**ELETROSTÁTICA**

Dado: Constante Eletrostática do vácuo: **K0** = 9×109 N.m2/C2

**Força Elétrica**

**1.** (Vunesp) Duas partículas eletrizadas com cargas de mesmo módulo, situadas no vácuo, atraem-se com forças elétricas de intensidade **F** = 0,9 N, quando a distância entre elas é **d** = 20 cm. Determine as cargas elétricas dessas partículas.

**2.** (Fuvest) A uma distância **d** uma da outra, encontram-se duas esferinhas metálicas idênticas, de dimensões desprezíveis, com cargas ****Elas são postas em contato e, em seguida, colocadas à distância **2d** uma da outra. Determine a razão entre os módulos das forças eletrostáticas trocadas entre as esferas APÓS o contato e ANTES do contato.

**3.** Duas partículas eletrizadas com cargas de mesmo módulo, situadas no vácuo, repelem-se com forças elétricas de intensidade F = 2,5 N, quando a distância entre elas é 30 cm, no vácuo. Determine as cargas elétricas dessas partículas.

**4.** Duas esferas metálicas **idênticas** estão eletrizadas com cargas
6 μC e –4 μC e separadas pela distância de 30 cm, no vácuo.

a) Qual a intensidade das forças eletrostáticas trocadas entre elas nessa situação inicial? Essas forças são de atração ou repulsão? Justifique.

b) Se esferas são colocadas em contato e recolocadas nas posições iniciais, qual a intensidade das novas forças de interação entre elas? Essas forças são de atração ou repulsão? Justifique.

**5.** Calcule a intensidade da força resultante sobre a partícula colocada no vértice *C* do triângulo em cada caso. Todas as partículas estão eletrizadas com carga de mesmo módulo, **Q** = 1 μC, o meio é o vácuo e a distância **d** = 30 cm.

****

**6.** Três partículas com cargas elétricas iguais estão alinhadas como na figura. A partícula *C* exerce sobre *B* uma força de intensidade
**F** = 2×10−6 N. Determine a intensidade da resultante elétrica sobre a partícula *B*.



**7.** (Fuvest) Um objeto *A*, com carga elétrica **+q** e dimensões desprezíveis, fica sujeito a uma força de intensidade **F** = 20×10–6  N quando colocado em presença de um objeto com carga elétrica idêntica à sua, à distância de 1 m. Se o objeto for colocado na presença de dois objetos, também com cargas elétricas idênticas, como indicado na figura, qual o valor aproximado da força elétrica a que ficará sujeito?



**8.** (Mack) Num plano vertical, perpendicular ao solo, situam-se três pequenos corpos idênticos, de massas individuais iguais a **m** e eletrizados com cargas **Q** = 1,0 μC cada um.



 Os corpos *C1* e *C2* estão fixos no solo, ocupando, respectivamente, dois dos vértices de um triângulo isósceles, conforme a figura acima. O corpo *C3*, que ocupa o outro vértice do triângulo, está em equilíbrio quando sujeito exclusivamente às forças elétricas e ao seu próprio peso. Adotando **g** = 10 m/s2,calcule a massa **m** de cada um desses corpos.



**9.** (Fuvest) No vácuo, uma bolinha *A* de peso **P** = 1,2 N, carregada positivamente com carga **Q**, está suspensa de um ponto *P* por meio de um fio de seda de comprimento 50 cm. Com um bastão isolante, aproxima-se de *A* outra bolinha *B*, também com carga **Q**.

Quando elas estão na posição indicada na figura, permanecem em equilíbrio, sendo *AB* horizontal e *BP* vertical.

Considere sen37° = 0,6 e cos37° = 0,8.

a) Faça uma figura (com capricho) na folha de repostas mostrando as forças que agem na bolinha *A*.

b) Determine o valor de **Q**.

**10.** Duas partículas com cargas **Q1** = 2 μC e **Q2** = 8 μC estão fixas e separadas por uma distância de 60 cm, no vácuo.



 Uma terceira partícula com carga **q** = 3 μC deverá ser colocada sobre o eixo ***x*** que passa pelas duas primeiras.

a) Qual a intensidade da força elétrica resultante sobre essa terceira partícula, se colocada entre as outras duas, no ponto médio?

b) Qual a abscissa do ponto onde essa terceira partícula ficará sujeita a uma força elétrica resultante nula?

**11.** Repita a questão anterior considerando **Q2** = –8 μC.

**Campo e Potencial Elétricos**

Dado: constante eletrostática do vácuo **K** = 9 × 109 N.m2/C2

**12.** Em um ponto do espaço existe um campo elétrico de intensidade igual a **E=** 5 × 105 N/C, de direção horizontal e sentido para direita. Colocando nesse ponto uma partícula com carga elétrica **q** = –5 × 10-6 C, caracterize a força elétrica a que ela ficará sujeita.

**13.** Coloca-se um corpo de prova puntiforme e de carga elétrica
**q** = +2 μC em um ponto *P* de uma região de vácuo e verifica-se que este corpo fica sujeito a uma força elétrica de intensidade 10 N, para a direita. Determine:

a) a intensidade e a orientação do vetor campo elétrico no ponto *P*;

b) a distância do ponto *P* ao corpo cuja carga gera esse campo elétrico, sabendo que essa carga é **Q** = +50 μC.

**14.** Considere a carga elétrica **Q** = 6 μC, colocada no vácuo, e dois pontos *A* e *B*, a distâncias iguais a 10 cm e 30 cm, respectivamente, dessa carga.



a) Represente os vetores campos elétricos em cada desses pontos e calcule as respectivas intensidades.

b) Calcule o potencial elétrico em cada um desses pontos.

Uma carga elétrica de prova, **q** = 2μC e colocada no ponto *A* e se dirige para o ponto *B*.

d) Calcule a intensidade da força elétrica atuante na carga de prova em cada um dos pontos *A* e *B*.

e) Calcule a energia pontencial elétrica adquirida pela carga de prova em cada um desses pontos.

**15.** Um pêndulo elétrico tem comprimento  = 1 m; a esfera suspensa tem massa **m** = 10 g e carga **q**.



Além da gravidade, **g** = 10 m/s2, age também no sistema um campo elétrico horizontal **E** = 7,5×103 N/C, como indicado na figura.

No vácuo, o pêndulo estaciona com a esfera à distância **d** = 0,6 m da vertical pelo ponto de suspensão. Determine **q**, em μC.

**16.** Duas cargas puntiformes, **QA** = **QB** = 8 μC, estão separadas entre si pela distância de 40 cm, no vácuo. No ponto médio entre elas,

a) caracterize o vetor campo elétrico;

b) calcule o pontencial elétrico.

**17.** Duas cargas puntiformes, **QA** = –**QB** = 8 μC, estão separadas entre si pela distância de 40 cm, no vácuo. No ponto médio entre elas,

a) caracterize o vetor campo elétrico;

b) calcule o pontencial elétrico.

**18.** Duas partículas com cargas **Q** = 4 μC cada uma ocupam os vértices *A* e *B* de um triângulo equilátero, *ABC*, de lado 30 cm, no vácuo.

a) Represente o vetor campo elétrico no vértice *C* e determine sua intensidade. Calcule também o potencial elétrico nesse ponto.

b) Refaça o item anterior, considerando **QB** = –4 μC.

**19.** Duas cargas puntiformes **QA** = 4 μC e
**QB** = –4μC ocupam as extremidades, *A* e *B*, da hipotenusa de um triângulo retângulo, *ABC*, de catetos 30 cm, no vácuo. Represente o vetor campo elétrico no vértice *C* e determine sua intensidade. Calcule também o potencial elétrico nesse vértice *C.*

**20.** Quatro partículas com cargas iguais a
**QA** = **QB** = **QC** = 4μC e **QD =** –4 μC ocupam os vértices *A*, *B C* e *D* de um quadrado, *ABCD*, de lado 60 cm, no vácuo. Determine o vetor campo elétrico no centro do quadrado.

**21.** Três partículas com cargas **Q** = 4μC cada uma ocupam os vértices *A*, *B* e *C* de um quadrado *ABCD*, de lado 60 cm, no vácuo. Determine:

a) a intensidade do vetor campo elétrico no vértice *D*;

b) o módulo e o sinal da carga **Q’** a ser colocada no centro do quadrado para que o vetor campo elétrico seja nulo em *D*.

**22.** Duas partículas, *A* e *B*, possuem cargas elétricas **QA** = 4 μC e
**QB** = 1 μC, respectivamente e estão fixas, separadas pela distância de 60 cm, no vácuo.

a) Determine a intensidade do vetor campo elétrico resultante no ponto médio do segmento que une as cargas.

b) A que distância de *A* o campo elétrico devido às cargas **QA** e **QB** é nulo?

**23.** Refaça o problema anterior para **QA** = 4 μC e **QB** = -1 μC.

**24.** Duas partículas, *A* e *B*, com cargas **QA** = **QB** = 5 μC estão separadas pela distância de 60 cm, no vácuo. Calcule a intensidade do vetor campo elétrico num ponto *P*, sobre a mediatriz do segmento que une as cargas, a 40 cm do ponto médio.

**25.** Um dipolo elétrico define-se como duas partículas eletrizadas com cargas de mesmo módulo e de sinais opostos separadas por uma distância **L**. Sejam: **k** a constante eletrostática do meio; **Q** os módulos das cargas; **r** a distância de cada partícula ao ponto *P*, conforme a figura a seguir.



Determine a intensidade do vetor campo elétrico no ponto P.

**26.** (UFRN – modif.) Três cargas elétricas iguais (+**q**) estão colocadas em diferentes pontos de uma circunferência de raio **r**, conforme a figura.



Sendo **E** o módulo do campo elétrico produzido por **cada** carga no centro *C* da circunferência, qual o módulo do campo elétrico resultante produzido pelas três cargas nesse centro *C*? E no ponto *A*?

**27.** Considere a carga elétrica **Q** = 6 μC, colocada no vácuo e dois pontos A e B, a distâncias iguais a 10 cm e 30 cm, respectivamente, dessa carga.

 Despreze ações gravitacionais.

a) Determine o potencial elétrico em cada um desses pontos.

b) Se uma partícula com carga **q** = 2 μC é colocada em *A*, que energia potencial adquire o sistema (**Q**, **q**) adquire? E em *B*?

c) Qual o trabalho da força elétrica quando uma partícula de carga elétrica de 2 μC e massa 10 g, abandonada em repouso no ponto *A*, é transportada até *B* ?

d) Determine a velocidade da partícula ao passar em *B*.

**28.** Considere a carga elétrica **Q** = 8 μC, colocada no vácuo e dois pontos *A* e *B*, a distâncias iguais a 10 cm e 40 cm, respectivamente, dessa carga.



a) Determine o potencial elétrico em cada um desses pontos.

b) Qual o trabalho da força elétrica quando uma partícula com carga elétrica **q** = 2 μC é transportada de *A* até *B*?

c) Se a massa dessa partícula é 15 g e sabendo que a força elétrica é a resultante, qual a sua velocidade em *B*, se ela parte do repouso em *A*?

d) Qual a energia cinética dessa partícula ao atingir o infinito?

**29.** A diferença de potencial (tensão elétrica) entre dois pontos, *A* e *B*, é **V**­**A**­ – **VB**= 1 × 106 V. Calcule o trabalho da força elétrica sobre um objeto puntiforme com carga **Q** = –2 μC levado de *A* para *B.* O movimento é espontâneo ou forçado? Justifique.

**30]** (Fuvest - modif) A figura mostra as superfícies equipotenciais de um campo elétrico de duas cargas puntiformes.



a) Copie a figura, representando o vetor campo elétrico nos pontos *A* e *B*.

b) Qual o trabalho realizado pelo campo elétrico para levar uma carga **q** = 2×10–6 C, do ponto *A* até o ponto *B*?

**31.** A figura representa dois pontos *A* e *B* de um campo elétrico, sendo, **EA** = 105 N/C. A diferença de potencial entre os dois pontos é **UAB** = 5×105 V.

Uma partícula de massa 10 gramas e eletrizada com 1μC é abandonada no ponto *A.* Despreze ações gravitacionais.

a) Indique o sentido da força elétrica atuante sobre a partícula quando colocada no ponto *A* e calcule seu módulo.

b) Qual o trabalho da força elétrica sobre a partícula no deslocamento de *A* até *B* ?

c) Qual a velocidade da partícula ao passar pelo ponto *B* ?

**32.** A figura abaixo representa um campo elétrico uniforme e algumas superfícies equipotenciais, espaçadas entre si por 5 cm.



a) Qual o módulo desse campo elétrico?

b) Qual o trabalho da força elétrica quando uma carga puntiforme
**q** = –2 μC é levada de *A* até *B* ?

**33.** Algumas superfícies equipotenciais de um campo elétrico uniforme, no vácuo, estão representadas na figura a seguir. Essas superfícies sucessivas estão separadas por uma distância **d** = 20 cm. O vetor campo elétrico tem intensidade **E** = 5×103 V/m, direção horizontal e sentido para a direita.



Admitindo que na região exista apenas o campo elétrico citado e sendo a força gravitacional desprezível, determine:

a) a diferença de potencial entre duas superfícies sucessivas;

b) o trabalho da força elétrica para levar uma partícula de carga
**q** = 1,8×10–8 C de um ponto da superfície *D* até um ponto da superfície *A*

c) Se a partícula tem massa **m** = 3×10–8 kg, sendo abandonada do repouso em *D*, com que velocidade ela passa pela superfície *A*.

**34.** Algumas superfícies equipotenciais de um campo elétrico uniforme, de intensidade **E** = 2×106 V/m, no vácuo, estão representadas na figura a seguir. Essas superfícies sucessivas (*S1*, *S2* e *S3*) estão separadas pela distância **d** = 50 cm.



Admita que na região exista apenas o campo elétrico citado e que a força gravitacional seja desprezível.

a) Calcule a diferença de potencial entre os pontos *B* e *C* e entre os pontos *B* e *A*.

b) Se uma partícula de massa **m** = 20 g e carga **q** = –1μC, é abandonada do repouso no ponto *B*, para qual dos pontos assinalados ela se dirige? Justifique.

c) Qual o trabalho da força elétrica no deslocamento de *B* até esse outro ponto?

d) Qual a velocidade da partícula ao passar por esse outro ponto?

**ONDULATÓRIA**

**Equação Fundamental**

**35.** (Uel) Uma emissora de rádio FM opera na freqüência de 100 MHz. Admitindo que a velocidade de propagação das ondas de rádio no ar seja de 300.000 km/s, calcule o valor aproximado do comprimento de onda emitida por essa emissora.

**36.** (Unicamp) Pesquisas atuais no campo das comunicações indicam que as "infovias" (sistemas de comunicações entre redes de computadores como a INTERNET, por exemplo) serão capazes de enviar informação através de pulsos luminosos transmitidos por fibras ópticas com a freqüência de 1011 pulsos/segundo. Na fibra óptica, a luz se propaga com velocidade de 2×108 m/s.

a) Qual o intervalo de tempo entre dois pulsos de luz consecutivos?

b) Qual a distância (em metros) entre dois pulsos?

**37.** O gráfico abaixo representa uma onda transversal se propagando-se num fio elástico. A fonte que gera essa onda vibra com frequência igual a 50 Hz.



Determine para essa onda:

a) a amplitude; b) o comprimento de onda;

c) o período de vibração; d) a velocidade de propagação.

**38.** (Ufmg.) - Na figura está representada uma onda que, em 2,0 segundos, se propaga da extremidade *A* à extremidade *B* de um fio elástico.



Determine o comprimento de onda (m), a freqüência (hertz) e a velocidade de propagação (m/s).

**39.** No instante **t** = 0, uma fonte começa a vibrar produzindo uma onda num fio elástico. A figura mostra o perfil dessa onda no instante **t** = 1,5 s.



 Determine para essa onda:

a) o comprimento de onda; b) a frequência;

c) a velocidade; d) a amplitude.

**40.** (FUVEST) Uma fonte sonora emite ondas sonoras de 200 Hz. A uma distância de 3.400 m da fonte está instalado um aparelho que registra a chegada das ondas através do ar e as remete de volta através de um fio metálico retilíneo. Se o comprimento dessas ondas no fio é 17 m e a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual oo tempo de ida e volta das ondas?

**41.** A figura ao lado representa uma onda, que se propaga ao longo de uma corda, com freqüência de 20 Hz. Calcule a sua velocidade de propagação.



**42.** (U.F. SANTA MARIA) Uma onda sonora de comprimento de onda 0,68 m propaga-se no ar com velocidade de 340 m/s. Calcule o período e a freqüência da vibração produzida nas partículas do meio, devido à propagação dessa onda.

**43.** A figura abaixo representa uma onda que se propaga com freqüência de 30 Hz, ao longo de uma corda homogênea.



Calcule a velocidade de propagação da onda, em m/s.

**44.** A figura abaixo representa uma onda que se propaga com freqüência de 20 Hz, ao longo de uma corda homogênea.



a) Qual a sua amplitude?

b) Qual o comprimento de onda, em metro?

c) Calcule a velocidade de propagação, em m/s.

**Fenômenos Ondulatórios**

**45.** Associe as imagens seguintes aos nomes dos fenômenos físicos correspondentes.

 I) II)



 III)



Identifique cada um dos fenômenos ondulatórios mostrados

**46.** Analise as figuras abaixo.



Qual o fenômeno evidenciado na terceira figura? Por que nas duas primeiras esse fenômeno na se manifesta?

**47.** (Uftm) No imóvel representado, as paredes que delimitam os ambientes, bem como as portas e janelas, são isolantes acústicos. As portas externas e janelas estão fechadas e o ar em seu interior se encontra a uma temperatura constante, podendo ser considerado homogêneo.



Uma pessoa, junto à pia da cozinha, consegue conversar com outra, que se encontra no interior do quarto, com a porta totalmente aberta, uma vez que, para essa situação, é possível ocorrer com as ondas sonoras, a

A) reflexão, apenas.

B) difração, apenas.

C) reflexão e a refração, apenas.

D) reflexão e a difração, apenas.

E) reflexão, a refração e a difração.

**48.** (Ufg) Uma estação de rádio emite ondas médias na faixa de 1 MHz com comprimento de onda de 300 m. Essa radiação contorna facilmente obstáculos como casas, carros, árvores etc. devido ao fenômeno físico da

A) difração. B) refração.

C) reflexão. D) interferência.

E) difusão.

**49.** (Uece) Na figura a seguir, C é um anteparo e S0, S1 e S2 são fendas nos obstáculos A e B.



Assinale a alternativa que contém os fenômenos ópticos esquematizados na figura.

A) Reflexão e difração. B) Difração e interferência.

C) Polarização e interferência. D) Reflexão e interferência.

**50.** (Fuvest – adaptado) O Sr. Rubinato, um músico aposentado, gosta de ouvir seus velhos discos sentado em uma poltrona. Está ouvindo um conhecido solo de violino quando sua esposa Matilde afasta a caixa acústica da direita (Cd) de uma distância ℓ, como visto na figura abaixo.



Em seguida, Sr. Rubinato reclama: \_ *Não consigo mais ouvir o Lá do violino, que antes soava bastante forte!*

 • **Note e adote:**

– O mesmo sinal elétrico do amplificador é ligado aos dois alto-falantes, cujos cones se movimentam em fase.

– A frequência da nota Lá é 440 Hz.

– A velocidade do som no ar é 330 m/s.

– A distância entre as orelhas do Sr. Rubinato deve ser ignorada.

a) Identifique os tipos de interferência ocorridas na situação inicial, com as duas caixas a mesma distância **L**, e na situação final, com a caixa da direita afastada.

b) Calcule o comprimento de onda da nota Lá, no ar.

c) Qual o menor valor possível para a distância ℓ?

**51.** (Fgv) As figuras a seguir representam uma foto e um esquema em que **F1** e **F2** são fontes de frentes de ondas mecânicas planas, coerentes e em fase, oscilando com a frequência de 4 Hz. As ondas produzidas propagam-se a uma velocidade de 2 m/s. Sabe-se que D > 2,8 m e que *P* é um ponto vibrante de máxima amplitude.



Nessas condições, o menor valor de  deve ser

A) 2,9 m. B) 3,0 m. C) 3,1 m.

D) 3,2 m. E) 3,3 m.

**52.** (Unesp - adaptada) A figura mostra um fenômeno ondulatório produzido em um dispositivo de demonstração chamado tanque de ondas, que neste caso são geradas por dois martelinhos que batem simultaneamente na superfície da água 360 vezes por minuto. Sabe-se que a distância entre dois círculos consecutivos das ondas geradas é 3,0 cm.

****

a) Identifique o fenômeno produzido.

b) Calcule a velocidade de propagação das ondas.

**53.** (Unirio) Na superfície de um líquido, um vibrador produz ondas planas com frequência **f1** = 10 Hz e comprimento de onda **λ1 =** 28 cm. Ao passarem do meio 1 para o meio 2, como mostra a figura, foi verificada uma mudança na direção de propagação das ondas.

Dados: sen 30° = cos 60° = 0,5; sen 45° = cos 45° = 0,7.



Determine a frequência, a velocidade e o comprimento de onda no meio 2.

**54.** Na superfície de um líquido, um vibrador produz ondas planas com frequência **f** = 2 Hz. Ao passarem da região *A* para a região *B*, como mostra a figura, foi verificada uma mudança na direção de propagação das ondas.

Dados: sen 30° = 0,5 e sen 53° = 0,8.



Se a velocidade de propagação na região *A* é 20 cm/s, determine para a região *B*.

a) a frequência;

b) a velocidade de propagação;

c) o comprimento de onda.

**Onda Estacionária**

**55.** (Omec) Uma onda estacionária é produzida num fio tenso, com extremos fixos.



A figura representa o fio vibrando em seu modo fundamental. Sabendo que a velocidade dessa onda, nesse fio, é igual a 3 m/s, então, o comprimento de onda, em metros e a frequência, em hertz, dessa onda valem, respectivamente:

A) 0,6 e 3. B) 1,2 e 2,5. C) 2,4 e 2.

D) 0,6 e 1,5. E) 2,4 e 1,25.

**56.** Numa corda fixa nas duas extremidades, é emitida uma onda com frequência 60 Hz que gera uma onda estacionária, conforme mostrado na figura.



a) Calcule o comprimento de onda.

b) Dê a amplitude da onda original e da onda estacionária.

c) Calcule a velocidade de propagação dos pulsos transversais na corda.

**57.** A densidade linear de uma corda é 20 g/m. Ela está sob tensão provocada por uma forças de intensidade 200 N. Os suportes fixos distam de 50 cm. Fazendo-se a corda vibrar transversalmente forma-se nela a onda estacionária representada na figura.



 A frequência das ondas componentes, cuja superposição causa esta vibração, é

A) 100 Hz. B) 200 Hz. C) 300 Hz.

D) 400 Hz. E) 500 Hz.

**58.** Sabe-se que a velocidade de propagação de uma onda em uma corda de 30 cm é de 300 m/s. Considere que ela esteja vibrando no harmônico fundamental.

a) Qual o comprimento de onda?

b) Qual a frequência de vibração?

**59.** Ondas transversais propagam-se numa corda de 0,5 m de comprimento e 100 g de massa, submetida a uma tração de 80 N. Determine:

a) a densidade linear dessa corda, em kg/m;

b) a velocidade de propagação dessas ondas;

c) o comprimento de onda quando ela está emitindo som fundamental;

d) a frequência do som fundamental.

**60.** Uma corda de comprimento 50 cm e massa 0,5 g está presa em ambas as extremidades e submetida a uma força de tração de intensidade 40 N. Calcule:

a) a densidade linear dessa corda;

b) a velocidade dos pulsos transversais nessa corda.

c) a frequência de vibração para o 5º harmônico.

**61.** Uma corda sonora fixa pelas extremidades vibra conforme a figura.



A velocidade de propagação das ondas que determinaram o estado estacionário representado (ondas na corda) vale 20 m/s, enquanto a velocidade do som emitido no ar é de 340 m/s. Determine:

a) a frequência de vibração da corda;

b) o comprimento de onda do som emitido pela corda.

**62.** (MACK) Uma corda feita de um material, cuja densidade linear é 100 g/m, está sob tensão provocada por uma força de 90 N. Os suportes fixos distam de 90 cm. Faz-se vibrar a corda transversalmente e esta produz ondas estacionárias, representadas na figura a seguir.



A frequência das ondas componentes, cuja superposição causa esta vibração, é:

a) 10 Hz. b) 20 Hz. c) 30 Hz.

d) 40 Hz. e) 50 Hz.

**Respostas**

**01]** +2 μC e -2μC.

**02]** 4/9. 03**]** 5 μC.

**04]** a) 2,4 N (atração); b) 0,1 N (repulsão).

**05]** a) 0,1N; b) 0,1 N; c) 0,1N.

**06]** 6×10-6 N. **07]** 7,1×10-6 N.

**08]** 10 g. **09]** 3×10-6 C.

**10]** a) 1,8 N; b) 20 cm. **11]** a) 3 N; b) - 60 cm.

**12]** 2,5 N, para esquerda. **13]** a) 5×106 N/C; b) 30 cm.

**14]** a) (fig. abaixo) EA = 5,4×106 N/C e EB = 6×105 N/C; b) VA = 5,4×105;

 VB = 1,8×105 V; c) 10,8 N e 1,2 N; d) 1,08 J e 0,36 J.

**15]** -10.

**16]** a) nulo; b) 7,2 ×105 V. **17]** a) 3,6×106 N/C; b) nulo.

**18]** a) ×105 N/C (↑) e 2,4×105 V; b) 4×105 N/C (→) e 0 V.

**19]** a) ×105 N/C; ; nulo. **20]** 4×105 N/C.  **21]** a) ×105 N/C; b) ×10-6 C.

**22]** a) 3×105 N/C; b) 40 cm.

**23]** a) 5×105 N/C; b) 120 cm. **24]** 2,88×105 N/C.

**25] **. **26]** E ; 

**27]** a) V**A** = 5,4×105 V e V**B** = 1,8×105 V; b) 1,08 J e 0,36 J; c) 0,72 J;

 d) 12 m/s.

**28]** a) 7,2×105 V e 1,8×105 V; b) 1,08 J; c) 12 m/s; d) 1,44 J.

**29]** –2 J. Forçado, pois o trabalho da força elétrica é negativo.

**30]** a) fig. abaixo;b) 6×10-5 J. **31]** a) (→) 0,1 N; b) 0,5 J; c) 10 m/s.

**32]** a) 400 N/C; b) –8×10–5 J.

**33]** a) 1.000 V; b) 5,4×10–5 J; c) 60 m/s.

**34]** a) **UBC** =1×106 e **UBA** = –1×106 V; b) para *A*; c) 1 J; d) 10 m/s.

**14]** a) ****

**30]** a) 

**35]** 3 m. **36]** a) 10-11 s; b) 2,0×10-3 m.

**37]** a) 20 cm; b) 60 cm; c) 0,02 s; d) 30 m/s.

**38]** 0,5 m; 3 Hz e 1,5 m/s.

**39]** a) 2,4 m; b) 3 Hz; c) 7,2 m/s; d) 25 cm.

**40]** 11 s. **41]** 4 m/s.

**42]** 2,0×10-3 s e 500 Hz. **43]** 4,5 m/s.

**44]** a) 20 cm; b) 0,4 m; c) 8 m/s.

**45]** I) Reflexão; II) Interferência; III) Refração.

**46]** Difração. Porque a difração é favorecida quando o largura da fen-

 da é um valor próximo ao do comprimento de onda.

**47]** D. **48]** A. **49]** B.

**50]** a) IC e ED; b) 0,75 m; c) 37,5 cm.

**51]** E. **52]** a) Interferência; b) 18 m/s.

**53]** 10 Hz; 2 m/s e 20 cm. **54]** a) 2 Hz; b) 32 cm/s; c) 16 cm.

**55]** E.

**56]** a) 0,8 m; b) 2,5 cm e 5 cm; c) 48 m/s.

**57]** E. **58]** a) 0,6 m; b) 500 Hz.

**59]** a) 0,2 kg/m; b) 20 m/s; c) 20 Hz.

**60]** a) 1 g/m; b) 200 m/s; c) 1.000 Hz.

**61]** a) 40 Hz; b) 8,5 m. **62]** E.