

Exercícios propostos com cargas pontuais

Formulário

$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \hat{r}$	$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r} + C$
$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12}$	$U_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}} + C$

1. Uma carga pontual $Q_1 = 7,0 \mu C$ encontra-se na posição $x_1 = 0,0 \text{ cm}$ e uma carga pontual $Q_2 = 5,0 \mu C$ encontra-se na posição $x_2 = 85,0 \text{ cm}$. O campo elétrico no ponto $x = 40,0 \text{ cm}$ é

A: $\vec{E} = 2,64 \times 10^4 \hat{x} \frac{V}{m}$	B: $\vec{E} = -2,99 \times 10^4 \hat{x} \frac{V}{m}$
C: $\vec{E} = 1,72 \times 10^5 \hat{x} \frac{V}{m}$	D: $\vec{E} = -2,33 \times 10^5 \hat{x} \frac{V}{m}$

2. Coloca-se uma carga pontual 1 de carga $Q_1 = 2 \mu C$ na origem das coordenadas e uma carga pontual 2 de carga $Q_2 = -3 \mu C$ sobre o eixo dos XX, no ponto $X = 100 \text{ cm}$. O potencial elétrico no infinito é nulo.

- Calcule a energia eletrostática das cargas.
- Em que ponto (ou pontos) sobre o eixo dos XX será nulo o potencial?

3. Considere num sistema de eixos ortonormado $\{\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}\}$ a presença de uma carga pontual de valor $q_1 = 12 \text{ nC}$ no ponto $\vec{P}_1 = (0\hat{x} + 0\hat{y} - 5\hat{z}) \text{ cm}$ e de outra carga pontual de valor $q_2 = -q_1 = -12 \text{ nC}$ no ponto $\vec{P}_2 = (0\hat{x} + 0\hat{y} + 5\hat{z}) \text{ cm}$. Chama-se a este sistema de duas cargas de valor simétrico um dipolo elétrico¹.

- a) Mostre que o campo elétrico no ponto $\vec{P}_3 = (0\hat{x} + 0\hat{y} + 1\hat{z}) \text{ cm}$ é de:

$$\vec{E}_3 = (0\hat{x} + 0\hat{y} + 9,8 \times 10^4 \hat{z}) \text{ V/m}.$$

- b) Mostre que o campo elétrico no ponto $\vec{P}_4 = (0\hat{x} + 0\hat{y} - 9\hat{z}) \text{ cm}$ é de:

$$\vec{E}_4 = (0\hat{x} + 0\hat{y} - 6,2 \times 10^4 \hat{z}) \text{ V/m}.$$

- c) Mostre que o campo elétrico no ponto $\vec{P}_5 = (0\hat{x} + 12\hat{y} + 0\hat{z}) \text{ cm}$ é de:

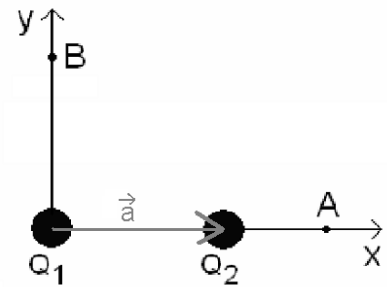
$$\vec{E}_5 = (0\hat{x} + 0\hat{y} + 4,9 \times 10^3 \hat{z}) \text{ V/m}.$$

- d) Se o potencial elétrico for nulo no infinito mostre que o valor do potencial criado pela carga q_1 na posição da carga q_2 é de $V_2 = 1080 \text{ V}$ e use este resultado para mostrar que a energia de ligação do dipolo de $U = -13 \mu J$.

¹ Muitos sistemas físicos, tais como átomos e moléculas ou mesmo antenas emissoras de rádio podem ser estudados em primeira aproximação como se fossem dipolos.

4. Considere o sistema de duas cargas pontuais representadas na figura, com $Q_1 = 1 \text{ nC}$ e $Q_2 = 9 \text{ nC}$. A distância entre as duas cargas é de $a = 3 \text{ cm}$. Os pontos A e B encontram-se nas posições $x = 5 \text{ cm}$ e $y = 4 \text{ cm}$, respectivamente.

- a) Calcule o vetor campo elétrico no ponto B.
b) Coloca-se uma carga $Q_3 = -2 \text{ nC}$ no ponto A. A que força elétrica fica sujeita?



5. Considere o sistema de duas cargas pontuais com $Q_1 = 1 \text{ nC}$ que se encontra na posição $\vec{r}_1 = 0\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$ e $Q_2 = -4 \text{ nC}$ que se encontra na posição $\vec{r}_2 = 1\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$.

- a) O campo elétrico na posição $\vec{r}_p = 0\hat{i} + 2\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$ é:

A: $\vec{E}_p = 32,2\hat{i} - 41,9\hat{j} + 0\hat{k} \text{ kV/m}$	B: $\vec{E}_p = 64,3\hat{i} - 106\hat{j} + 0\hat{k} \text{ kV/m}$
C: $\vec{E}_p = 86,9\hat{i} - 41,9\hat{j} + 32,2\hat{k} \text{ V/m}$	D: $\vec{E}_p = 16,1\hat{i} - 9,69\hat{j} + 0\hat{k} \text{ kV/m}$

- b) Em que posição se pode colocar uma terceira carga pontual de modo a que fique sujeita a uma força elétrica nula:

A: $\vec{r} = -1,00\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$	B: $\vec{r} = -0,547\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$
C: $\vec{r} = -2,41\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} \text{ cm}$	D: Não há nenhuma posição possível.

6. Uma carga $q_1 = 6 \text{ nC}$ encontra-se na origem e uma carga $q_2 = 8 \text{ nC}$ encontra-se na posição 3 cm sobre o eixo dos XX.

- a) A força exercida sobre a carga q_1 é de

A: $\vec{F} = -4,8 \times 10^{-4} \hat{x} \text{ (N)}$	B: $\vec{F} = 8,0 \times 10^{-4} \hat{x} \text{ (N)}$
C: $\vec{F} = -1,6 \times 10^{-4} \hat{x} \text{ (N)}$	D: $\vec{F} = 6,4 \times 10^{-4} \hat{x} \text{ (N)}$

- b) O vetor campo elétrico criado pelas cargas na posição 2 cm sobre o eixo dos XX é de:

A: $\vec{E} = -5,85 \times 10^5 \hat{x} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$	B: $\vec{E} = 4,95 \times 10^5 \hat{x} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$
C: $\vec{E} = 5,42 \times 10^5 \hat{x} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$	D: $\vec{E} = -6,75 \times 10^5 \hat{x} \left(\frac{\text{V}}{\text{m}} \right)$

- c) Onde se deve colocar uma terceira carga de modo a que fique sujeita a uma força eléctrica nula?

A: Na posição $1,50 \text{ cm}$ sobre o eixo dos X	B: Na posição $1,00 \text{ cm}$ sobre o eixo dos X
C: Na posição $1,58 \text{ cm}$ sobre o eixo dos X	D: Na posição $1,39 \text{ cm}$ sobre o eixo dos X

7. Uma carga pontual $Q_1 = 5,0 \mu\text{C}$ encontra-se na posição $x_1 = 0,0 \text{ cm}$ e uma carga pontual $Q_2 = 7,0 \mu\text{C}$ encontra-se na posição $x_2 = 85,0 \text{ cm}$. Onde se deve colocar uma terceira carga, Q_3 , de modo a que a força eléctrica sobre ela seja nula?

A: $x_3 = 34,4 \text{ cm}$	B: $x_3 = 46,1 \text{ cm}$	C: $x_3 = 38,9 \text{ cm}$	D: $x_3 = 40,6 \text{ cm}$
----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

8. Uma carga $q_1 = 2 \text{ nC}$ encontra-se na origem e uma carga $q_2 = -8 \text{ nC}$ encontra-se na posição $\vec{r}_2 = 1,00\hat{x} \text{ (m)}$.

a) O vetor campo elétrico gerado pelas duas cargas no ponto P, que se encontra na posição $\vec{r}_p = -2,00\hat{y} \text{ (m)}$ é:

A: $\vec{E}_p = 2,41\hat{x} + 0,33\hat{y} \text{ (V/m)}$	B: $\vec{E}_p = 6,44\hat{x} + 8,38\hat{y} \text{ (V/m)}$
C: $\vec{E}_p = 4,83\hat{x} + 7,41\hat{y} \text{ (V/m)}$	D: $\vec{E}_p = 2,41\hat{x} + 2,58\hat{y} \text{ (V/m)}$

b) Ao longo do eixo dos XX, o potencial criado pelas cargas q_1 e q_2 é nulo na(s) posição(ões):

A: $-0,33 \text{ (m)}$ e $0,20 \text{ (m)}$	B: $-2,00 \text{ (m)}$ e $0,40 \text{ (m)}$
C: $0,20 \text{ (m)}$	D: $0,40 \text{ (m)}$

c) Para que uma carga $q_3 = -2 \text{ nC}$ fique sujeita a uma força eléctrica nula, deve ser colocada na(s) posição(ões):

A: $\vec{r}_3 = 1,37\hat{x} \text{ (m)}$ ou $\vec{r}_3 = -0,69\hat{x} \text{ (m)}$	B: $\vec{r}_3 = -1,00\hat{x} \text{ (m)}$ ou $\vec{r}_3 = -1,37\hat{x} \text{ (m)}$
C: $\vec{r}_3 = -1,00\hat{x} \text{ (m)}$	D: $\vec{r}_3 = 4,45\hat{x} \text{ (m)}$

9. Nos vértices de um triângulo equilátero de 3 cm de lado estão colocadas as cargas $q_1 = q_2 = 4 \times 10^{-7} \text{ C}$ e $q_3 = 1 \times 10^{-7} \text{ C}$. Considere que o potencial é nulo no infinito.

a) Dentro do triângulo

A: não há nenhum ponto em que se anule o campo eléctrico.
B: há um único ponto em que se anula o potencial eléctrico.
C: o potencial eléctrico é nulo.
D: há um único ponto em que se anula o campo eléctrico.

b) Calcule a intensidade da força resultante que atua sobre a carga q_3 .

A: $0,40 \text{ N}$	B: $0,80 \text{ N}$	C: $0,69 \text{ N}$	D: $0,37 \text{ N}$
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

c) Calcule a energia eletrostática das 3 cargas.

A: 25 mJ	B: 137 mJ	C: 16 mJ	D: 72 mJ
--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

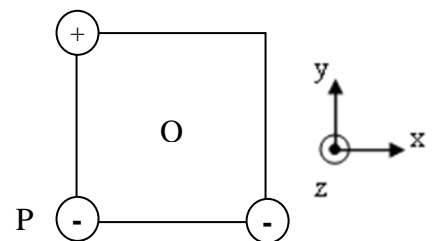
10. Três cargas, uma positiva e duas negativas, estão dispostas nos vértices de um quadrado com 3 cm de lado como indica a figura. O módulo de cada carga é igual a 2 nC . Admita que o potencial é nulo no infinito.

a) Calcule o campo eléctrico gerado pelas três cargas no centro do quadrado (ponto O). (Indique a sua resposta em termos vectoriais, de acordo com o sistema de eixos representado na figura.)

b) Calcule a força eléctrica sobre a carga que se encontra no ponto P. (Indique a sua resposta em termos vectoriais, de acordo com o sistema de eixos representado na figura.)

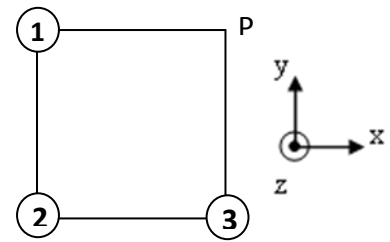
c) Calcule o potencial eléctrico gerado pelas três cargas no centro do quadrado (ponto O).

d) Calcule a energia eletrostática das três cargas.



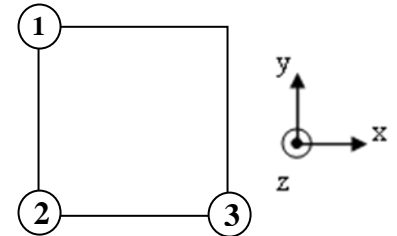
11. Três cargas pontuais, Q_1 , Q_2 e Q_3 , estão dispostas nos vértices de um quadrado como indica a figura. Sabendo que $Q_1 = Q_3 = 1,0 \mu C$, indique o valor da carga Q_2 de modo que o campo elétrico seja nulo no ponto P.

A: $Q_2 = -2,83 \mu C$	B: $Q_2 = -3,39 \mu C$
C: $Q_2 = -3,96 \mu C$	D: $Q_2 = -4,53 \mu C$



12. Três cargas pontuais, Q_1 , Q_2 e Q_3 , estão dispostas nos vértices de um quadrado como indica a figura. Sabendo que $Q_1 = Q_3 = 3,0 \mu C$, indique o valor da carga Q_2 de modo a que a energia eletrostática do conjunto das três cargas seja nula.

A: $Q_2 = -1,06 \mu C$	B: $Q_2 = -1,24 \mu C$
C: $Q_2 = -1,41 \mu C$	D: $Q_2 = -1,59 \mu C$



13. Três cargas pontuais de 2 nC estão colocadas em três vértices de um quadrado de 30 cm de lado. Admita que o potencial elétrico no infinito é nulo.

a) O potencial elétrico no centro do quadrado é...

A: 255 V	B: 382 V	C: 191 V	D: 286 V
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

b) A energia eletrostática das três cargas é...

A: $7,31 \times 10^{-7} \text{ J}$	B: $2,44 \times 10^{-7} \text{ J}$	C: $5,48 \times 10^{-7} \text{ J}$	D: $3,25 \times 10^{-7} \text{ J}$
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

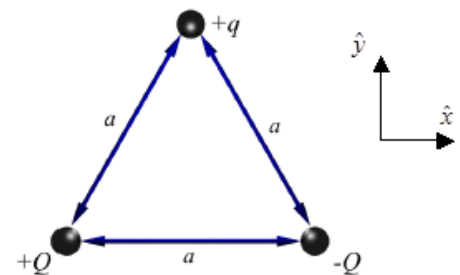
14. Três **cargas pontuais** estão dispostas nos vértices de um triângulo equilátero, tal como está indicado na figura.

a) Qual a direção e sentido da **força** que atua sobre a carga $+q$?

A: \hat{x}	B: $-\hat{x}$	C: \hat{y}	D: $-\hat{y}$
--------------	---------------	--------------	---------------

b) Qual a intensidade da **força** que atua sobre a carga se $q=1 \text{ nC}$, $\pm Q=\pm 3 \text{ nC}$, $a=1 \text{ mm}$ e o meio tiver uma constante dielétrica relativa igual a 2?

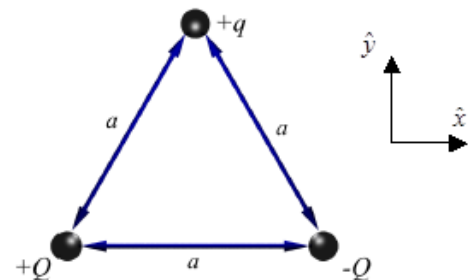
A: $F=5,40 \text{ mN}$	B: $F=9,00 \text{ mN}$
C: $F=6,75 \text{ mN}$	D: $F=13,5 \text{ mN}$



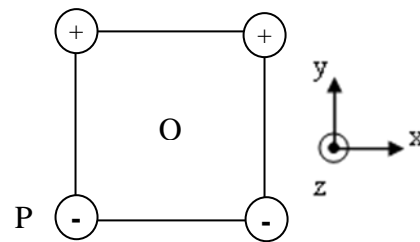
15. Três cargas estão dispostas nos vértices de um triângulo equilátero, tal como está indicado na figura. Admita que o potencial é nulo no infinito. Para efeitos de cálculo considere $+Q = 2 \mu C$, $-Q = -2 \mu C$, $q = 50 \text{ nC}$ e $a = 3 \text{ cm}$. Referencie as grandezas vetoriais de acordo com o sistema de eixos indicado na figura.

a) Calcule o potencial elétrico criado pelas cargas $+Q$ e $-Q$ na posição em que se encontra a carga $+q$. Calcule a energia eletrostática das 3 cargas.

b) Calcule o campo elétrico criado pelas cargas $+Q$ e $-Q$ na posição em que se encontra a carga $+q$ e a força elétrica a que está sujeita a carga $+q$.



16. Quatro cargas, duas positivas e duas negativas, estão dispostas no vértice de um quadrado com 3 cm de lado como indica a figura. O módulo de cada carga é igual a 2 nC. Admita que o potencial é nulo no infinito.



a) O vetor campo elétrico gerado pelas quatro cargas no centro do quadrado (ponto O) é de:

A: $\vec{E}_O = \vec{0}$ (kV/m)	B: $\vec{E}_O = -113,1 \hat{y}$ (kV/m)
C: $\vec{E}_O = 70,7 \hat{y}$ (kV/m)	D: $\vec{E}_O = -95,5 \hat{y}$ (kV/m)

b) A força elétrica sobre a carga que se encontra no ponto P é de:

A: $\vec{F}_P = -25,9 \hat{x} + 54,1 \hat{y}$ (μN)	B: $\vec{F}_P = -37,2 \hat{x} + 78,0 \hat{y}$ (μN)
C: $\vec{F}_P = 32,7 \hat{x} - 68,5 \hat{y}$ (μN)	D: $\vec{F}_P = 40,4 \hat{x} - 84,6 \hat{y}$ (μN)

c) O potencial elétrico gerado pelas quatro cargas no centro do quadrado (ponto O) é de:

A: - 34 V	B: - 16 V	C: 41 V	D: 0 V
-----------	-----------	---------	--------

d) A energia eletrostática das quatro cargas é de:

A: -2,9 μJ	B: 4,1 μJ	C: -1,7 μJ	D: 5,3 μJ
-----------------------	----------------------	-----------------------	----------------------

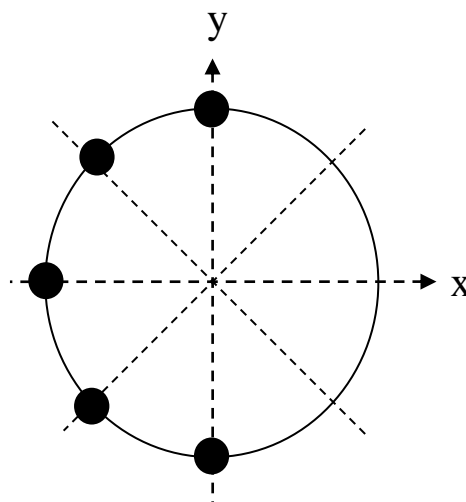
17. Cinco cargas pontuais iguais, cada uma com uma carga $Q = 2 \text{ nC}$, encontram-se igualmente espaçadas na periferia de uma circunferência de raio $R = 3 \text{ cm}$, tal como se esquematiza na figura.

a) O campo elétrico no centro da circunferência é de:

A: $\vec{E} = 20 \hat{x}$ kV/m	B: $\vec{E} = 48 \hat{x}$ kV/m
C: $\vec{E} = 100 \hat{x}$ kV/m	D: $\vec{E} = 70 \hat{x}$ kV/m

b) O potencial elétrico no centro da circunferência, tomando como nulo o potencial no infinito, é de:

A: $V = 600$ V	B: $V = 1800$ V
C: $V = 1200$ V	D: $V = 3000$ V



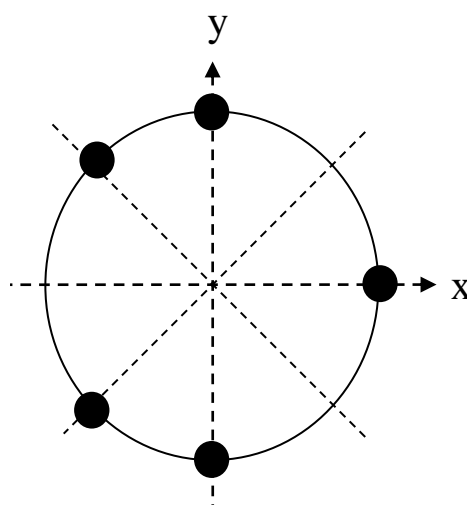
18. Cinco cargas pontuais iguais, cada uma com uma carga $Q = 2 \text{ nC}$, encontram-se na periferia de uma circunferência de raio $R = 3 \text{ cm}$, tal como se esquematiza na figura. Considere que o potencial elétrico no infinito é nulo.

a) O campo elétrico no centro da circunferência é de:

A: $\vec{E} = 60 \hat{x}$ kV/m	B: $\vec{E} = 48 \hat{x}$ kV/m
C: $\vec{E} = 100 \hat{x}$ kV/m	D: $\vec{E} = 8,3 \hat{x}$ kV/m

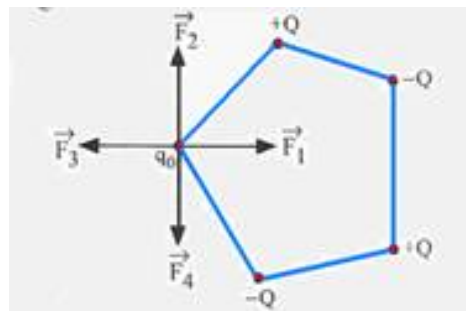
b) Que carga pontual se deve colocar na posição $\vec{r} = -3,0 \hat{x} \text{ cm}$ para que o potencial elétrico no centro da circunferência seja nulo?

A: -10 nC	B: -2 nC
C: -6 nC	D: -3,4 nC



19. Quatro cargas com a mesma intensidade, mas sinais alternados, são colocadas em quatro vértices de um pentágono regular tal como se representa na figura. No 5º e último vértice do pentágono é colocada uma carga de prova $q_0 > 0$, que sofrerá a ação de todas as outras. Indique qual das forças apresentadas representa a força exercida sobre q_0 .

A: \vec{F}_1	B: \vec{F}_2	C: \vec{F}_3	D: \vec{F}_4
----------------	----------------	----------------	----------------



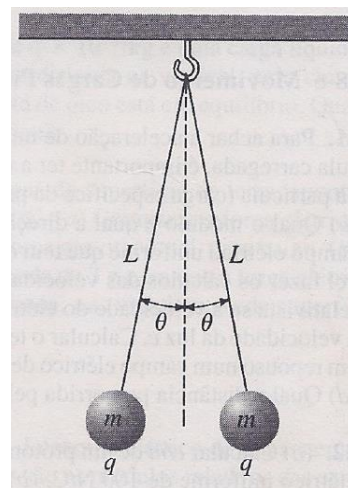
20. Duas pequenas esferas, de massa $m = 10\text{ g}$ e carga Q , estão penduradas por fios de comprimento $L = 50\text{ cm}$, presos num ponto comum, como se representa na figura. O ângulo que cada fio faz com a direção vertical é $\theta = 20^\circ$.

a) A intensidade da força eléctrica sentida por cada carga é de:

A: $F = 46\text{ mN}$	B: $F = 98\text{ mN}$
C: $F = 67\text{ mN}$	D: $F = 36\text{ mN}$

b) A carga Q de cada esfera é:

A: $Q = 0,24\text{ }\mu\text{C}$	B: $Q = 1,65\text{ }\mu\text{C}$
C: $Q = 0,68\text{ }\mu\text{C}$	D: $Q = 0,82\text{ }\mu\text{C}$



Soluções

1. C

2. a) $-0,054 \text{ J}$

2. b) $X=40 \text{ cm}$ e $X= - 200 \text{ cm}$

4. a) $\vec{E} = -19,4 \hat{x} + 31,5 \hat{y} \text{ kV/m}$

4. b) $\vec{F} = -4,12 \times 10^{-4} \hat{x} \text{ N}$

5. a) A

5. b) A

6. a) A

6. b) A

6. c) D

7. C

8. a) B

8. b) A

8. c) C

9. a) D

9. b) C

9. c) D

10. a) $\vec{E}_o = 28284 \hat{x} - 84853 \hat{y} \text{ V/m}$

10. b) $\vec{F}_p = -40,0 \hat{x} + 40,0 \hat{y} \text{ }\mu\text{N}$

10. c) $V = -848,5 \text{ V}$

10. d) $U = -8,485 \times 10^{-7} \text{ J}$

11. A

12. A

13. a) A

13. b) D

14. a) A

14. b) D

15. a) $V = 0 \text{ V}$; $U = -1,2 \text{ J}$

15. b) $\vec{E} = 20 \hat{x} \text{ MV/m}$; $\vec{F} = 1,0 \hat{x} \text{ N}$

16. a) B

16. b) A

16. c) D

16. d) C

17. a) B

17. b) D

18. a) D

18. b) A

19. D

20. a) D

20. b) C