{fio} = i\vec{l}\times\vec{B}$; $\vec{\mu}_B = i\vec{A}$; $U_B = -\vec{\mu}_B\cdot\vec{B}$;

$\vec{\tau}_B = \vec{\mu}_B \times \vec{B}$; $i = \int \vec{j}\cdot d\vec{A}$; $\vec{j} = nq\vec{v}_d = \sigma\vec{E}$; $\rho = 1/\sigma$; $R = \frac{\rho L}{A}$; $\rho(T) = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$

$B_{fio\ \infty} = \mu_0 i/2\pi d$; $B_{arco} = \mu_0 i\varphi/4\pi d$; $B_{espira} = \mu_0 iR^2/2(d^2+R^2)^{3/2}$

$\Phi_E = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = Q_{int}/\epsilon_0$; $\Phi_B = \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$; $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{int}$; $\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$[\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(i+i_d)$; $i_d = \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt}]$; $\vec{F}_{Lorentz} = q\vec{E} + q\vec{v}\times\vec{B}$

$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq}$ $C = \frac{q}{\Delta V}$; $\kappa = \frac{C}{C_0}$; $L = \frac{N\Phi_B}{i}$; $U_C = \frac{q^2}{2C} \therefore u_E = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$; $U_L = \frac{Li^2}{2} \therefore u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$;

$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_n$; $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_n}$; $L_{eq} = \sum_{i=1}^n L_n$;

$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_n}$; $C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_n$; $\frac{1}{L_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_n}$;

$q(t) = q_0 \exp[-t/RC]$; $q(t) = q_{max}[1-\exp[-t/RC]]$; $\tau_C = RC$; $V_C = q(t)/C$

$i(t) = i_0 \exp[-Rt/L]$; $i(t) = i_{max}[1-\exp[-Rt/L]]$; $\tau_C = L/R$; $V_L = -L\frac{di(t)}{dt}$

$x_{rms} = x_{máx}/\sqrt{2}$; $X_L = \omega L$; $X_C = 1/\omega C$; $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$; $\varphi = \arctan[(X_L - X_C)/R]$; $\langle P\rangle = i_{rms}\epsilon_{rms}\cos[\varphi]$

RLC- Abordagem do Halliday: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 sen(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} sen(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} sen(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R sen(\omega t)$; $v_L(t) = V_L sen(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C sen(\omega t - \frac{\pi}{2})$

RLC– Abordagem do Randall: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 cos(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} cos(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} cos(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R cos(\omega t)$; $v_L(t) = V_L cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

--- Fim do formulário ---

Física 2

1ª prova - 28/09/2019

INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Instruções:

1- Assine seu nome de forma LEGÍVEL na folha do cartão de respostas.

2- Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros..

3 - A não ser que seja instruído de forma diferente, assinale apenas uma das alternativas de cada questão.

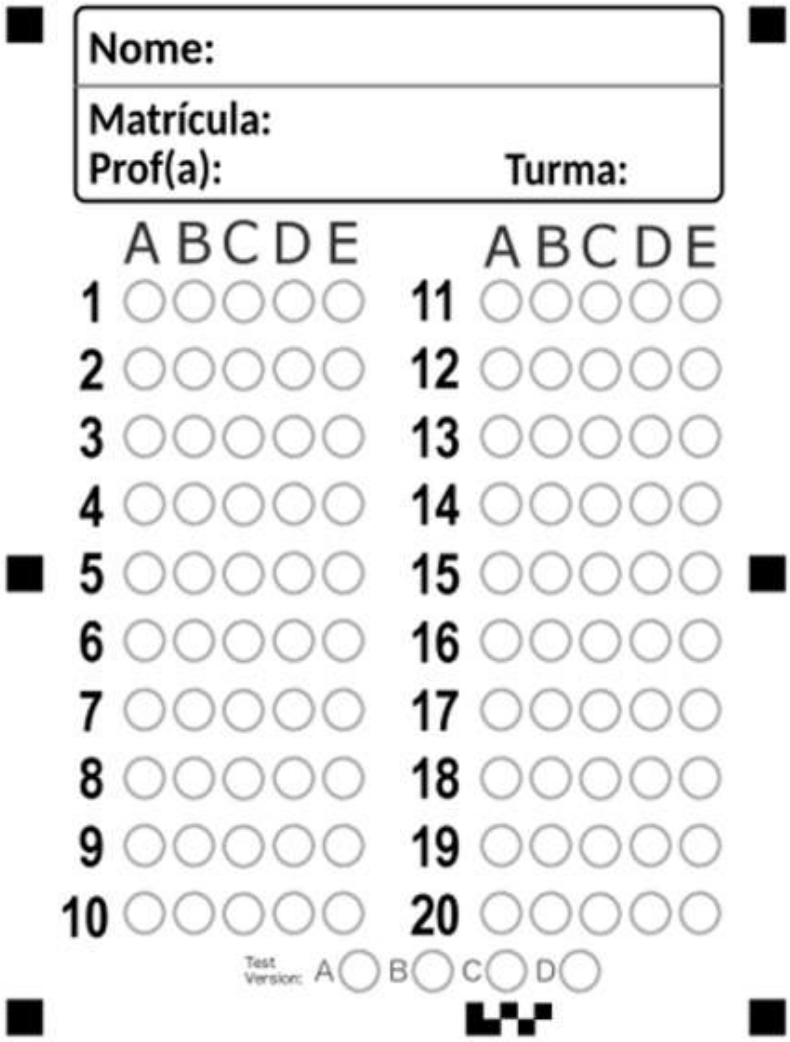
4- A prova consiste em 15 questões objetivas de múltipla escolha.

5 - Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA preenchendo integralmente o círculo (com caneta) referente a sua resposta.

6- A prova deverá ser feita em até 2 horas, portanto seja objetivo nas suas respostas.

7- É permitido o uso de calculadora científica simples, sem conectividade e sem gráficos.

8- Não é permitido portar celular (mesmo que desligado) durante a prova. O(A) estudante flagrado(a) com o aparelho terá a prova recolhida e ficará com nota zero neste exame.



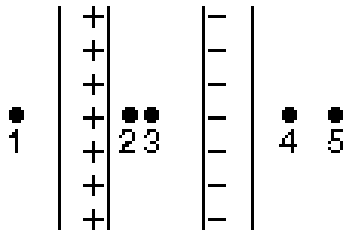
1ª questão - Uma carga de 32 nC está uniformemente distribuída ao longo do eixo x de x = 0 a x = 4 m. Qual das seguintes integrais está correta para a magnitude (em N/C) do campo elétrico em x = +10 m no eixo x?

$$A)\ \int_0^4 \frac{72dx}{(10-x)^2} \qquad B)\ \int_0^4 \frac{72dx}{x^2} \qquad C)\ \int_0^4 \frac{144dx}{(10-x)^2} \qquad D)\ \int_6^{10} \frac{144dx}{x^2} \qquad E) Zero$$

2ª questão - Um estudante **a** usa uma carga de prova q e um outro estudante **b** usa uma carga de prova 2q para medir um campo elétrico produzido por cargas estacionárias. O estudante **a** encontra um campo que é:

A) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das acelerações das cargas de prova.
B) maior que o campo encontrado por **b.**
C) menor que o campo encontrado por **b.**
D) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das massas das cargas de prova.
E) o mesmo que o campo encontrado por **b.**

3ª questão - Duas grandes placas paralelas isolantes carregam carga de igual magnitude, uma positiva e outra negativa, que é distribuída uniformemente sobre suas superfícies internas. Classifique os pontos de 1 a 5 de acordo com a magnitude do campo elétrico nos pontos, do menor para o maior.

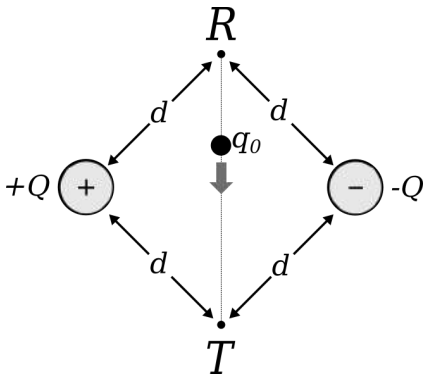


A) E1 < E2 < E3 < E4 < E5
B) E1 = E4 = E5 < E2 = E3
C) E5 < E4 < E3 < E2 < E1
D) E2 = E3 < E1 = E4 < E5
E) E2 = E3 < E1 = E4 = E5

4ª questão - Uma carga negativa, livre, tenderá a se mover

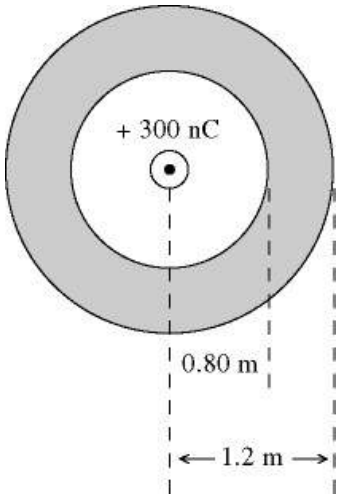
A) do potencial elétrico mais baixo para o potencial elétrico mais alto.
B) do potencial elétrico mais alto para o potencial elétrico mais baixo.
C) em direção ao infinito.
D) para longe do infinito.
E) no sentido do campo elétrico.

5ª questão - Os pontos R e T encontram-se nos vértices opostos de um quadrado de lado d. As cargas mostradas na figura (Q e -Q) estão em repouso nos outros dois vértices do quadrado, gerando um campo elétrico do tipo de dipolo. O trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga de prova q_0 do ponto R ao ponto T é:



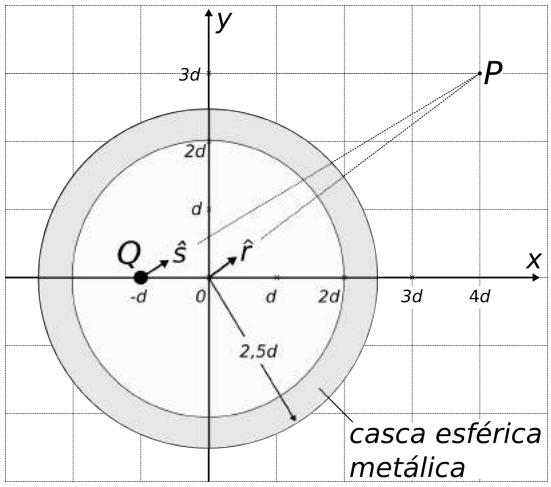
A) $kQq_0/(2d)$
B) kq_0Q/d^2
C) kq_0Q/d
D) $kQq_0/(d\sqrt{2})$
E) zero

6ª questão - Uma esfera condutora oca tem raios de 0,80m e 1,20m, como mostrado na figura. A esfera carrega um excesso de carga -500 nC. Uma carga pontual de +300 nC está presente no centro da cavidade interna à esfera. A densidade de carga superficial na superfície esférica interna vale



A) zero.
B) $+4{,}0 \times 10^{-8}$ C/m^2
C) $-3{,}7 \times 10^{-8}$ C/ m^2
D) $+5{,}9 \times 10^{-8}$ C/ m^2
E) $-6{,}1 \times 10^{-8}$ C/ m^2

7ª questão - Uma carga pontual Q é posicionada dentro de uma casca esférica metálica neutra, conforme indicado na figura. O vetor campo elétrico no ponto P é dado por:



A) $\vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{r}$

B) $\vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{s}$

C) $\vec{E} = \frac{kQ}{34d^2}\hat{s}$

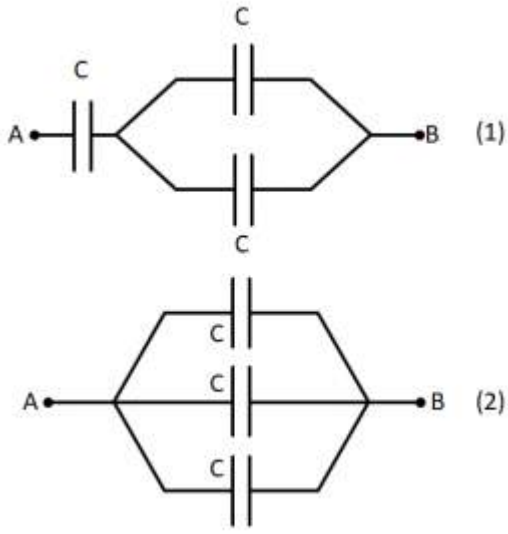
D) $\vec{E} = \frac{kQ}{\sqrt{34}d}\hat{r}$

E) *pelo vetor nulo.*

8ª questão - Um grão de poeira tem a forma de uma esfera de raio igual a 3×10^{-7} m. Ele possui uma carga negativa uniformemente distribuída sobre seu volume, de forma que o potencial elétrico em sua superfície vale −0,15 V. Considerando que o potencial é nulo em um ponto infinitamente afastado do grão, podemos afirmar que a carga total do grão vale:

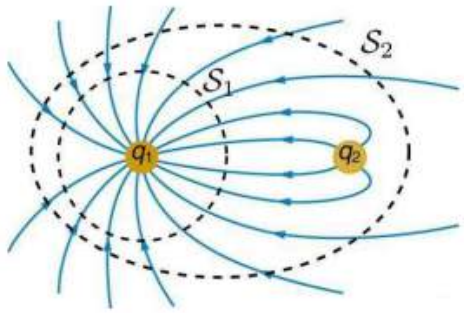
A) $-4{,}5 \times 10^{-17}$ C
B) $-2{,}5 \times 10^{-18}$ C
C) $-5{,}0 \times 10^{-19}$ C
D) $-2{,}5 \times 10^{-19}$ C
E) $-5{,}0 \times 10^{-18}$ C

9ª questão - Considere os dois circuitos mostrados na figura abaixo. Todos os capacitores são idênticos e tem capacitâncias iguais a C. A diferença de potencial entre os terminais A e B também é a mesma. Sejam C_1 e C_2 as capacitâncias equivalentes dos circuitos 1 e 2 entre os terminais A e B, respectivamente. Nessa situação, podemos afirmar que a razão C_1/C_2 vale:



A) 1
B) 9/2
C) 2/3
D) 2/9
E) 3/2

10ª questão - A figura abaixo mostra as linhas do campo eletrostático produzidas por um par de partículas de cargas q_1 e q_2. A figura mostra ainda duas superfícies imaginárias e fechadas, S_1 e S_2, indicadas pelas linhas tracejadas. A superfície S_1 envolve apenas a partícula de carga q_1, enquanto S_2 envolve as duas partículas. Sobre essa situação, considere as afirmativas abaixo:



I. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 vale $(q_1+q_2)/\varepsilon_0$.
II. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 é negativo.
III. O fluxo de campo eletrostático através de S_2 é nulo.

São VERDADEIRAS as afirmativas:
A) Apenas I
B) Apenas II
C) Apenas III
D) Nenhuma delas
E) I, II e III

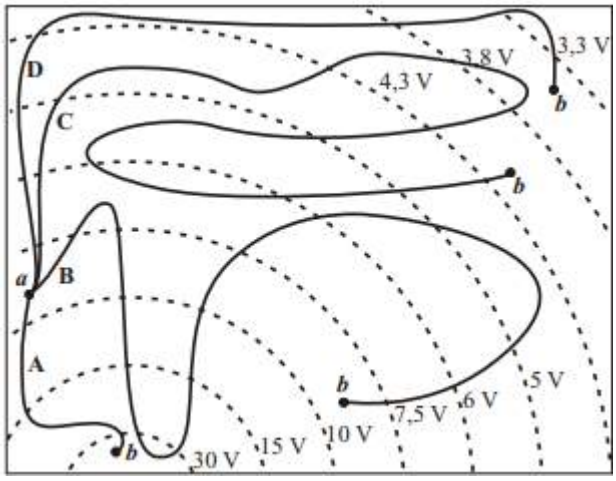
11ª questão - Considere um plano infinito, uniformemente carregado, coincidente com o plano XY de um dado sistema de coordenadas. Sobre o campo elétrico $\vec{E}$ produzido por este plano, considere as afirmativas abaixo:

(I) $\vec{E}$ é independente das coordenadas x e y.
(II) A direção de $\vec{E}$ é paralela ao eixo Z em todos os pontos do espaço.
(III) $\vec{E}$ aponta no mesmo sentido em todos os pontos do espaço.

São VERDADEIRAS as afirmativas:

A) Apenas a II
B) Apenas I e III
C) Apenas a III
D) Apenas I e II
E) I, II e III

12ª questão - Na figura abaixo, as linhas pontilhadas representam algumas superfícies equipotenciais de uma distribuição de cargas esfericamente simétrica com carga total positiva. Uma partícula de ***carga positiva*** pode ser deslocada do ponto *a* até alguns possíveis pontos finais *b,* indicados na figura. O deslocamento é feito por meio das trajetórias A, B, C e D indicadas. Sobre o trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a partícula ao longo dessas trajetórias (W_A, W_B, W_C e W_D, respectivamente), é CORRETO afirmar que:



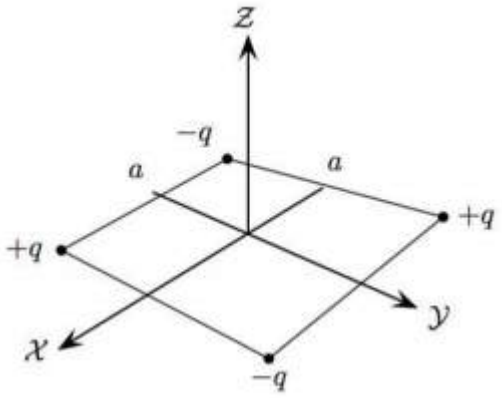
A) $W_D < W_A < W_B < W_C$
B) $W_B < W_C < W_D < W_A$
C) $W_A < W_B < W_C < W_D$
D) $W_C < W_D < W_A < W_B$
E) $W_A < W_D < W_C < W_B$

13ª questão - Um capacitor de placas paralelas de capacitância C_0 é carregado por uma bateria a uma diferença de potencial $(\Delta V_C)_0$. Agora, o capacitor é desconectado da bateria e imerso em um recipiente com água destilada de constante dielétrica κ. Podemos afirmar que:

I. A capacitância aumenta por um fator κ.
II. A diferença de potencial entre as placas aumenta de um fator κ.
III. A energia armazenada no capacitor diminui de um fator κ.

A) I, II e III
B) Apenas I e II
C) Apenas I e III
D) Apenas a III
E) Apenas a II

14ª questão - Quatro partículas carregadas são fixadas sobre os vértices de um quadrado de lado a, como mostrado na figura abaixo. Duas delas possuem carga q e as outras duas possuem carga $-q$. Este quadrado encontra-se sobre o plano XY, com seu centro sobre a origem e seus lados paralelos aos eixos X e Y. O eixo Z é perpendicular ao plano do quadrado e passa por seu centro. Sobre essa situação, assinale a alternativa CORRETA:



A) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas tem a mesma intensidade em todos os pontos do eixo X.

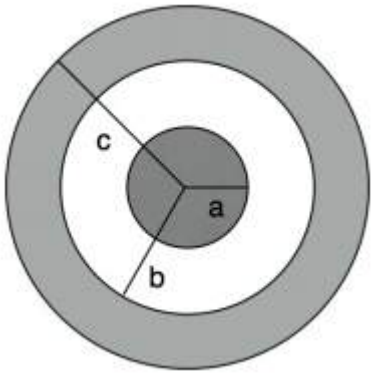
B) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas é nulo em todos os pontos do eixo Z.

C) O trabalho realizado pela força elétrica ao trazer as quatro partículas do infinito até a configuração indicada na figura é nulo.

D) A força elétrica resultante sobre qualquer uma das partículas devido às outras três é nula.

E) Uma partícula carregada abandonada do repouso sobre o centro do quadrado entrará em movimento devido à ação de uma força elétrica.

15ª questão - Uma esfera isolante maciça de raio a encontra-se uniformemente carregada com uma densidade volumétrica de carga $\rho > 0$. Ela está envolvida, sem contato elétrico, por uma casca esférica condutora, com uma carga total Q e raio interno b e raio externo c (c > b > a), como mostrado na figura abaixo. A esfera e a casca são concêntricas e o sistema se encontra em equilíbrio eletrostático. O módulo do campo elétrico produzido pelo sistema dentro da casca condutora vale.



A) $Q/4\pi\varepsilon_0 (c^2 - b^2)$

B) $Q/4\pi\varepsilon_0 a^2$

C) $Q/4\pi\varepsilon_0 r^2$

D) $Q/4\pi\varepsilon_0 (b^2 - a^2)$

E) zero

--- Fim da prova ---

--- --- ---

Formulário - Física 2

- Constantes: a não ser que seja instruído de forma diferente, use

$1T = 10^4 G$; $g = 9,8 m/s^2$; $m_{eletron} = 9,11 \times 10^{-31} kg$; $m_{proton} = 1,67 \times 10^{-27} kg$

$e = 1,60 \times 10^{-19} C$; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$;

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm/A$; $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$.

- Fórmulas matemáticas

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} u du = \sqrt{u^2+a^2}$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} u du = -1/\sqrt{u^2+a^2}$

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} du = ln[u+\sqrt{u^2+a^2}]$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} du = u/[a^2\sqrt{u^2+a^2}]$

$Aprox.\ binomial:\ (1+x)^n \approx 1+nx \quad se \quad x \ll 1$

- Fórmulas e leis físicas

$\vec{F}_E = q\vec{E}$; $\vec{E} = K\frac{q}{r^2}\hat{r}$; $d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\hat{r}$; $V(r) = K\frac{q}{r}$

$\Delta U = q\Delta V$; $\Delta V = -\frac{W_{Feletrica}}{q} = -\int_i^f \vec{E}\cdot d\vec{l}$; $\vec{E} = -\nabla V = -[\frac{\partial V}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{z}]$;

$\vec{p}_E = q\vec{d}$; $U_E = -\vec{p}_E \cdot \vec{E}$; $\vec{\tau}_E = \vec{p}_E \times \vec{E}$; $\vec{E}^{\parallel}_{dip} \approx 2\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$; $\vec{E}^{\perp}_{dip} \approx -\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$;

$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_B = q\vec{v}\times\vec{B}$; $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_{fio} = i\vec{l}\times\vec{B}$; $\vec{\mu}_B = i\vec{A}$; $U_B = -\vec{\mu}_B\cdot\vec{B}$;

$\vec{\tau}_B = \vec{\mu}_B \times \vec{B}$; $i = \int \vec{j}\cdot d\vec{A}$; $\vec{j} = nq\vec{v}_d = \sigma\vec{E}$; $\rho = 1/\sigma$; $R = \frac{\rho L}{A}$; $\rho(T) = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$

$B_{fio\ \infty} = \mu_0 i/2\pi d$; $B_{arco} = \mu_0 i\varphi/4\pi d$; $B_{espira} = \mu_0 iR^2/2(d^2+R^2)^{3/2}$

$\Phi_E = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = Q_{int}/\epsilon_0$; $\Phi_B = \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$; $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{int}$; $\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$[\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(i+i_d)$; $i_d = \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt}]$; $\vec{F}_{Lorentz} = q\vec{E} + q\vec{v}\times\vec{B}$

$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq}$ $C = \frac{q}{\Delta V}$; $\kappa = \frac{C}{C_0}$; $L = \frac{N\Phi_B}{i}$; $U_C = \frac{q^2}{2C} \therefore u_E = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$; $U_L = \frac{Li^2}{2} \therefore u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$;

$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_n$; $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_n}$; $L_{eq} = \sum_{i=1}^n L_n$;

$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_n}$; $C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_n$; $\frac{1}{L_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_n}$;

$q(t) = q_0 \exp[-t/RC]$; $q(t) = q_{max}[1-\exp[-t/RC]]$; $\tau_C = RC$; $V_C = q(t)/C$

$i(t) = i_0 \exp[-Rt/L]$; $i(t) = i_{max}[1-\exp[-Rt/L]]$; $\tau_C = L/R$; $V_L = -L\frac{di(t)}{dt}$

$x_{rms} = x_{máx}/\sqrt{2}$; $X_L = \omega L$; $X_C = 1/\omega C$; $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$; $\varphi = \arctan[(X_L - X_C)/R]$; $\langle P\rangle = i_{rms}\epsilon_{rms}\cos[\varphi]$

RLC- Abordagem do Halliday: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 sen(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} sen(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} sen(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R sen(\omega t)$; $v_L(t) = V_L sen(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C sen(\omega t - \frac{\pi}{2})$

RLC– Abordagem do Randall: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 cos(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} cos(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} cos(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R cos(\omega t)$; $v_L(t) = V_L cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

--- Fim do formulário ---

Física 2

1ª prova - 28/09/2019

INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Instruções:

1- Assine seu nome de forma LEGÍVEL na folha do cartão de respostas.

2- Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.

3 - A não ser que seja instruído de forma diferente, assinale apenas uma das alternativas de cada questão.

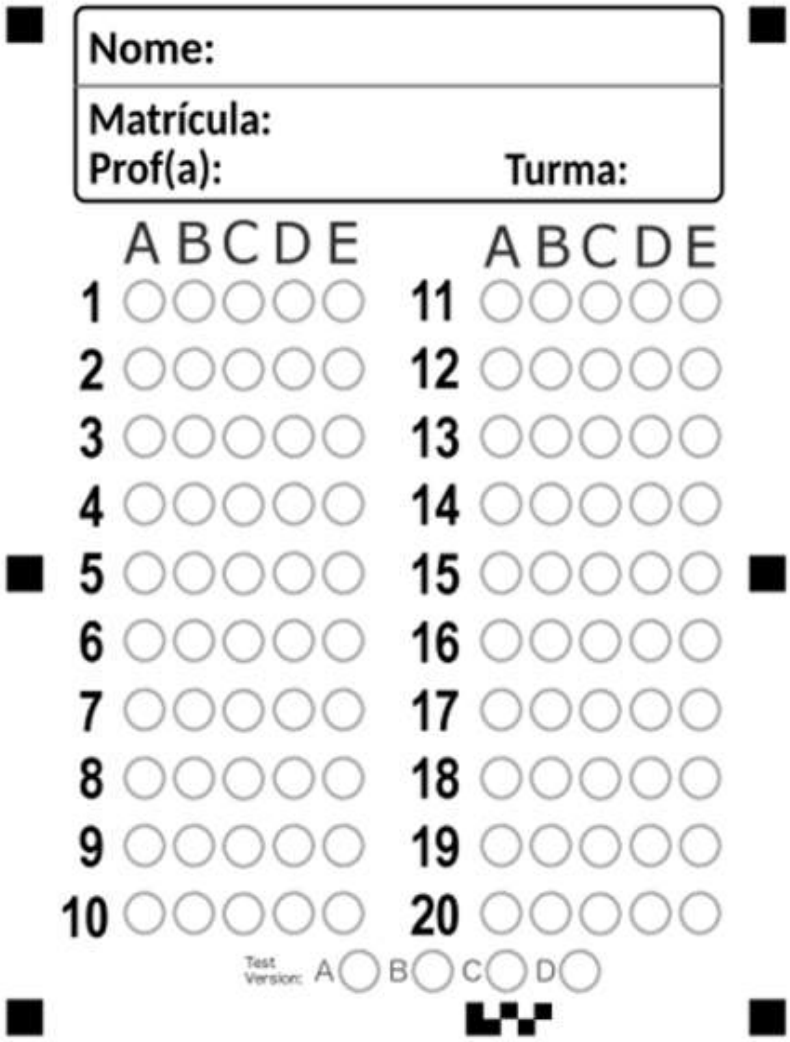
4- A prova consiste em 15 questões objetivas de múltipla escolha.

5 - Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA preenchendo integralmente o círculo (com caneta) referente a sua resposta.

6- A prova deverá ser feita em até 2 horas, portanto seja objetivo nas suas respostas.

7- É permitido o uso de calculadora científica simples, sem conectividade e sem gráficos.

8- Não é permitido portar celular (mesmo que desligado) durante a prova. O(A) estudante flagrado(a) com o aparelho terá a prova recolhida e ficará com nota zero neste exame.



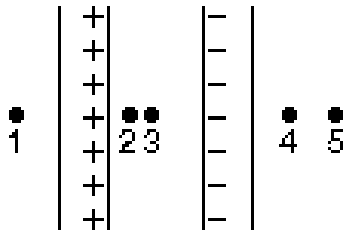
1ª questão - Uma carga de 32 nC está uniformemente distribuída ao longo do eixo x de x = 0 a x = 4 m. Qual das seguintes integrais está correta para a magnitude (em N/C) do campo elétrico em x = +10 m no eixo x?

$$A) Zero \quad B) \int_0^4 \frac{72dx}{x^2} \quad C) \int_0^4 \frac{144dx}{(10-x)^2} \quad D) \int_6^{10} \frac{144dx}{x^2} \quad E) \int_0^4 \frac{72dx}{(10-x)^2}$$

2ª questão - Um estudante **a** usa uma carga de prova q e um outro estudante **b** usa uma carga de prova 2q para medir um campo elétrico produzido por cargas estacionárias. O estudante **a** encontra um campo que é:

A) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das acelerações das cargas de prova.
B) maior que o campo encontrado por **b.**
C) menor que o campo encontrado por **b.**
D) o mesmo que o campo encontrado por **b.**
E) maior ou menor que o campo encontrado por **b**, dependendo das massas das cargas de prova.

3ª questão - Duas grandes placas paralelas isolantes carregam carga de igual magnitude, uma positiva e outra negativa, que é distribuída uniformemente sobre suas superfícies internas. Classifique os pontos de 1 a 5 de acordo com a magnitude do campo elétrico nos pontos, do menor para o maior.

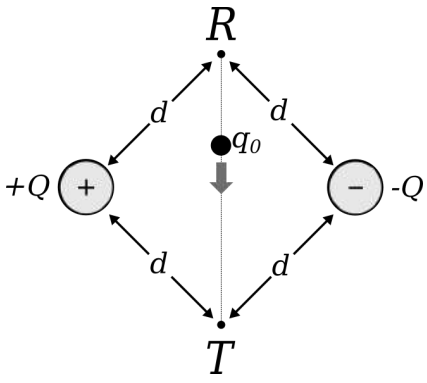


A) E1 = E4 = E5 < E2 = E3
B) E1 < E2 < E3 < E4 < E5
C) E5 < E4 < E3 < E2 < E1
D) E2 = E3 < E1 = E4 < E5
E) E2 = E3 < E1 = E4 = E5

4ª questão - Uma carga negativa, livre, tenderá a se mover

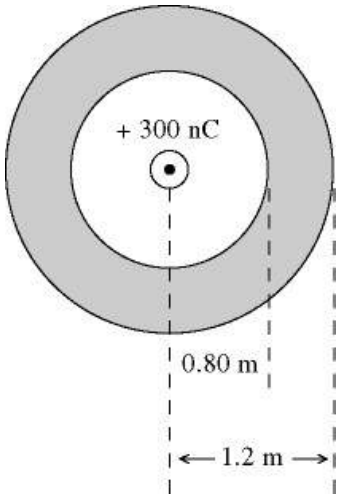
A) no sentido do campo elétrico.
B) do potencial elétrico mais alto para o potencial elétrico mais baixo.
C) em direção ao infinito.
D) para longe do infinito.
E) do potencial elétrico mais baixo para o potencial elétrico mais alto.

5ª questão - Os pontos R e T encontram-se nos vértices opostos de um quadrado de lado d. As cargas mostradas na figura (Q e -Q) estão em repouso nos outros dois vértices do quadrado, gerando um campo elétrico do tipo de dipolo. O trabalho realizado pela força elétrica no deslocamento de uma carga de prova q_0 do ponto R ao ponto T é:



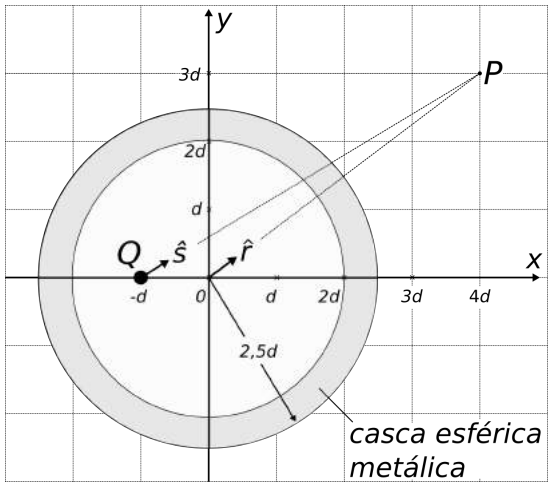
A) $kQq_0/(2d)$
B) kq_0Q/d^2
C) kq_0Q/d
D) $kQq_0/(d\sqrt{2})$
E) zero

6ª questão - Uma esfera condutora oca tem raios de 0,80m e 1,20m, como mostrado na figura. A esfera carrega um excesso de carga -500 nC. Uma carga pontual de +300 nC está presente no centro da cavidade interna à esfera. A densidade de carga superficial na superfície esférica interna vale



A) zero.
B) $-3{,}7 \times 10^{-8}$ C/ m^2
C) $+4{,}0 \times 10^{-8}$ C/m^2
D) $+5{,}9 \times 10^{-8}$ C/ m^2
E) $-6{,}1 \times 10^{-8}$ C/ m^2

7ª questão - Uma carga pontual Q é posicionada dentro de uma casca esférica metálica neutra, conforme indicado na figura. O vetor campo elétrico no ponto P é dado por:



$A)\ \vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{r}$

$B)\ \vec{E} = \frac{kQ}{25d^2}\hat{s}$

$C)\ \vec{E} = \frac{kQ}{34d^2}\hat{s}$

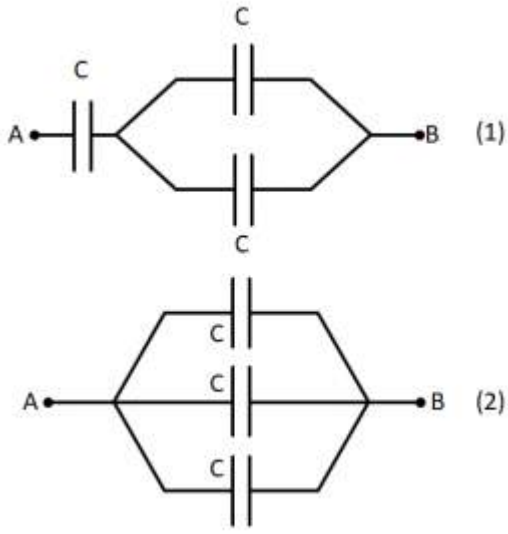
$D)\ \vec{E} = \frac{kQ}{\sqrt{34}d}\hat{r}$

$E)\ pelo\ vetor\ nulo.$

8ª questão - Um grão de poeira tem a forma de uma esfera de raio igual a 3×10^{-7} m. Ele possui uma carga negativa uniformemente distribuída sobre seu volume, de forma que o potencial elétrico em sua superfície vale −0,15 V. Considerando que o potencial é nulo em um ponto infinitamente afastado do grão, podemos afirmar que a carga total do grão vale:

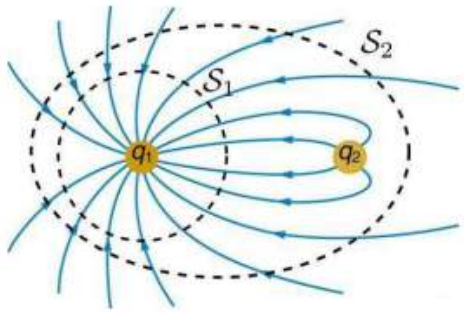
A) $-4{,}5 \times 10^{-17}$ C
B) $-2{,}5 \times 10^{-18}$ C
C) $-5{,}0 \times 10^{-18}$ C
D) $-2{,}5 \times 10^{-19}$ C
E) $-5{,}0 \times 10^{-19}$ C

9ª questão - Considere os dois circuitos mostrados na figura abaixo. Todos os capacitores são idênticos e tem capacitâncias iguais a C. A diferença de potencial entre os terminais A e B também é a mesma. Sejam C_1 e C_2 as capacitâncias equivalentes dos circuitos 1 e 2 entre os terminais A e B, respectivamente. Nessa situação, podemos afirmar que a razão C_1/C_2 vale:



A) 1
B) 9/2
C) 2/9
D) 2/3
E) 3/2

10ª questão - A figura abaixo mostra as linhas do campo eletrostático produzidas por um par de partículas de cargas q_1 e q_2. A figura mostra ainda duas superfícies imaginárias e fechadas, S_1 e S_2, indicadas pelas linhas tracejadas. A superfície S_1 envolve apenas a partícula de carga q_1, enquanto S_2 envolve as duas partículas. Sobre essa situação, considere as afirmativas abaixo:



I. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 vale $(q_1+q_2)/\varepsilon_0$.
II. O fluxo de campo eletrostático através de S_1 é negativo.
III. O fluxo de campo eletrostático através de S_2 é nulo.

São VERDADEIRAS as afirmativas:
A) Apenas I
B) Apenas II
C) Apenas III
D) Nenhuma delas
E) I, II e III

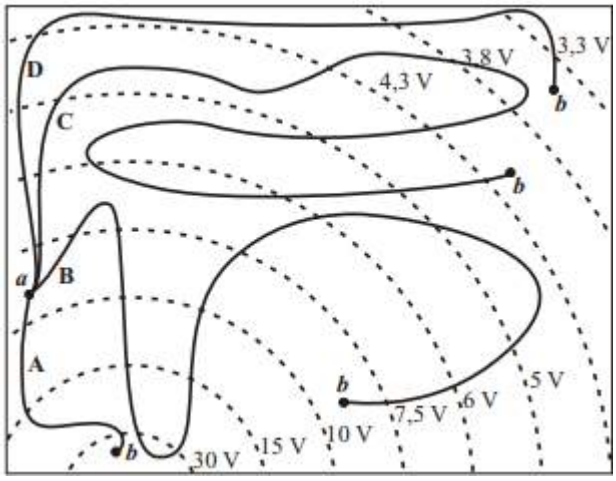
11ª questão - Considere um plano infinito, uniformemente carregado, coincidente com o plano XY de um dado sistema de coordenadas. Sobre o campo elétrico $\vec{E}$ produzido por este plano, considere as afirmativas abaixo:

(I) $\vec{E}$ é independente das coordenadas x e y.
(II) A direção de $\vec{E}$ é paralela ao eixo Z em todos os pontos do espaço.
(III) $\vec{E}$ aponta no mesmo sentido em todos os pontos do espaço.

São VERDADEIRAS as afirmativas:

A) Apenas a II
B) Apenas I e II
C) Apenas a III
D) Apenas I e III
E) I, II e III

12ª questão - Na figura abaixo, as linhas pontilhadas representam algumas superfícies equipotenciais de uma distribuição de cargas esfericamente simétrica com carga total positiva. Uma partícula de ***carga positiva*** pode ser deslocada do ponto *a* até alguns possíveis pontos finais *b,* indicados na figura. O deslocamento é feito por meio das trajetórias A, B, C e D indicadas. Sobre o trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a partícula ao longo dessas trajetórias (W_A, W_B, W_C e W_D, respectivamente), é CORRETO afirmar que:



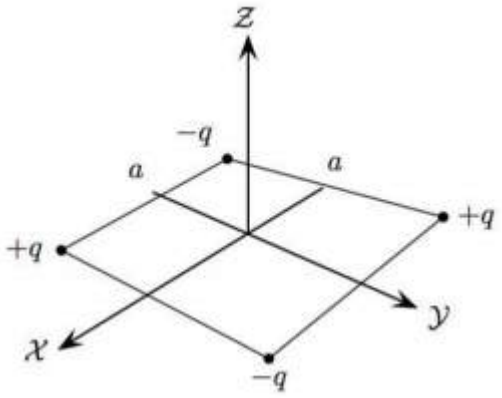
A) $W_D < W_A < W_B < W_C$
B) $W_A < W_B < W_C < W_D$
C) $W_B < W_C < W_D < W_A$
D) $W_C < W_D < W_A < W_B$
E) $W_A < W_D < W_C < W_B$

13ª questão - Um capacitor de placas paralelas de capacitância C_0 é carregado por uma bateria a uma diferença de potencial $(\Delta V_C)_0$. Agora, o capacitor é desconectado da bateria e imerso em um recipiente com água destilada de constante dielétrica κ. Podemos afirmar que:

I. A capacitância aumenta por um fator κ.
II. A diferença de potencial entre as placas aumenta de um fator κ.
III. A energia armazenada no capacitor diminui de um fator κ.

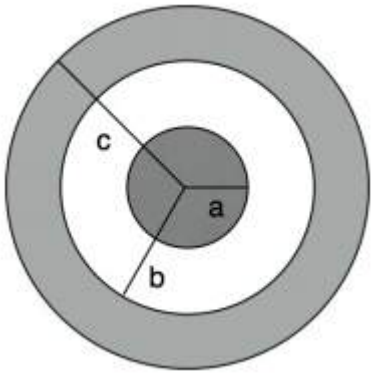
A) I, II e III
B) Apenas I e II
C) Apenas a III
D) Apenas I e III
E) Apenas a II

14ª questão - Quatro partículas carregadas são fixadas sobre os vértices de um quadrado de lado a, como mostrado na figura abaixo. Duas delas possuem carga q e as outras duas possuem carga $-q$. Este quadrado encontra-se sobre o plano XY, com seu centro sobre a origem e seus lados paralelos aos eixos X e Y. O eixo Z é perpendicular ao plano do quadrado e passa por seu centro. Sobre essa situação, assinale a alternativa CORRETA:



A) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas tem a mesma intensidade em todos os pontos do eixo X.
B) Uma partícula carregada abandonada do repouso sobre o centro do quadrado entrará em movimento devido à ação de uma força elétrica.
C) O trabalho realizado pela força elétrica ao trazer as quatro partículas do infinito até a configuração indicada na figura é nulo.
D) A força elétrica resultante sobre qualquer uma das partículas devido às outras três é nula.
E) O campo elétrico resultante produzido pelas quatro partículas é nulo em todos os pontos do eixo Z.

15ª questão - Uma esfera isolante maciça de raio a encontra-se uniformemente carregada com uma densidade volumétrica de carga $\rho > 0$. Ela está envolvida, sem contato elétrico, por uma casca esférica condutora, com uma carga total Q e raio interno b e raio externo c (c > b > a), como mostrado na figura abaixo. A esfera e a casca são concêntricas e o sistema se encontra em equilíbrio eletrostático. O módulo do campo elétrico produzido pelo sistema dentro da casca condutora vale.



A) zero
B) $Q/4\pi\varepsilon_0 a^2$
C) $Q/4\pi\varepsilon_0 r^2$
D) $Q/4\pi\varepsilon_0 (b^2 - a^2)$
E) $Q/4\pi\varepsilon_0 (c^2 - b^2)$

--- Fim da prova ---

--- --- ---

Formulário - Física 2

- Constantes: a não ser que seja instruído de forma diferente, use

$1T = 10^4 G$; $g = 9,8 m/s^2$; $m_{eletron} = 9,11 \times 10^{-31} kg$; $m_{proton} = 1,67 \times 10^{-27} kg$

$e = 1,60 \times 10^{-19} C$; $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2$;

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm/A$; $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2$.

- Fórmulas matemáticas

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} u du = \sqrt{u^2+a^2}$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} u du = -1/\sqrt{u^2+a^2}$

$\int (u^2+a^2)^{-1/2} du = ln[u+\sqrt{u^2+a^2}]$; $\int (u^2+a^2)^{-3/2} du = u/[a^2\sqrt{u^2+a^2}]$

$Aprox.\ binomial:\ (1+x)^n \approx 1+nx \quad se \quad x \ll 1$

- Fórmulas e leis físicas

$\vec{F}_E = q\vec{E}$; $\vec{E} = K\frac{q}{r^2}\hat{r}$; $d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\hat{r}$; $V(r) = K\frac{q}{r}$

$\Delta U = q\Delta V$; $\Delta V = -\frac{W_{Feletrica}}{q} = -\int_i^f \vec{E}\cdot d\vec{l}$; $\vec{E} = -\nabla V = -[\frac{\partial V}{\partial x}\hat{x} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{y} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{z}]$;

$\vec{p}_E = q\vec{d}$; $U_E = -\vec{p}_E \cdot \vec{E}$; $\vec{\tau}_E = \vec{p}_E \times \vec{E}$; $\vec{E}^{\parallel}_{dip} \approx 2\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$; $\vec{E}^{\perp}_{dip} \approx -\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3$;

$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_B = q\vec{v}\times\vec{B}$; $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$; $\vec{F}_{fio} = i\vec{l}\times\vec{B}$; $\vec{\mu}_B = i\vec{A}$; $U_B = -\vec{\mu}_B\cdot\vec{B}$;

$\vec{\tau}_B = \vec{\mu}_B \times \vec{B}$; $i = \int \vec{j}\cdot d\vec{A}$; $\vec{j} = nq\vec{v}_d = \sigma\vec{E}$; $\rho = 1/\sigma$; $R = \frac{\rho L}{A}$; $\rho(T) = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$

$B_{fio\ \infty} = \mu_0 i/2\pi d$; $B_{arco} = \mu_0 i\varphi/4\pi d$; $B_{espira} = \mu_0 iR^2/2(d^2+R^2)^{3/2}$

$\Phi_E = \oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = Q_{int}/\epsilon_0$; $\Phi_B = \oint_S \vec{B}\cdot d\vec{A} = 0$; $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{int}$; $\oint_C \vec{E}\cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$[\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0(i+i_d)$; $i_d = \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt}]$; $\vec{F}_{Lorentz} = q\vec{E} + q\vec{v}\times\vec{B}$

$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq}$ $C = \frac{q}{\Delta V}$; $\kappa = \frac{C}{C_0}$; $L = \frac{N\Phi_B}{i}$; $U_C = \frac{q^2}{2C} \therefore u_E = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}$; $U_L = \frac{Li^2}{2} \therefore u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$;

$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_n$; $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_n}$; $L_{eq} = \sum_{i=1}^n L_n$;

$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_n}$; $C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_n$; $\frac{1}{L_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_n}$;

$q(t) = q_0 \exp[-t/RC]$; $q(t) = q_{max}[1-\exp[-t/RC]]$; $\tau_C = RC$; $V_C = q(t)/C$

$i(t) = i_0 \exp[-Rt/L]$; $i(t) = i_{max}[1-\exp[-Rt/L]]$; $\tau_C = L/R$; $V_L = -L\frac{di(t)}{dt}$

$x_{rms} = x_{máx}/\sqrt{2}$; $X_L = \omega L$; $X_C = 1/\omega C$; $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$; $\varphi = \arctan[(X_L - X_C)/R]$; $\langle P\rangle = i_{rms}\epsilon_{rms}\cos[\varphi]$

RLC- Abordagem do Halliday: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 sen(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} sen(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} sen(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R sen(\omega t)$; $v_L(t) = V_L sen(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C sen(\omega t - \frac{\pi}{2})$

RLC– Abordagem do Randall: $\varepsilon(t) = \varepsilon_0 cos(\omega t)$; $q(t) = q_{máx} cos(\omega t + \varphi)$; $i(t) = I_{máx} cos(\omega t - \varphi)$

$v_R(t) = V_R cos(\omega t)$; $v_L(t) = V_L cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$; $v_C(t) = V_C cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

--- Fim do formulário ---