

# Respuestas

Estas respuestas se han calculado utilizando  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ , a no ser que se especifique otra cosa en el ejercicio o problema. Los resultados normalmente se han redondeado a sólo tres cifras significativas. Si se obtienen diferencias en la última cifra, puede fácilmente ser consecuencia de ligeras diferencias a la hora de redondear los datos de partida, y carecen de importancia.

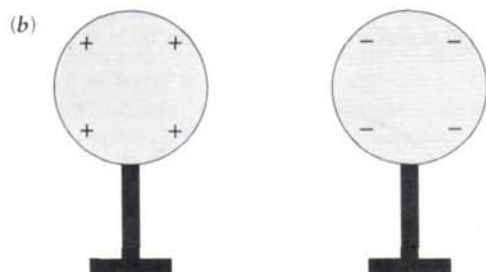
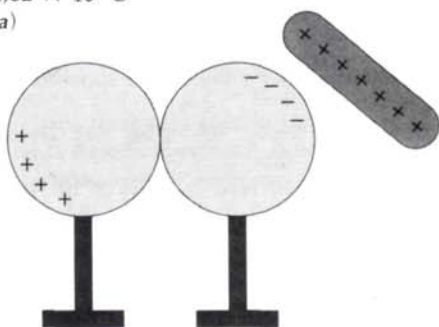
## Capítulo 18

### Verdadero o falso

1. Falso; señala hacia una carga negativa
2. Verdadero (excepto las cargas que poseen los quarks que son  $e/3$  o  $2e/3$ , aunque no se ha encontrado ningún quark aislado)
3. Falso; divergen desde las cargas puntuales positivas
4. Verdadero
5. Verdadero

### Problemas

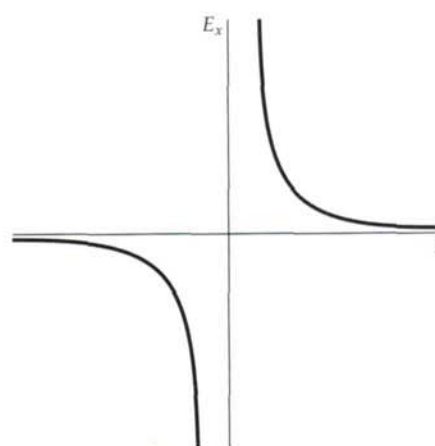
1.  $5 \times 10^{12}$  electrones
3.  $4,82 \times 10^7 \text{ C}$
5. (a)



7.  $(1,50 \times 10^{-2} \text{ N})\mathbf{i}$
9.  $2,09 \times 10^{-3} \text{ N}$  a lo largo de la diagonal, alejándose de la carga  $-3 \text{ nC}$

11. (a)  $(999 \text{ N/C})\mathbf{i}$  (b)  $(-360 \text{ N/C})\mathbf{i}$

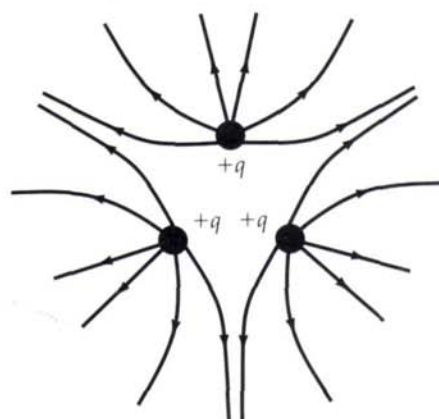
(c)



13. (a)  $(3,45 \times 10^4 \text{ N/C})\mathbf{i}$  (b)  $(6,90 \times 10^{-5} \text{ N})\mathbf{i}$
15.  $8,18 \times 10^5 \text{ N/C}$ , hacia arriba

17. (a) La partícula de la izquierda tiene la carga mayor en un factor de 4 (b) Las partículas a izquierda y derecha son positiva y negativa, respectivamente (c) El campo es intenso por encima y por debajo de la partícula a la izquierda; el campo es débil a la derecha y a la izquierda de las dos partículas.

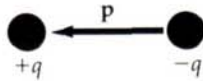
19.



21. (a)  $1,76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$  (b)  $1,76 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$ , en sentido opuesto a  $\mathbf{E}$  (c)  $0,171 \mu\text{s}$  (d)  $25,6 \text{ cm}$
23. (a)  $7,03 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$  (b)  $5 \times 10^{-8} \text{ s}$  (c)  $8,78 \text{ cm}$  en el sentido de las  $y$  negativas.

25. (a)  $8 \times 10^{-18} \text{ C}\cdot\text{m}$

(b)



27. (a)  $3,3 \times 10^{-7}$  por ciento (b) 32,4 N

29. (a)  $E = 1,90 \times 10^3 \text{ N/C}$ ,  $\theta = 235^\circ$  (b)

$F = 3,04 \times 10^{-16} \text{ N}$ ,  $\theta = 235^\circ$

31. (a)  $3,21 \times 10^5 \text{ N/C}$  (b)  $-5,88 \times 10^6 \text{ N/C}$

33. (a) 6,4 mm por debajo del eje del tubo (b)  $17,7^\circ$  por debajo del eje del tubo (c) 4,48 cm por debajo del eje del tubo

35. (a)  $4 \mu\text{C}$  y  $2 \mu\text{C}$  (b)  $+7,12 \mu\text{C}$  y  $-1,12 \mu\text{C}$

37. (c) En el caso de valores grandes de  $x$ , el sistema es esencialmente el mismo que si fuese un sistema con una carga  $2q$  situada en el origen

39.  $E = -\frac{2kqa}{y(y^2 + a^2)}\mathbf{i} \rightarrow -\frac{kp}{y^3}\mathbf{i}$

41. (b)  $0,241 \mu\text{C}$

43. (a) El equilibrio es inestable para los desplazamientos a lo largo del eje  $x$  y estable para los desplazamientos a lo largo del eje  $y$  (b) El equilibrio es inestable para los desplazamientos a lo largo del eje  $y$  y estable para los desplazamientos a lo largo del eje  $x$  (c)  $-q/4$  (d) Si las cargas  $+q$  están fijas en su lugar, el sistema es estable a los desplazamientos a lo largo del eje  $y$ , como en la parte (b). Si las tres cargas están libres para moverse, el sistema es inestable a cualquier desplazamiento

45. (a) Para  $+q$ ,  $F = (q)C(x_1 + a)\mathbf{i}$ , para  $-q$ ,

$F = (-q)C(x_1 - a)\mathbf{i}$

47. (a)  $E = (-3kqa^2/x^4)\mathbf{i}$  (b)  $E = (6kq/y^4)\mathbf{j}$

### Capítulo 19

#### Verdadero o falso

1. Falso; el flujo que atraviesa la superficie debe ser cero, pero  $E$  no es necesario que sea cero en todas partes. 2. Falso; es válido para cualquier distribución de cargas, pero para hallar  $E$  es útil únicamente en las distribuciones con simetrías. 3. Verdadero. 4. Verdadero. 5. Falso. 6. Falso; puede ser positivo en algunas regiones y negativo en otras. 7. Falso; por ejemplo,  $E$  es continuo en el límite de una carga de volumen esférica.  $E$  es discontinuo en los puntos en donde existe una densidad superficial de carga  $\sigma$ . 8. Verdadero

#### Problemas

1. (a) 17,5 nC (b) 26,2 N/C (c) 4,37 N/C

(d)  $2,57 \times 10^{-3} \text{ N/C}$  (e) En el caso de una carga puntual  $E_s = 2,52 \times 10^{-3} \text{ N/C}$ , aproximadamente un 2 por ciento más bajo que el resultado correcto en el caso de una carga lineal

3. (a)  $4,69 \times 10^5 \text{ N/C}$  (b)  $1,13 \times 10^6 \text{ N/C}$

(c)  $1,54 \times 10^3 \text{ N/C}$  (d)  $1,55 \times 10^3 \text{ N/C}$ , aproximadamente el 0,07 por ciento mayor que el resultado para el anillo de carga

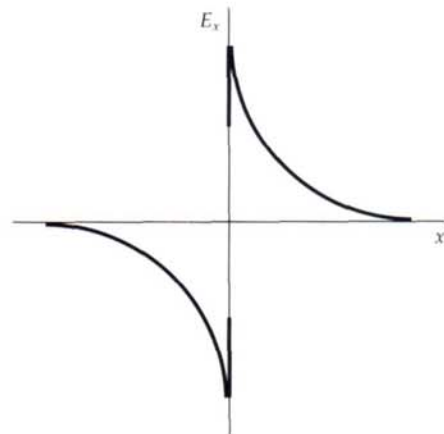
5. (a)  $2,00 \times 10^5 \text{ N/C}$  (b) 2,54 N/C

7.  $a/(3)^{1/2}$

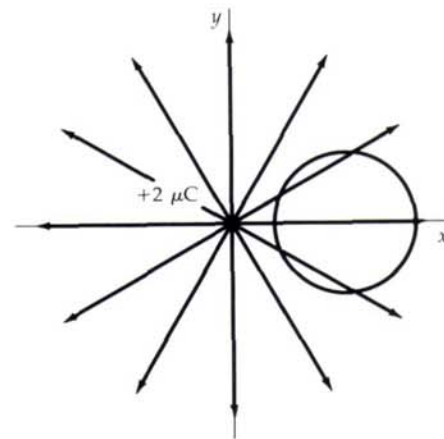
9. (a)  $(0,804)(2\pi k\sigma)$  (b)  $(0,553)(2\pi k\sigma)$  (c)  $(0,427)(2\pi k\sigma)$

(d)  $(0,293)(2\pi k\sigma)$  (e)  $(0,106)(2\pi k\sigma)$

(f)



11. (a)



Estas son las líneas que entran y salen de la superficie.

(b) cero (c) cero

13. (a) N (b)  $N/6$  (c)  $q/\epsilon_0$  (d)  $q/6\epsilon_0$  (e) Deberían cambiar las partes (b) y (d)

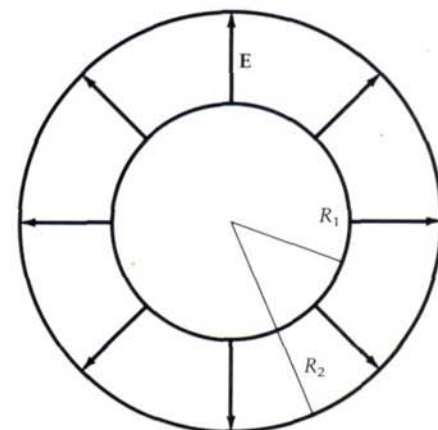
15. (a)  $3,14 \text{ m}^2$  (b)  $7,19 \times 10^4 \text{ N/C}$  (c)  $2,26 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$  (d) No (e)  $2,26 \times 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$

17. (a) 0,407 nC (b) 0 (c) 0 (d) 984 N/C (e) 366 N/C

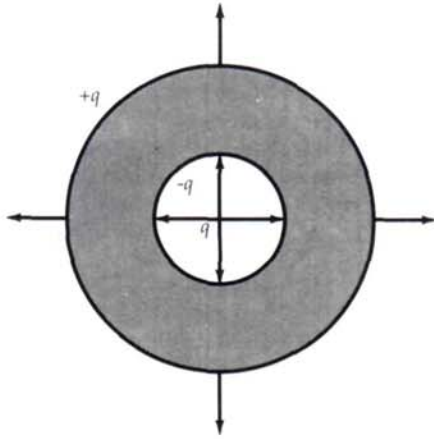
19. (a)  $Q = 40,7 \text{ nC}$  (b)  $E_r = 0$  (c)  $E_r = 0$  (d)  $E_r = 999$

N/C (e)  $E_r = 610 \text{ N/C}$

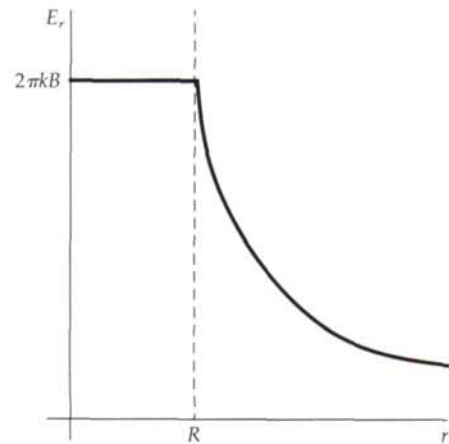
21. (a)  $E = 0$  para  $r < R_1$ ,  $E = kq_1/r^2$  para  $R_1 < r < R_2$ ,  $E = k(q_1 + q_2)/r^2$  para  $r > R_2$  (b)  $|q_1/q_2| = 1$ , y los signos de  $q_1$  y de  $q_2$  son opuestos (c) Las líneas de campo eléctrico correspondientes a la parte (b) para  $q_1 > 0$  son



23.  $1,15 \times 10^5 \text{ N/C}$   
 25.  $9,41 \times 10^3 \text{ N/C}$   
 27. (a) Para  $r < a$ ,  $E = kq/r^2$ ; para  $a < r < b$ ,  $E = 0$ ; para  $r > b$ ,  $E = kq/r^2$  (b) Las líneas del campo eléctrico son



- (c) Sobre la superficie interior,  $\sigma = -q/4\pi a^2$ ; sobre la superficie exterior,  $\sigma = q/4\pi b^2$   
 29.  $-1,18 \times 10^{-12} \text{ C/m}^3$   
 31. (a)  $\mathbf{E} = (9,41 \times 10^4 \text{ N/C})\mathbf{i}$  (b)  $\mathbf{E} = (3,36 \times 10^4 \text{ N/C})\mathbf{j}$   
 (c)  $\mathbf{E} = (1,56 \times 10^4 \text{ N/C})(2\mathbf{i} - 3\mathbf{j})/\sqrt{13}$   
 33. (a) En el centro de la esfera de carga electrónica  
 (b) La posición de equilibrio está a una distancia  $d = E_p R^3/kZe$  del centro de la esfera de electrones (c)  $E_p R^3/k$   
 35. (a) En el caso de la superficie interna la carga inducida es  $-2,5 \mu\text{C/m}^2$  y la densidad superficial de cargas es  $-0,553 \mu\text{C/m}^2$ ; en el caso de la superficie exterior, la carga inducida es  $2,5 \mu\text{C}$ , y la densidad de carga superficial es  $0,246 \mu\text{C/m}^2$  (b) Para  $r < r_1$ ,  $E = kq_1/r^2$ ; para  $r_1 < r < r_2$ ,  $E = 0$ ; para  $r > r_2$ ,  $E = kq_1/r^2$   
 (c) Los resultados para la superficie interna no cambian. En la superficie exterior, la carga total es  $6 \mu\text{C}$ , y la densidad superficial de carga es  $0,589 \mu\text{C/m}^2$ ; para  $r < r_1$ ,  $E = kq_1/r^2$ ; para  $r_1 < r < r_2$ ,  $E = 0$ ; para  $r > r_2$ ,  $E = k(q_1 + q_2)/r^2$   
 37. La respuesta se da en el problema  
 39. (a)  $E = 2,04 \times 10^5 \text{ N/C}$ ,  $\theta = 56,3^\circ$  en sentido antihorario desde el sentido positivo del eje  $x$  (b)  $E = 2,63 \times 10^5 \text{ N/C}$ ,  $\theta = 153^\circ$  en sentido antihorario desde el sentido positivo del eje  $x$   
 41. Carga total  $q = \rho[\frac{4}{3}\pi(b^3 - a^3)]$ ; para  $r < a$ ,  $E = 0$ ; para  $a < r < b$ ,  $E = k(\frac{4}{3}\pi\rho)(r^3 - a^3)/r^2$ ; para  $r > b$ ,  $E = kq/r^2 = k(\frac{4}{3}\pi\rho)(b^3 - a^3)/r^2$   
 43. (a)  $q_2(q_1 = r_2/r_1)$ ; el elemento  $s_1$  da el mayor campo (b) Cada elemento produce un campo cuyo sentido es de alejamiento del mismo, a lo largo de una línea desde su centro hasta el punto  $P$ ; el campo total señala alejándose de  $s_1$  (c) 0 (d)  $q_2/q_1 = r_2^2/r_1^2$ , cada elemento produce un campo del mismo valor y señalando hacia el exterior; el campo total es nulo; para  $E \propto 1/r$ , el campo total señalaría en el sentido de alejarse de  $s_2$   
 45.  $E_x = -k\lambda/y$ ,  $E_y = k\lambda/y$   
 47. Para  $r < a$ ,  $E = 0$ ; para  $a < r < b$ ,  $E = 2\pi\rho k(r^2 - a^2)/r$ ; para  $r > b$ ,  $E = 2\pi\rho k(b^2 - a^2)/r$   
 49. (a)  $Q = 2\pi BR^2$  (b) para  $r < R$ ,  $E_r = 2\pi kB$ ; para  $r \geq R$ ,  $E_r = 2\pi kB R^2/r^2 = kQ/r^2$



51.  $F = kQq/[R(R + d)]$   
 53.  $E = kQx/[(x^2 + L^2/4)(x^2 + L^2/2)^{3/2}]$ , en donde anillo de radio  $r = L/2$ ,  $E = kQx/(x^2 + L^2/4)^{3/2}$   
 55. (b) La mitad del campo junto al exterior de un conductor se debe a la carga del área  $\Delta A$ , y la otra mitad se debe a todas las demás cargas; sólo esta última mitad contribuye a la fuerza (c)  $14,3 \text{ N/m}^2$

### Capítulo 20

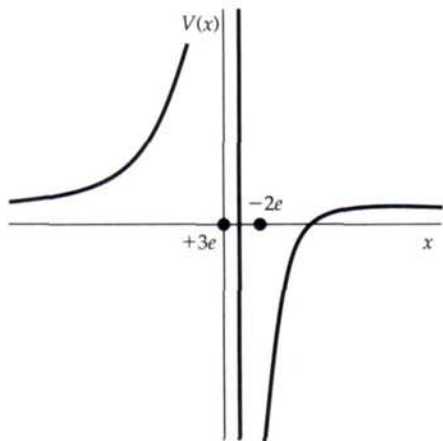
#### Verdadero o falso

1. Falso; si  $E = 0$  en una cierta región,  $V$  es constante en la misma, pero no necesariamente cero. 2. Verdadero; si  $V = \text{constante}$ ,  $-dV/dx = 0$  3. Falso,  $E$  depende de la variación espacial de  $V$  y no de su valor en un punto determinado 4. Verdadero 5. Verdadero 6. Verdadero 7. Falso; la ruptura del dieléctrico depende del valor del campo eléctrico  $E$  y no del valor del potencial. Se produce en el aire cuando  $E = 3 \text{ MV/m}$

#### Problemas

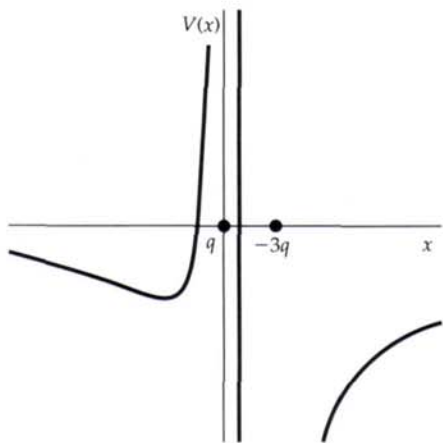
1. (a)  $2,4 \times 10^{-2} \text{ J}$  (c)  $-8000 \text{ V}$   
 (d)  $(-2 \text{ kV/m})x$  (e)  $4000 \text{ V} - (2 \text{ kV/m})x$   
 (f)  $2000 \text{ V} - (2 \text{ kV/m})x$   
 3. (a) Positivo (b)  $25\,000 \text{ V/m}$   
 5. (a)  $\text{N/C}\cdot\text{m} = \text{kg/C}\cdot\text{s}^2 = \text{V/m}^2$  (b)  $q_0 ax^2/2$   
 (c)  $V(x) = -ax^2/2$   
 7. (a)  $1,29 \times 10^4 \text{ V}$  (b)  $7,55 \times 10^3 \text{ V}$  (c)  $4,44 \times 10^3 \text{ V}$   
 9. (a)  $2,68 \times 10^5 \text{ V}$  (b)  $1,91 \times 10^5 \text{ V}$   
 11. (a)  $0,0487 \text{ J}$  (b)  $0 \text{ J}$  (c)  $-0,0232$  (d)  $-0,0127 \text{ J}$   
 13.  $0,190 \text{ J}$  (b)  $-0,0634 \text{ J}$  (c)  $-0,0634 \text{ J}$   
 15. (a) En el exterior y junto a la corteza,  $E = 6,24 \times 10^3 \text{ V/m}$ ; justo en el interior,  $E = 0$   
 (b)  $V = 749 \text{ V}$ , tanto junto al interior como al exterior de la corteza (c)  $V = 749 \text{ V}$ ,  $E = 0$   
 17. (a)  $6,02 \times 10^3 \text{ V}$  (b)  $-1,27 \times 10^4 \text{ V}$   
 (c)  $-4,23 \times 10^4 \text{ V}$   
 19. (a) A  $x = 3 \text{ m}$ ,  $V(x) = 8,99 \times 10^3 \text{ V}$ ; a  $x = 3,01 \text{ m}$ ,  $V(x) = 8,96 \times 10^3 \text{ V}$  (b) El potencial disminuye cuando  $x$  aumenta;  $-\Delta V/\Delta x = 2,97 \times 10^3 \text{ V/m}$   
 (c)  $E = 2,997 \times 10^3 \text{ V/m}$  (d) A  $x = 3 \text{ m}$ ,  $y = 0,01 \text{ m}$ ,  $V = 8,99 \times 10^3 \text{ V}$ ;  $V$  tiene casi el mismo valor en los dos puntos porque se encuentran aproximadamente sobre una superficie equipotencial  
 21. (a)  $-3000 \text{ V/m}$  (b)  $-3000 \text{ V/m}$  (c)  $3000 \text{ V/m}$  (d) Cero

23. 0,506 mm  
 25. (a)  $\pm 8,54 \mu\text{C}$  (b)  $\pm 4,80 \times 10^5 \text{ V}$   
 27.  $26,6 \mu\text{C}/\text{m}^2$   
 29. 250 W  
 31. (a)  $E_x = 2\sqrt{2} kq/a^2$ ,  $E_y = 0$  (b)  $3\sqrt{2} kq/a$   
 (c)  $v = q(6\sqrt{2} k/ma)^{1/2}$   
 33.  $V(x = 2 \text{ m}) - V(x = 1 \text{ m}) = -7500 \text{ V}$   
 35. (a)  $3,10 \times 10^7 \text{ m/s}$  (b)  $2,5 \times 10^6 \text{ V/m}$   
 37. (a) 234 MeV (b)  $2,67 \times 10^{16}$  fisiones por segundo  
 39. (a) 30 000 eV (b)  $4,8 \times 10^{-15} \text{ J}$  (c)  $1,03 \times 10^8 \text{ m/s}$   
 41.  $kq(1/a - 1/b)$   
 43.  $V_a - V_b = (2kq/L) \ln(b/a)$   
 45. (a)



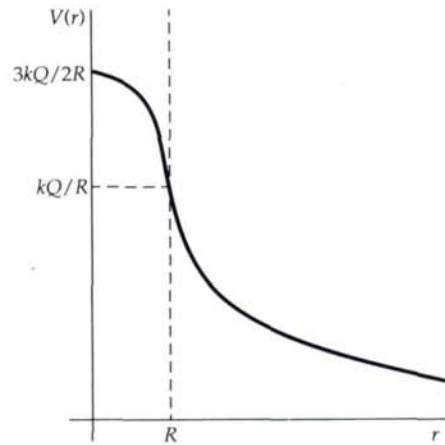
- (b)  $x = 3a/5$ ,  $x = 3a$ ,  $x = +\infty$ ,  $x = -\infty$  (c)  $2ke^2/a$   
 47. (a)  $V(x) = kq(1/|x| - 3/|x-1|)$   
 (b)  $x = -0,5 \text{ m}$ ,  $x = 0,25 \text{ m}$ ,  $x = +\infty$ ,  $x = -\infty$   
 (c) A  $x = -0,5 \text{ m}$ ,  $E_x = -8kq/3$ ; at  $x = 0,25 \text{ m}$ ,  $E_x = 64kq/3$ ;  $E_x = 0$  a  $x = \pm\infty$

(d)



49.  $1,45 \times 10^{-7} \text{ J} = 9,03 \times 10^{11} \text{ eV}$   
 51. (a)  $kQ^2(4 + \sqrt{2})/2L$  (b)  $kQ^2(2 + \sqrt{2})/2L$   
 (c)  $kQ^2/L$  (d) 0  
 53.  $\sigma_t = 9 \mu\text{C}/\text{m}^2$ ,  $\sigma_b = 3 \mu\text{C}/\text{m}^2$   
 55. (a)  $V(x) = kQ/(x^2 + a^2)^{3/2} + kQ'/(x + 2a)$  (b) Para  $x < 2a$ ,  $E_x = kQx/(x^2 + a^2)^{3/2} - kQ'/(x - 2a)^2$ ; para  $x > 2a$ ,  $E_x = kQx/(x^2 + a^2)^{3/2} + kQ'/(x - 2a)^2$   
 57.  $E_x = -8 \text{ V/m}$ ,  $E_y = -2 \text{ V/m}$ ,  $E_z = -1 \text{ V/m}$

59. (a)  $V(r) = kQ/r$  (b)  $V(r) = (kQ/2R)(3 - r^2/R^2)$   
 (c)  $3kQ/2R$  (d)



61. (b)  $E_x = 3kpzx/r^5$ ,  $E_y = 3kpzy/r^5$ ,  $E_z = -kp/r^3 + 3kpz^2/r^5$   
 63. (a)  $V(a) = kQ(1/b - 1/c) = V(b)$ ,  $V(c) = 0$   
 (b)  $V(a) = V(c) = 0$ ,  $V(b) = -kQ_a(b-a)/ba = kQ(c-b)(b-a)/[(c-a)b^2]$ ;  $Q_a = -Q(a/b)(c-b)/(c-a)$ ,  $Q_c = -Q(c/b)(b-a)/(c-a)$ ;  $Q_b = Q$   
 65. (a)  $v(x) = [(kQ^2/2m)(1/x - 1/a)]^{1/2}$   
 (b)  $t = (\pi/2)(2ma^3/kQ^2)^{1/2}$

## Capítulo 21

### Verdadero o falso

1. Falso; C es el cociente entre la carga y la tensión 2. Falso; depende únicamente del área y separación de las placas 3. Falso; aunque  $C = Q/V$ , V es proporcional a Q de modo que dicho cociente no depende de Q 4. Verdadero 5. Verdadero 6. Verdadero 7. Verdadero

### Problemas

1. (a)  $1,69 \times 10^7 \text{ m}^2$  (b) 4117 m o 2,56 mi  
 3.  $8 \times 10^{-8} \text{ F}$   
 5. 22,1  $\mu\text{F}$   
 7. 2,71 nF  
 9. (a) 2,08 (b) 45,2  $\text{cm}^2$  (c) 5,2 nC  
 11.  $2,22 \times 10^{-5} \text{ J}$   
 13. (a) 0,625 J (b) 1,875 J  
 15. (a)  $10^5 \text{ V/m}$  (b) 0,0443  $\text{J}/\text{m}^3$  (c)  $8,85 \times 10^{-5} \text{ J}$   
 (d)  $1,77 \times 10^{-8} \text{ F}$  (e)  $8,85 \times 10^{-5} \text{ J}$   
 17. (a)  $30 \mu\text{F}$  (b) 6V (c) La carga del condensador de  $10 \mu\text{F}$  es 60  $\mu\text{C}$  y la del condensador de  $20 \mu\text{F}$  es 120  $\mu\text{C}$   
 19. (a) 24  $\mu\text{C}$  (b) 4  $\mu\text{F}$   
 21. 2  $\mu\text{F}$   
 23.  $C_{\text{eq}} = (C_1C_2 + C_2C_3 + C_1C_3)/(C_1 + C_3)$   
 25. (a) 0,05 mm (b) 235  $\text{cm}^2$   
 27. (a) 7,91  $\text{m}^2$  (b) 22,9 V (c)  $3,66 \times 10^{-5} \text{ J}$  (d) 210  $\mu\text{C}$   
 29. (a) 15,2  $\mu\text{F}$  (b) El condensador de  $12 \mu\text{F}$  tiene una carga de 2400  $\mu\text{C}$ ; los condensadores de 4  $\mu\text{F}$  y 15  $\mu\text{F}$  ambos tienen cargas de 632  $\mu\text{C}$  (c) 0,303 J  
 31. (a) La carga del condensador de 20pF es  $1,71 \times 10^{-8} \text{ C}$ ; la carga del condensador de 50pF es  $4,29 \times 10^{-8} \text{ C}$   
 (b) La energía inicial es de  $9 \times 10^{-5} \text{ J}$ , la energía final es  $2,57 \times 10^5 \text{ J}$ , de modo que se pierde energía al conectar los condensadores  
 33. (a) Se consigue la máxima capacidad equivalente

- cuando se conectan en paralelo los condensadores, de modo que la combinación apropiada es de tres condensadores de  $5\mu\text{F}$  en paralelo (b) Las otras capacidades equivalentes posibles son  $10/3\mu\text{F}$ ,  $7,5\mu\text{F}$ , y  $5/3\mu\text{F}$
35. (a)  $6\text{ V}$  (b) Las energías inicial y final son  $1,15 \times 10^{-3}\text{ J}$  y  $2,88 \times 10^{-4}\text{ J}$ , respectivamente
37. (a)  $1200\text{ V}$  (b)  $6,4 \times 10^{-4}\text{ J}$
39. (a)  $1,67 \times 10^{-8}\text{ F}$  (b)  $1,17 \times 10^{-9}\text{ C}$  (c)  $7 \times 10^6\text{ V/m}$
41. (a)  $5\mu\text{F}$  (b)  $133\text{ V}$
43. (a)  $2,28 \times 10^{-9}\text{ F}$  (b)  $6,67 \times 10^{-5}\text{ C}$
45. Conectar cuatro de los condensadores en serie para obtener una capacidad equivalente de  $0,5\mu\text{F}$  y una tensión de ruptura de  $400\text{ V}$ ; a continuación, conectar cuatro de estos grupos de cuatro condensadores en paralelo para conseguir la capacidad final de  $2\mu\text{F}$
47. (a)  $C_{\text{eq}} = \epsilon_0 b[(x-1)x+a]/d$  (b) Para  $x=0$ ,  $C_{\text{eq}} = \epsilon_0 ba/d$ ; para  $x=a$ ,  $C_{\text{eq}} = \kappa \epsilon_0 ba/d$
49. (a)  $2C_0$  (b)  $11C_0$
51. (a)  $3,33 \times 10^{-4}\text{ m}$  (b)  $3,77\text{ m}^2$
53. (a)  $40\text{ V}$  (b)  $1,49 \times 10^{-5}\text{ m}^2$  (c)  $6$
55. (a)  $2,51 \times 10^3\text{ m}^3$  (b)  $5,02 \times 10^{-2}\text{ m}^3$
57. (a) Sea  $c$  el valor en faradios de  $C_1$  y  $C_2$ ; entonces las cargas en culombios son  $200c = Q_1$  y  $200\kappa c = Q_2$   
 (b) La energía en julios es  $U_1 = 20\,000(1+x)c$   
 (c)  $U_f = 10\,000(1+x)^2c$  (d)  $V = (100\text{ V})(1+x)$
59. (a)  $0,255\text{ J}$  (b) El condensador sin ningún dieléctrico tiene una carga de  $10^{-3}\text{ C}$ , y el condensador con el dieléctrico tiene una carga de  $3,5 \times 10^{-3}\text{ C}$  (c) Los dos condensadores tienen ahora la misma carga,  $2,25 \times 10^{-3}\text{ C}$  (d)  $0,506\text{ J}$
61. (a)  $0,001\text{ J}$  (b) El condensador sin dieléctrico tiene una carga de  $47,6\mu\text{C}$ ; el condensador con el dieléctrico tiene una carga de  $152\mu\text{C}$  (c)  $4,76 \times 10^{-4}\text{ J}$
63.  $2,55 \times 10^{-6}\text{ J}$
65. (a)  $E = 2kQ/rL$ ,  $\eta = 2\epsilon_0 k^2 q^2 / r^2 L^2$  (b)  $(kQ^2/rL) dr$   
 (c)  $(kQ^2/L) \ln(R_2/R_1)$
67. (a)  $(Q/2\pi\epsilon_0\kappa L) \ln(b/a)$  (b)  $Q/2\pi aL$  (c)  $-Q/2\pi aL$   
 (d)  $-Q(\kappa-1)/2\pi aL\kappa$  (e)  $Q(\kappa-1)/2\pi aL\kappa$   
 (f)  $(kQ^2/L\kappa) \ln(b/a)$  (g)  $(kQ^2/L\kappa)(\kappa-1) \ln(b/a)$
69. (a)  $3\epsilon_0 A/(y_0 \ln 4)$  (b)  $\sigma_{\text{arriba}} = -3\sigma/4$ ,  $\sigma_{\text{abajo}} = 0$   
 (c)  $(3\sigma/y_0)(1+3y/y_0)^{-2}$

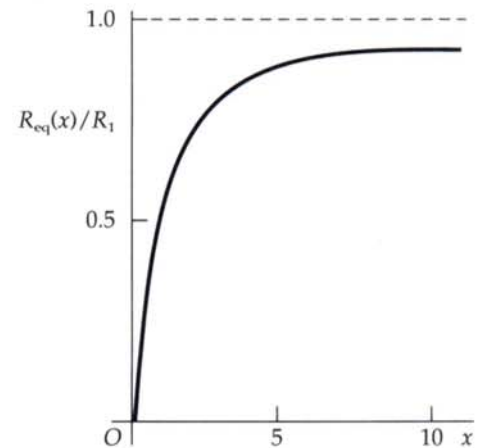
### Capítulo 22

**Verdadero o falso** 1. Falso;  $R = V/I$  es la definición de resistencia. La ley de Ohm establece que  $R$  es independiente de  $I$  o de  $V$  2. Falso; se desplazan en sentido opuesto 3. Verdadero 4. Verdadero 5. Verdadero 6. Falso

#### Problemas

1. (a)  $600\text{ C}$  (b)  $3,75 \times 10^{21}$
3.  $0,4\text{ A}$
5. (a)  $v/2\pi r$  (b)  $vq/2\pi r$
7. (a)  $3,21 \times 10^{13}$  protones/ $\text{m}^3$  (b)  $3,75 \times 10^{17}$   
 (c)  $q = It = (10^{-3}\text{ C/s})t$
9. (a)  $1\text{ V}$  (b)  $0,1\text{ V/m}$
11. (a)  $V_{\text{Cu}} = I\rho_{\text{Cu}}/A$ ,  $V_{\text{Fe}} = I\rho_{\text{Fe}}/A$ ,  $V_{\text{Fe}}/V_{\text{Cu}} = 5,88$   
 (b)  $E$  es mayor en el hilo de hierro
13. (a)  $0,0275\ \Omega$  (b)  $0,030\ \Omega$
15.  $0,182\ \Omega$
17.  $45,6\ ^\circ\text{C}$
19.  $250\text{ W}$
21. (a)  $5\text{ mA}$  (b)  $50\text{ V}$
23. (a)  $0,707\text{ A}$  (b)  $7,07\text{ V}$
25.  $180\text{ J}$

27. (a)  $240\text{ W}$  (b)  $228\text{ W}$  (c)  $4,32 \times 10^4\text{ J}$  (d)  $2160\text{ J}$
29.  $\$77,76$
31. (a)  $4,5\ \Omega$  (b)  $I_3 = 2,67\text{ A}$ ,  $I_2 = 2\text{ A}$ ,  $I_6 = 2/3\text{ A}$
33. (a)  $6\ \Omega$  (b) Las dos resistencias superiores transportan ambas una corriente de  $2/3\text{ A}$ ; las dos resistencias en paralelo de  $6\ \Omega$  transportan una corriente de  $2/3\text{ A}$  cada una, y por la resistencia aislada de  $6\ \Omega$  de la parte inferior circula una corriente de  $4/3\text{ A}$
35. (b) Sin efecto
37. (a)  $I_3 = 30/19\text{ A}$ ,  $I_2 = 12/19\text{ A}$ ,  $I_4 = 6/19\text{ A}$   
 (b)  $9,47\text{ W}$
39.  $0,0314\ \Omega$
41. (b)



43. (a)  $0,05\text{ A}$  (b)  $5000\text{ W}$
45. (a)  $E_{\text{Cu}} = 0,0433\text{ V/m}$ ,  $E_{\text{Fe}} = 0,255\text{ V/m}$  (b)  $V_{\text{Cu}} = 3,46\text{ V}$ ,  $V_{\text{Fe}} = 12,5\text{ V}$  (c)  $R_{\text{eq}} = 7,97\ \Omega$ ,  $R_{\text{Cu}} = 1,73\ \Omega$ ,  $R_{\text{Fe}} = 6,24\ \Omega$
47.  $382\ ^\circ\text{C}$
49. (a)  $\$150,77$  (b)  $3,79$  centavos/ $\text{kW}\cdot\text{h}$
51. (a)  $6,91 \times 10^6\text{ J}$  (b)  $12,8\text{ h}$
53. (a)  $3 \times 10^{-3}\text{ kW}\cdot\text{h}$  (b)  $\$2663$  por  $\text{kW}\cdot\text{h}$  (c)  $0,027$  centavos
55. (a)  $0,03\ \Omega$  (b)  $0,3$  por ciento (c)  $7,5\text{ C}^\circ$
57. (a)  $79,6\ \Omega$  (b)  $318\ \Omega$
59. (a)  $15\text{ A}$  (b)  $11,2\ \Omega$  (c)  $1,28\text{ kW}$
61. (a)  $5,14 \times 10^{-3}\ \Omega$  (b)  $0,462\text{ V}$  (c)  $41,6\text{ W}$
63. (b)  $L_{\text{Cu}} = 264L_{\text{C}}$
65.  $R = \rho\pi/[t \ln(b/a)]$
67. (a)  $R = (\rho/2\pi L) \ln(b/a)$  (b)  $2,05\text{ A}$
69.  $R = \rho L/\pi ab$

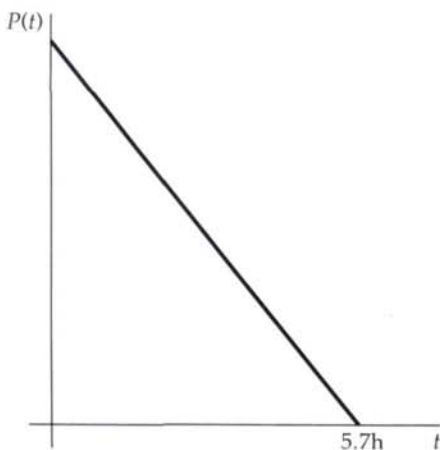
### Capítulo 23

**Verdadero o falso** 1. Verdadero 2. Falso; es el tiempo necesario para que la carga se reduzca en  $e^{-1}$  3. Falso; el voltímetro se coloca en paralelo con la resistencia

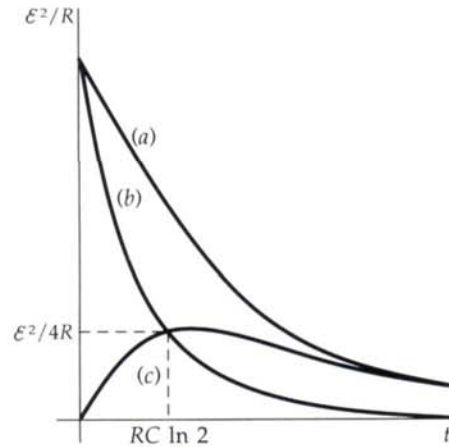
#### Problemas

1. (a)  $I = 1,13\text{ A}$ ,  $P = 6,79\text{ W}$  (b)  $I = 0,583\text{ A}$ ,  $P = 3,50\text{ W}$
3. (a)  $3\text{ V}$  (b)  $1\ \Omega$
5. (a)  $1\text{ A}$  (b)  $12\text{ W}$  para la fem de la izquierda;  $6\text{ W}$  para la fem de la derecha (c)  $2\text{ W}$  para la resistencia de  $2\ \Omega$ ;  $4\text{ W}$  para la resistencia de  $4\ \Omega$
7. (a)  $I_4 = 2/3\text{ A}$ ,  $I_3 = 8\text{ A}$ ,  $I_6 = 14/9\text{ A}$   
 (b)  $V_b - V_a = -28/3\text{ V}$  (c)  $8\text{ W}$  suministrados por la fem de la izquierda,  $32/3\text{ W}$  por la fem de la derecha
9. (a)  $6 \times 10^{-4}\text{ C}$  (b)  $0,2\text{ A}$  (c)  $3 \times 10^{-3}\text{ s}$   
 (d)  $8,12 \times 10^{-5}\text{ C}$

11.  $4,81 \times 10^7 \Omega$   
 13. (a)  $5,69 \mu\text{C}$  (b)  $1,10 \mu\text{C/s}$  (c)  $1,10 \mu\text{A}$   
 (d)  $6,62 \times 10^6 \text{ W}$  (e)  $2,44 \times 10^6 \text{ W}$   
 (f)  $4,19 \times 10^6 \text{ J/s}$   
 15. (a)  $0,0841 \Omega$  (b)  $4027 \Omega$   
 17. (a)  $0,168 \Omega$  (b)  $0,168 \Omega$  (c)  $2,14 \times 10^6 \Omega$   
 19. (a)  $910 \Omega$  (b)  $1000 \Omega$  (c)  $9000 \Omega$   
 21.  $R_1 = 7582 \Omega$ ,  $R_2 = 69\,231 \Omega$ ,  $R_3 = 692\,308 \Omega$   
 23. (a) La conexión en paralelo suministra una potencia más elevada (b) La conexión en serie suministra una potencia más elevada  
 25. (a) Las corrientes en las resistencias de  $1 \Omega$  y  $6 \Omega$  son  $2 \text{ A}$  y  $1 \text{ A}$ , respectivamente; la corriente en la resistencia horizontal de  $2 \Omega$  es  $2 \text{ A}$ ; la corriente en la resistencia vertical de  $2 \Omega$  es  $1 \text{ A}$  (b) La fem de  $8 \text{ V}$  suministra  $16 \text{ W}$ , la fem de  $4 \text{ V}$  superior suministra  $8 \text{ W}$  y la fem de  $4 \text{ V}$  inferior absorbe  $4 \text{ W}$  (c) La potencia disipada en las resistencias es  $4 \text{ W}$ ,  $6 \text{ W}$ ,  $8 \text{ W}$  y  $2 \text{ W}$ , siendo el orden el mismo del apartado (a)  
 27. (b)  $9,65 \text{ h}$   
 29. (a) La conexión de las baterías en paralelo proporciona la corriente más elevada para  $R$  pequeño; si se conectan en serie funcionan mejor para  $R$  grande (b)  $10,7 \text{ A}$  (c)  $6,67 \text{ A}$  (d)  $5,45 \text{ A}$  (e)  $4,44 \text{ A}$   
 31. (a) Conectar el galvanómetro en serie con una resistencia de  $R = 999,800 \Omega$  (b) Conectar el galvanómetro en paralelo con una resistencia de  $R = 10^{-3} \Omega$   
 33. (a)  $I_{a \rightarrow b} = 2 \text{ A}$ ;  $I_{b \rightarrow c} = 1,5 \text{ A}$ ;  $I_{b \rightarrow d} = 0,5 \text{ A}$ ;  $I_{d \rightarrow h} = 1,5 \text{ A}$ ;  $I_{c \rightarrow f} = 0,5 \text{ A}$ ;  $I_{h \rightarrow g} = 1,5 \text{ A}$  (b)  $V_a = 0 \text{ V}$ ,  $V_b = 24 \text{ V}$ ,  $V_c = 21 \text{ V}$ ,  $V_d = 15 \text{ V}$ ,  $V_e = 15 \text{ V}$ ,  $V_f = 5 \text{ V}$ ,  $V_g = 0 \text{ V}$ ,  $V_h = 12 \text{ V}$   
 35. (a)  $50/3 \Omega$  (b) En el caso de las tres resistencias superiores y de las tres inferiores, cada una de ellas transporta una corriente de  $2/5 \text{ A}$ ; en el caso de las tres resistencias de la parte intermedia, por la primera y la última circula una corriente de  $4/5 \text{ A}$ , y por la resistencia del medio la corriente vale  $2/5 \text{ A}$   
 37.  $\mathcal{E} = 7 \text{ V}$ ,  $R = 14 \Omega$   
 39. (a)  $3,42 \text{ A}$  (b)  $0,962 \text{ A}$  (c)  $Q_{10} = 260 \mu\text{C}$ ,  $Q_5 = 130 \mu\text{C}$   
 41. (a)  $10^{-4} \text{ A}$  (b)  $6,67 \times 10^{-5} \text{ A}$  (c)  $40 \text{ V}$   
 43. (a)  $43,9 \Omega$  (b)  $300 \Omega$  (c)  $3800 \Omega$   
 45. (a) La corriente en la batería del coche es  $-57,0 \text{ A} + (10 \text{ A/h})t$ , en donde el signo menos significa que la corriente está entrando en la batería; la corriente en la segunda batería es  $63,0 - (10 \text{ A/h})t$  (b)



47. (a) El caso *a* es preferible para  $R$  pequeño y el caso *b* para  $R$  grande; el caso *a* es la configuración correcta para un voltímetro ideal con  $R_v$  infinitamente grande; si  $R$  es comparable con  $R_v$  entonces el caso *b* compensa por el hecho de que por el voltímetro circula una corriente finita (b) Caso *a*,  $R = 0,498 \Omega$ ; caso *b*,  $R = 0,6 \Omega$   
 (c) Caso *a*,  $R = 2,91 \Omega$ ; caso *b*,  $R = 3,10 \Omega$  (d) Caso *a*  $R = 44,4 \Omega$ ; caso *b*,  $R = 80,1 \Omega$   
 49. Las respuestas se dan en el problema  
 51. Las respuestas se dan en el problema  
 53.  $R_{\text{eq}} = 1/3R$   
 55.  $1/3R$   
 57.  $R_{\text{eq}} = (1 + \sqrt{3})R$   
 59.  $I_{10} = 104,4/141 \text{ A}$ ,  $I_{40} = 66,6/141 \text{ A}$ ,  $I_{30} = 54/141 \text{ A}$ ,  $I_{80} = 50,4/141 \text{ A}$ ,  $I_{20} = 120,6/141 \text{ A}$   
 61. (a)  $4,17 \times 10^{-5} \text{ A}$  (b)  $2,78 \times 10^{-5} \text{ A}$   
 (c)  $I(t) = (2,78 \times 10^{-5} \text{ A}) e^{-t/(1,5 \text{ s})}$   
 63. (a)  $I(t) = (V_0/R)e^{-t/RC}$ , donde  $C = C_{\text{eq}} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$  (b)  $P(t) = (V_0^2/R)e^{-2t/RC}$   
 (c)  $U = \frac{1}{2} C_{\text{eq}} V_0^2$   
 65. (a)  $\mathcal{E}I(t) = (\mathcal{E}^2/R)e^{-t/RC}$  (b)  $I(t)^2 R = (\mathcal{E}^2/R)e^{-2t/RC}$  (c)  $dU/dt = (\mathcal{E}^2/R)e^{-t/RC} - (\mathcal{E}^2/R)e^{-2t/RC}$



(d)  $(dU/dt)_{\text{max}} = \mathcal{E}^2/4R$ ,  $t = RC \ln 2$

### Capítulo 24

Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Verdadero 3. Verdadero 4. Falso; es independiente del radio 5. Verdadero

#### Problemas

1.  $-1,25 \times 10^{-12} \text{ N j}$   
 3. (a)  $-7,17 \times 10^{-13} \text{ N j}$  (b)  $5,12 \times 10^{-13} \text{ N i}$  (c) 0  
 (d)  $8,19 \times 10^{-13} \text{ N i} - 6,14 \times 10^{-13} \text{ N j}$   
 5.  $1 \text{ N}$   
 7.  $14,0 \text{ N/m k}$   
 9. (a)  $2,20 \text{ mm}$  (b)  $f = 9,08 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$ ,  $T = 1,10 \times 10^{-10} \text{ s}$   
 11. (a)  $-1,05 \times 10^4 \text{ N/C k}$  (b) No  
 13. (a)  $1,42 \text{ km}$  (b)  $28,5 \text{ m}$   
 15. (a)  $2,13 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$  (b)  $46,0 \text{ MeV}$  (c) Tanto la frecuencia como la energía cinética se reducirá en un factor 2  
 17. (a)  $0,302 \text{ A} \cdot \text{m}^2$  (b)  $0,131 \text{ N} \cdot \text{m}$   
 19.  $2,83 \times 10^{-5} \text{ N} \cdot \text{m}$   
 21. (a) 0 (b)  $2,7 \times 19^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$   
 23. (a)  $2,125 \text{ N} \cdot \text{m/T i}$  (b)  $-3,40 \text{ N} \cdot \text{m j} + 5,31 \text{ N} \cdot \text{m k}$   
 25. (a)  $1,07 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  (b)  $5,85 \times 10^{28} \text{ electrones/m}^3$   
 27. (a)  $3,69 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  (b)  $1,48 \mu\text{V}$

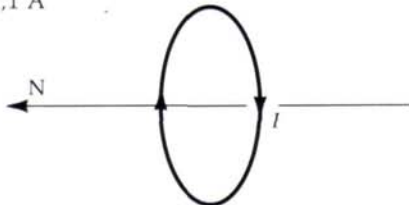
29.  $1,02 \times 10^{-3} \text{ V}$   
 31.  $0,0864 \text{ N} \cdot \mathbf{i} - 0,0648 \text{ N} \cdot \mathbf{j}$   
 33. (a)  $7,35 \text{ mm}$  (b)  $6,64 \times 10^{-5} \text{ T}$   
 35. (a) Los puntos normales a  $37^\circ$  por debajo del eje  $x$   
 (b)  $\hat{\mathbf{n}} = 0,799 \mathbf{i} - 0,602 \mathbf{j}$  (c)  $\mathbf{m} = 0,335 \text{ A} \cdot \text{m}^2 \mathbf{i} - 0,253 \text{ A} \cdot \text{m}^2 \mathbf{j}$  (d)  $0,503 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \mathbf{k}$   
 37. Las respuestas se dan en el problema  
 39.  $r_o/r_p = \sqrt{2}$ ,  $r_o/r_p = 1$   
 41. (a)  $v_p/v_a = 2$  (b)  $E_{cp}/E_{ca} = 1$  (c)  $L_p/L_a = 1/2$   
 43.  $I = Mg/\pi R B_x$   
 45. La respuesta se da en el problema  
 47. Las respuestas se dan en el problema  
 49. (a)  $1,6 \times 10^{-18} \text{ N} \cdot \mathbf{j}$  (b)  $10 \text{ V/m} \cdot \mathbf{j}$  (c)  $20 \text{ V}$   
 51. (a)  $B = (Mg/IL) \text{ tg } \theta$  (b)  $a = g \text{ sen } \theta$ , colina arriba  
 53.  $T = 2\pi(M/\pi IB)^{1/2}$   
 55. La respuesta se da en el problema  
 57. La respuesta se da en el problema  
 59. La respuesta se da en el problema  
 61. La respuesta se da en el problema

Capítulo 25

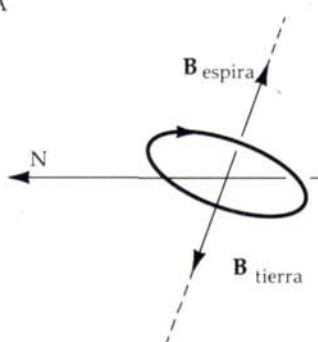
Verdadero o falso 1. Falso 2. Verdadero 3. Falso; varía en razón inversa con la distancia 4. Falso; es útil para hallar B únicamente si existe simetría, pero es válida para cualquier corriente continua 5. Verdadero

Problemas

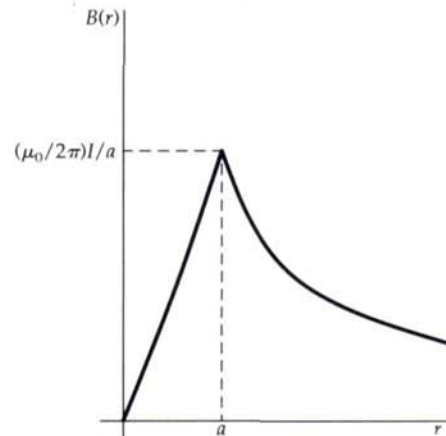
1. (a)  $\mathbf{B} = -9 \times 10^{-12} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (b)  $\mathbf{B} = -3,6 \times 10^{-11} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 (c)  $\mathbf{B} = 3,6 \times 10^{-11} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (d)  $\mathbf{B} = 9 \times 10^{-12} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 3. (a) 0 (b)  $-3,56 \times 10^{-23} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (c)  $4 \times 10^{-23} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 5.  $12,5 \text{ T}$   
 7.  $-9,6 \times 10^{-12} \text{ T} \cdot \mathbf{i}$   
 9.  $11,1 \text{ A}$



11.  $6,98 \times 10^{-4} \text{ T}$   
 13. (a)  $x = \pm 5,72 \text{ cm}$  (b)  $x = \pm 13,6 \text{ cm}$   
 (c)  $x = \pm 29,8 \text{ cm}$   
 15. (a)  $-8,89 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (b) 0 (c)  $8,89 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 (d)  $-1,6 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 17. (a)  $-1,78 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (b)  $-1,33 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 (c)  $-1,78 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$  (d)  $1,07 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 19. (a)  $6,4 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \mathbf{j}$  (b)  $-4,8 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \mathbf{k}$   
 21. Los campos producidos por los segmentos de conductor, que van de izquierda a derecha, son 0;  $56,6 \mu\text{T}$ ;  $113 \mu\text{T}$ ;  $56,6 \mu\text{T}$ , y 0; todos los campos tienen sentido dirigido hacia el papel; el campo total es  $226 \mu\text{T}$  hacia el papel.  
 23.  $9,47 \text{ A}$



25. (a) Antiparalelo (b)  $39,3 \text{ mA}$   
 27.  $28 \text{ A}$   
 29. (a)  $4,5 \times 10^{-4} \text{ N/m}$  hacia la derecha (b)  $30 \mu\text{T}$  hacia abajo  
 31. (a)  $C_1, (8 \text{ A})\mu_0$ ;  $C_2, 0$ ;  $C_3, (-8 \text{ A})\mu_0$  (b) Ninguno de ellos  
 33. (a)  $8 \times 10^{-4} \text{ T}$  (b)  $4 \times 10^{-3} \text{ T}$  (c)  $2,86 \times 10^{-3} \text{ T}$  (d)



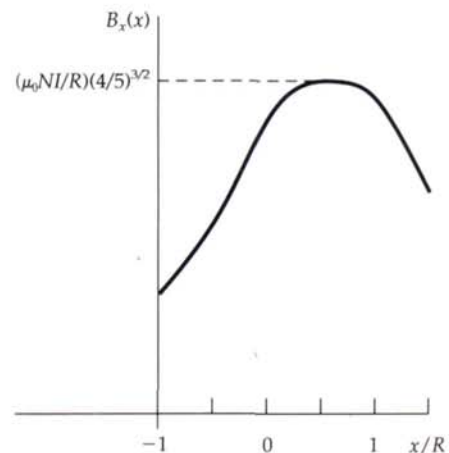
35. (a)  $0,0273 \text{ T}$  (b)  $0,0200 \text{ T}$   
 37. (a)  $3,2 \times 10^{-16} \text{ N}$ , en sentido opuesto a la corriente  
 (b)  $3,2 \times 10^{-16} \text{ N}$ , alejándose del conductor (c) 0  
 39. (a)  $\pi(\mu_0 I/L) = 3,14(\mu_0 I/L)$  (b)  $(8\sqrt{2}/\pi)(\mu_0 I/L) = 3,60(\mu_0 I/L)$  (c)  $(27/2\pi)(\mu_0 I/L) = 4,30(\mu_0 I/L)$   
 41. (a)  $3\sqrt{2} \mu_0 I^2/4\pi a$ , a lo largo de la diagonal hacia la esquina opuesta (b)  $\sqrt{2} \mu_0 I^2/4\pi a$ , a lo largo de la diagonal alejándose de la esquina opuesta  
 43. (a)  $2,26 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}$  (b)  $1,13$  (c)  $10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}$  (d) 0  
 45.  $\tau = \pi r_2^2 \mu_0 N_1 N_2 I_1 I_2 / 2r_1 = 1,97 \times 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m}$ , en donde los subíndices 1 y 2 se refieren a la bobina grande y pequeña, respectivamente  
 47.  $3,18 \text{ cm}$   
 49. (a)  $80 \text{ A}$ , en el sentido positivo de  $z$   
 (b)  $-2,4 \times 10^{-4} \text{ T} \cdot \mathbf{j}$   
 51. (a)

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}, \text{ sen } \theta,$$

siendo  $R$  la distancia perpendicular desde el punto  $P$  al hilo (b) En el caso de un polígono de  $N$  lados,

$$B = \frac{N\mu_0 I}{2\pi R} \text{ sen } (\pi/N);$$

- para valores grandes de  $N$ , el campo tiende a  $\mu_0 I/2R$   
 53. (a)  $x = 5 \text{ cm}$ ,  $B = 0,540 \text{ T}$ ;  $x = 7 \text{ cm}$ ,  $B = 0,0539$ ;  
 $x = 9 \text{ cm}$ ,  $B = 0,0526 \text{ T}$ ;  $x = 11 \text{ cm}$ ,  $B = 0,0486 \text{ T}$  (b)



55. (a) La fuerza sobre cada uno de los segmentos horizontales es  $0,501 \times 10^{-4}$  N, hacia abajo en el segmento superior y hacia arriba en el segmento inferior; la fuerza sobre el segmento vertical izquierdo es  $2 \times 10^{-4}$  N hacia la derecha; y la fuerza sobre el segmento vertical de la derecha es  $0,571 \times 10^{-4}$  N hacia la izquierda (b)  $1,43 \times 10^{-4}$  N hacia la derecha  
 57.  $B_x = (\mu_0 I L^2 / 2\pi x^3)(1 + L^2/4x^2)^{-1}(1 + 2L^2/4x^2)^{-1/2}$

59. (a)  $B_y = \frac{\mu_0 I}{2\pi(R^2 - a^2)} \left[ \frac{R}{2} - \frac{a^2}{2R - b} \right]$

(b)  $B_x = \frac{\mu_0 I}{\pi(R^2 - a^2)} \left[ \frac{a^2 R}{4R^2 + b^2} - \frac{R}{4} \right]$

$B_y = \frac{\mu_0 I a^2 b}{2\pi(R^2 - a^2)(4R^2 + b^2)}$

61. (c)  $B_x = \frac{1}{2}\mu_0 \sigma \omega [(R^2 + 2x^2)/(x^2 + R^2)^{1/2} - 2x]$

63. La respuesta se da en el problema

65. (a)  $dm = (N/L)I\pi R^2 dx = nIA dx$

Capítulo 26

Verdadero o falso 1. Falso; depende únicamente de la variación del flujo respecto al tiempo 2. Verdadero 3. Verdadero 4. Falso 5. Verdadero

Problemas

1. (a)  $5 \times 10^{-4}$  Wb (b)  $4,33 \times 10^{-4}$  Wb

(c)  $2,5 \times 10^{-4}$  Wb (d) 0

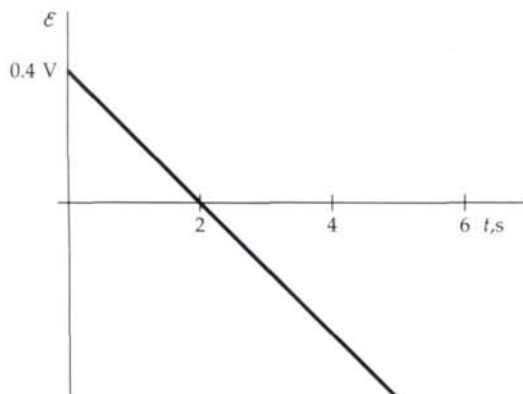
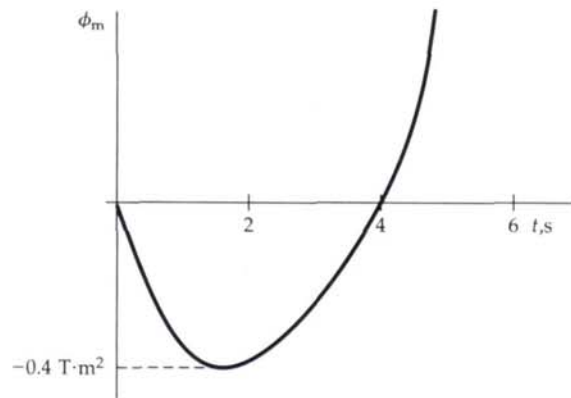
3.  $7,58 \times 10^{-4}$  Wb

5. (a)  $8,48 \times 10^{-3}$  Wb (b)  $7,97 \times 10^{-3}$  Wb

7. (a)  $8,48 \times 10^{-3}$  Wb (b) 133 vueltas

9. 199 T/s

11. (a)



(b) Para  $t = 2$  s,  $\phi_m$  tiene su máximo valor negativo;  $\phi_m$  aumenta indefinidamente cuando  $t$  tiende a infinito

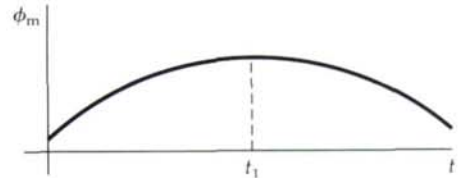
(c)  $\phi_m = 0$  a  $t = 0$  y  $t = 4$  s; para  $t = 0$  s,  $\mathcal{E} = 0,4$  V, y para  $t = 4$  s,  $\mathcal{E} = -0,4$  V

13.  $2,8 \times 10^{-4}$  C

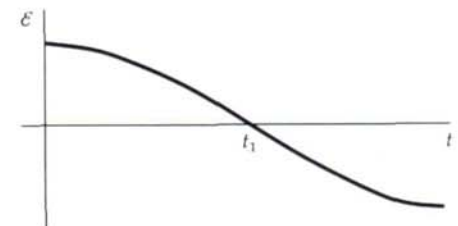
15. (a)  $7,07 \times 10^{-3}$  V (b)  $6,64 \times 10^{-3}$  V

17. (a)  $3,1 \times 10^{-3}$  Wb (b)  $2,21 \times 10^{-3}$  V

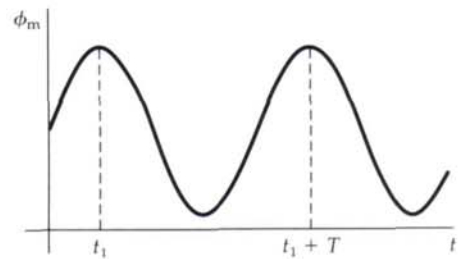
19. (a)



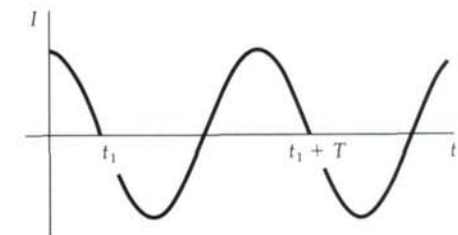
(b)



21. (a)



(b)



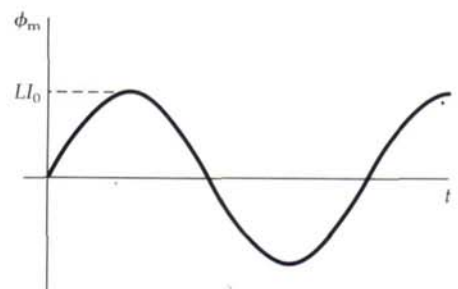
23. 400 m/s

25. (a) 3,6 V (b) 3 A (c) 1,8 N (d) 10,8 W (e) 10,8 W

27. 0,332 T

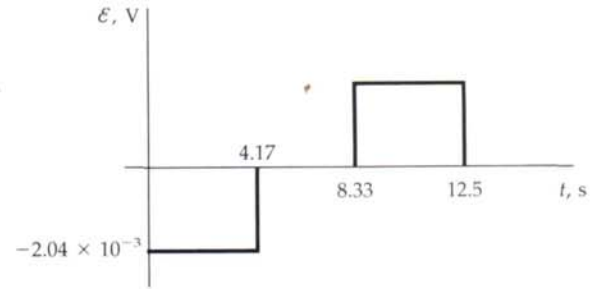
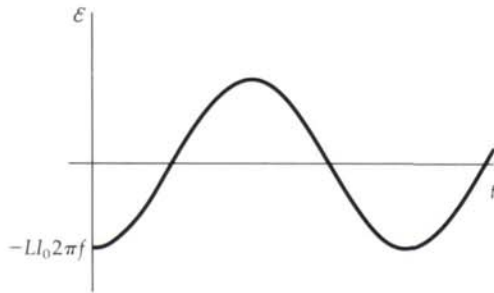
29. 0,707 T

31.  $\phi_m = Ll_0 \text{ sen } 2\pi ft$

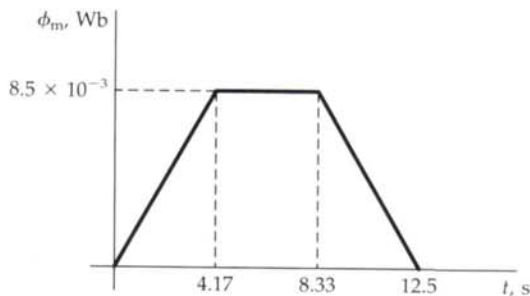




$$\mathcal{E} = -L_0 2\pi f \cos 2\pi ft$$



33. 1,89 mH  
 35. (a)  $I = 0$  A,  $dI/dt = 25$  A/s (b)  $I = 2,27$  A,  $dI/dt = 20,5$  A/s (c)  $I = 7,90$  A,  $dI/dt = 9,20$  A/s (d)  $I = 10,8$  A,  $dI/dt = 3,38$  A/s  
 37. (a) 13,5 mA (b)  $7,44 \times 10^{-4}$  A  
 39. (a)  $t = 0$  s,  $P = 47,7$  W;  $t = 100$  s,  $P = 48,0$  W (b)  $t = 0$  s,  $FR = 47,4$  W;  $t = 100$  s,  $FR = 48,0$  W (c)  $t = 0$  s,  $dU_m/dt = 0,321$  W;  $t = 100$  s,  $dU_m/dt = 0$  W  
 41. (a)  $3,98 \times 10^5$  J (b)  $4,43 \times 10^{-4}$  J (c)  $3,98 \times 10^5$  J  
 43.  $B\pi R^2$   
 45. (a)  $\mu_0 n I N \pi R_1^2$  (b)  $\mu_0 n I N \pi R_2^2$   
 47. (b) 275 rad/s  
 49. (a) 13,9  $\Omega$  (b) 214 V  
 51. (a) 88,1 ms (b) 35,2 mH  
 53. (a) 2,41 s (b) 20,1 s  
 55. La respuesta se da en el problema  
 57. (a)  $I_B = I_{10} = I_L = 1$  A,  $I_{100} = 0$  A (b)  $I(t) = (1 \text{ A}) e^{-50t}$   
 59. (a) En el caso de la resistencia,  $dI/dt = 9000$  A/s; en las bobinas,  $dI_1/dt = 3000$  A/s y  $dI_2/dt = 6000$  A/s, en donde 1 y 2 se refieren a las bobinas de 8mH y 4mH, respectivamente (b) 1,6 A  
 61. (a) 0,0536 J (b) 447 J/m<sup>3</sup> (c) 0,0335 T (d) 447 J/m<sup>3</sup>  
 63. (a)  $E = \frac{1}{2} \mu_0 n r I_0 \omega \cos \omega t$   
 (b)  $E = \frac{1}{2} \mu_0 n (R^2/r) I_0 \omega \cos \omega t$   
 65. (a)  $0 \text{ s} \leq t \leq 4,17 \text{ s}$ ,  $\phi_m = (2,04 \times 10^{-3} \text{ Wb/s})t$ ;  
 $4,17 \text{ s} \leq t \leq 8,33 \text{ s}$ ,  $\phi_m = 8,5 \times 10^{-3} \text{ Wb}$ ;  
 $8,33 \text{ s} \leq t \leq 12,5 \text{ s}$ ,  $\phi_m = 8,5 \times 10^{-3} \text{ Wb} - (2,04 \times 10^{-3} \text{ Wb/s})(t - 8,33)$ ;  $t > 12,5 \text{ s}$ ,  $\phi_m = 0$



- (b)  $0 \text{ s} \leq t \leq 4,17 \text{ s}$ ,  $\mathcal{E} = -2,04 \times 10^{-3} \text{ V}$ ;  
 $4,17 \text{ s} \leq t \leq 8,33 \text{ s}$ ,  $\mathcal{E} = 0 \text{ V}$ ;  $8,33 \text{ s} \leq t \leq 12,5 \text{ s}$ ,  
 $\mathcal{E} = 2,04 \times 10^{-3} \text{ V}$ ;  $t > 12,5 \text{ s}$ ,  $\mathcal{E} = 0$

67. (a)  $F = (\mathcal{E} - Blv)Bl/R = m dv/dt$  (b)  $v_1 = \mathcal{E}/Bl$   
 (c) 0  
 69. Las respuestas se dan en el problema  
 71. (a)  $1,38 \times 10^{-4} \text{ V/m}$  (b)  $5,51 \times 10^{-6} \text{ V}$   
 73. Las respuestas se dan en el problema  
 75. (a)  $(\mu_0 I/\pi) \ln [(d-a)/a]$  (b)  $(\mu_0/\pi) \ln [(d-a)/a]$   
 77. (c)  $\frac{1}{2} F B \theta$   
 79. 12 mH  
 81.  $(\mu_0 I \mathcal{E}/2\pi) \ln (r_2/r_1)$

### Capítulo 27

**Verdadero o falso** 1. Verdadero teóricamente, pero resulta enmascarado por el paramagnetismo o el ferromagnetismo en los materiales cuyas moléculas tienen momentos dipolares permanentes 2. Verdadero 3. Falso 4. Verdadero 5. Falso

#### Problemas

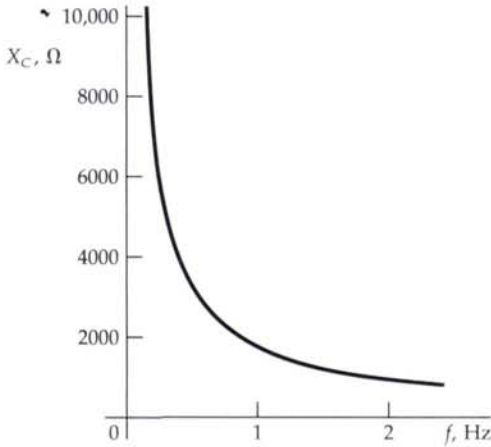
1. (a)  $B_{ap} = 0,0101 \text{ T}$ ,  $B = 0,0101 \text{ T}$  (b)  $B_{ap} = 0,0101 \text{ T}$ ,  $B = 1,52 \text{ T}$   
 3.  $B_{ap} = 0,0101 \text{ T}$ ,  $M = 0,183 \text{ A/m}$ ,  $B = 0,0101 \text{ T}$   
 5. (a) El campo disminuye en un  $6,8 \times 10^{-3}$  por ciento (b) La autoinducción también disminuye en un  $6,8 \times 10^{-3}$  por ciento  
 7. (a) 0,0628 T (b) 0,0628 T hasta tres cifras, aunque mayor que (a) en un  $2,3 \times 10^{-3}$  por ciento (c) 0,0628 T hasta tres cifras, pero menor que (a) en un  $2,3 \times 10^{-3}$  por ciento  
 9.  $m = 1,69 m_H$   
 11. (a)  $M_s = 5,58 \times 10^5 \text{ A/m}$ ,  $\mu_0 M_s = 0,701 \text{ T}$  (b)  $5,23 \times 10^{-4}$  (c) Se han despreciado los efectos diamagnéticos y estos efectos tienden a reducir la susceptibilidad  
 13.  $M = 6,87 \times 10^5 \text{ A/m}$ ,  $B = 0,864 \text{ T}$   
 15. (a) 0,0126 T (b)  $1,36 \times 10^6 \text{ A/m}$  (c) 137  
 17. (a) 0,0603 T (b) 24 A  
 19. (a)  $8,12 \times 10^3 \text{ A/m}$  (b)  $1,62 \times 10^{21}$  electrones (c) 24,4 A  
 21. (a)  $6 \times 10^{13} \text{ m}^3$  (b) 24,3 km  
 23.  $n_s = 418 n_0$   
 25.  $B_{ap} = \mu_0 NI/2\pi R$ ,  $B = \mu_0 (NI/2\pi R + M)$   
 27. (a)  $1,42 \times 10^6 \text{ A/m}$  (b)  $K_m = 90$ ,  $\mu = 90\mu_0 = 1,13 \times 10^{-4} \text{ T}\cdot\text{m/A}$ ,  $\chi_m = 89$   
 29. (a) 15,1 T (b)  $1,2 \times 10^7 \text{ A/m}$  (c) 0,0302 T  
 31. La respuesta se da en el problema  
 33. (a) 0,0524 A·m<sup>2</sup> (b)  $7,70 \times 10^5 \text{ A/m}$  (c)  $2,31 \times 10^4 \text{ A}$   
 35. La respuesta se da en el problema  
 37. (b) 1,25 N  
 39. (a)  $3,02 \times 10^{-4} \text{ T}$  (b) 0,121 T (c) 14,5 J/m<sup>3</sup>  
 41.  $-2,21 \times 10^{-5}$

Capítulo 28

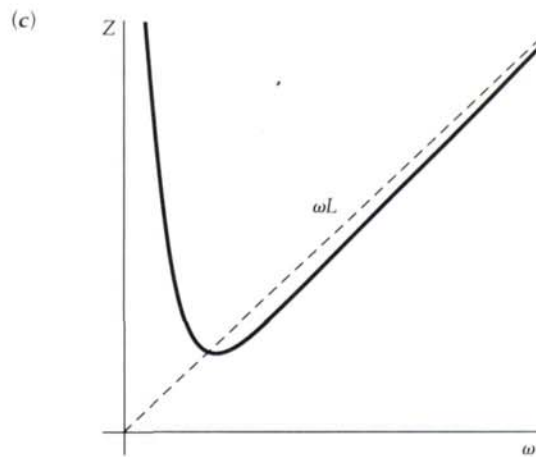
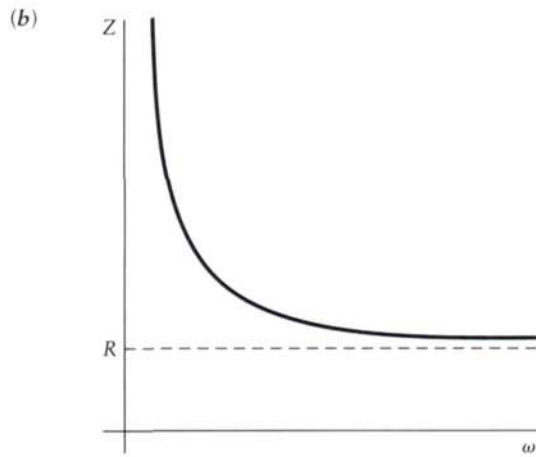
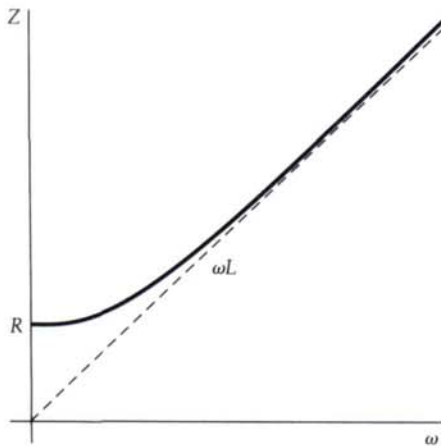
Verdadero o falso 1. Falso; la potencia disipada es proporcional a  $F$  2. Verdadero 3. Verdadero 4. Verdadero 5. Verdadero 6. Verdadero

Problemas

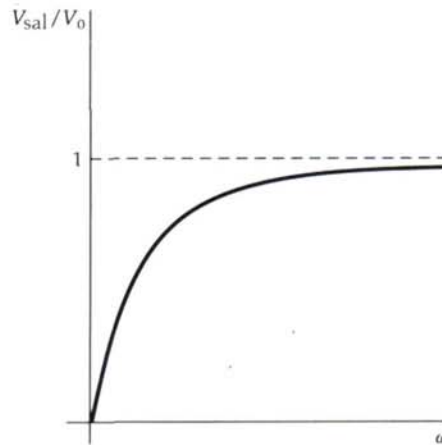
1. (a) 0,833 A (b) 1,18 A (c) 200 W  
 3. (a) 20,8 A (b) 29,5 A (c)  $I_{ef} = 41,7$  A,  $I_{m\acute{a}x} = 58,9$  A  
 5. (a) 0,377  $\Omega$  (b) 3,77  $\Omega$  (c) 37,7  $\Omega$   
 7. 1,59 kHz  
 9. (a) 2,65 M $\Omega$  (b) 26,5 k $\Omega$  (c) 26,5  $\Omega$   
 11.



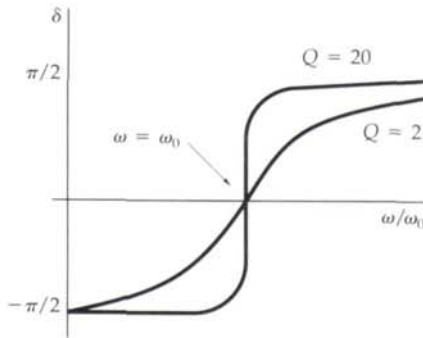
13. (a) 15,9 kHz (b) 159 Hz (c) 1,59 MHz  
 15. La respuesta se da en el problema  
 17. 88 mH  
 19. (a) 2,25 mJ (b) 712 Hz (c) 0,671 A  
 21. (a) 1,13 kHz (b)  $X_C = 79,6$   $\Omega$ ,  $X_L = 62,8$   $\Omega$   
 (c)  $Z = 17,5$   $\Omega$ ,  $I_{ef} = 4,04$  A (d)  $-73,4^\circ$   
 23. 2002  
 25. (a) 14,1 (b) 79,6 Hz (c) 0,275  
 27. (a) 0,553 (b) 0,663 A (c) 44 W  
 29. (a) Un transformador reductor (b) 2,4 V eficaces  
 (c) 5 A  
 31. 10,4 vueltas para 2,5 V; 31,3 vueltas para 7,5 V; 37,5 vueltas para 9V  
 33. (a) 1,75 A (b) 2,47 A  
 35. (a) 12 V (b) 8,49 V  
 37. 60 V  
 39. (a)



41. (a) 396  $\Omega$  (b) 50 V  
 43. 29,2 mH  
 45. (a) 15 W (b) 15  $\Omega$  (c) 0,235 H  
 47. (a) 6  $\Omega$  (b) 35,5 mH  
 49. (a)  $C = 18,8$   $\mu$ F,  $I_{ef} = 0,531$  A (b) 25 V  
 51. (b)  $\delta = -\pi/2 + \omega RC$  (c)  $\delta = \pi/2 - R/L\omega$   
 53. (a) 80,3 V (b) 77,8 V (c) 165 V (d) 112 V  
 (e) 182 V  
 55. 0,935  $\mu$ F  
 57.  $R = 933$   $\Omega$ ,  $C = 0,517$  pF  
 59. (b)  $\omega = 1/\sqrt{3RC}$  (c)



61. (a)  $V_{\text{sal}} = (9,95 \text{ V}) \cos 100t + (0,995 \text{ V}) \cos 10\,000t$   
 (b) 10  
 63. (a)  $L = 0,8 \text{ mH}$ ,  $C = 12,5 \mu\text{F}$  (b) 1,6 (c) 2 A  
 65. (a) 933 W (b) 7,71  $\Omega$  (c) 99,8  $\mu\text{F}$  (d) Añadir una capacidad de 40,9  $\mu\text{F}$   
 67. (c)



69. (a) 12  $\Omega$  (b)  $R = 7,2 \Omega$ ,  $X = 9,6 \Omega$  (c) Capacitiva  
 71. (a) 4 mH (b) 0,1 A  
 73. Las respuestas se dan en el problema  
 75. La respuesta se da en el problema  
 77. Las respuestas se dan en el problema

Capítulo 29

- Verdadero o falso 1. Falso 2. Verdadero 3. Verdadero  
 4. Verdadero 5. Falso 6. Verdadero.

Problemas

1. (a)  $3,4 \times 10^{14} \text{ V/ms}$  (b) 5A  
 3. La respuesta se da en el problema  
 5. (a)  $3,33 \times 10^{-7} \text{ N/m}^2$  (b) 194 V/m (c) 647 nT  
 7. Las respuestas se dan en el problema  
 9.  $6,93 \times 10^{-8} \text{ N}$   
 11. La respuesta se da en el problema  
 13. (a) 300 m (b) 3 m  
 15.  $3 \times 10^{18} \text{ Hz}$   
 17. (b)  $(-2,36 \times 10^{-5} \text{ A}) \sin 500\pi t$   
 19. (a) 1/9 (b) 1/2 (c) 1/16  
 21. (a)  $E_{\text{máx}} = 12 \text{ V/m}$ ,  $B_{\text{máx}} = 4 \times 10^{-8} \text{ T}$  (b)  $E_{\text{máx}} = 0,12 \text{ V/m}$ ,  $B_{\text{máx}} = 4 \times 10^{-10} \text{ T}$  (c)  $E_{\text{máx}} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ V/m}$ ,  $B_{\text{máx}} = 4 \times 10^{-12} \text{ T}$   
 23. 111 m<sup>2</sup> o sea 10,5 por 10,5m  
 25. (a)  $2 \times 10^{-12} \text{ N}$  (b)  $6 \times 10^{-12} \text{ N}$   
 27. (a) 3 m (b)  $5,31 \times 10^5 \text{ J/m}^3$  (c)  $E_{\text{máx}} = 3,46 \times 10^8 \text{ V/m}$ ,  $B_{\text{máx}} = 1,15 \text{ T}$   
 29. (a) Sentido positivo de x (b)  $\lambda = 0,628 \text{ m}$ ,  $f = 4,77 \times 10^8 \text{ Hz}$  (c)  $E = (194 \text{ V/m}) \cos [10x - (3 \times 10^9)t]$ ,  $B = (0,647 \times 10^{-6} \text{ T}) \cos [10x - (3 \times 10^9)t]$   
 31. (a) 1417 W/m (b) 902 W/m<sup>2</sup> (c)  $E_{\text{el}} = 583 \text{ V/m}$  (d)  $1,94 \times 10^{-6} \text{ T}$   
 33. (a) 279 K (b) 245 K  
 35.  $3,42 \times 10^9 \text{ W/m}^2$   
 37.  $7,25 \times 10^{-3} \text{ V}$   
 39. (a)  $(5 \times 10^{-3} \text{ V}) \cos 10^6 t$   
 (b)  $(4,19 \times 10^{-8} \text{ V}) \sin 10^6 t$   
 41. (a)  $At/100pd$ , donde d es la separación entre las placas (b)  $\kappa\epsilon_0 A/100d$  (c)  $\kappa\epsilon_0 \rho$   
 43. (a)  $V_0[1/R] \sin \omega t + (\epsilon_0 A \omega / d) \cos \omega t]$

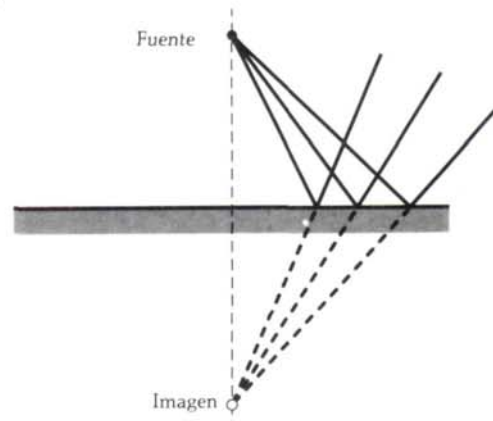
- (b)  $(\mu_0/2\pi)[(V_0/rR) \sin \omega t + (\epsilon_0 \omega \pi V_0 r/d) \cos \omega t]$   
 (c)  $\tan \delta = \epsilon_0 A \omega R/d$   
 45. (a)  $\rho I/\pi a^2$  (b)  $\mu_0 I/2\pi a$  (c)  $S = \rho I^2/2\pi^2 a^3$ , radialmente hacia dentro (d)  $S(2\pi aL) = I(\rho L/A) = IR$   
 47.  $5,74 \times 10^{-7} \text{ m}$   
 49. La respuesta se da en el problema  
 51. (a)  $3,12 \times 10^{-6} \text{ rad/s}^2$  (b) 3,88 días (c) no

Capítulo 30

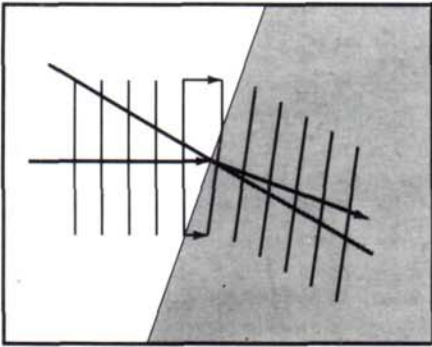
- Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Falso 3. Falso; es mayor cuando el segundo medio tiene un índice de refracción menor —por ejemplo, en el caso de la refracción del agua al aire. 4. Falso; si existiera, no aparecería el arco iris 5. Verdadero

Problemas

1.  $2,11 \times 10^6 \text{ años}\cdot\text{c}$   
 3.  $\pm 0,3 \text{ m}$   
 5. 92 por ciento  
 7. (a) 27,1° (b) 41,7° (c) 70,1° (d) Totalmente reflejado  
 9.  $v_{\text{agua}} = 2,26 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,  $v_{\text{vidrio}} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$   
 11. (a) 50,2° (b) 38,8° (c) 26,3°  
 13. 62,5°  
 15. (a) Si (b) Como la bola o pelota se mueve con velocidad constante, una distancia mínima implica un tiempo mínimo  
 17. (a)  $I_0/8$  (b)  $3I_0/32$   
 19. 35,3°  
 21.



23.  $\Delta t = 0,505 \text{ s}$   
 25. 238 m<sup>2</sup>  
 27. La respuesta se da en el problema  
 29. La respuesta se da en el problema  
 31. (b) 3,47°  
 33.  $\theta_{\text{violeta}} = 27,0^\circ$ ,  $\theta_{\text{rojo}} = 27,3^\circ$   
 35. (b) El ángulo crítico es mayor  
 37. La respuesta se da en el problema  
 39. (a)  $I_0(\cos \pi/2N)^{2N}$  (b)  $I_0/4$  (c)  $0,976I_0$  (d) Perpendicular a la polarización inicial  
 41. (a) 1,33 (b) 37,2° (c)  $\theta_r = 48,7^\circ$ ; no, la refracción dentro del líquido no altera la salida; el haz final es paralelo a la superficie del líquido  
 43. La respuesta se da en el problema  
 45. La respuesta se da en el problema  
 47. La respuesta se da en el problema  
 49.  $\theta_r = 14,5^\circ$ ; el rayo refractado se desvía acercándose a la perpendicular



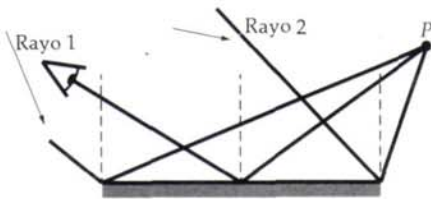
51. (a)  $d\theta_a/d\theta_i = 2 - (4 \cos \theta_i)/(n^2 - \sin^2 \theta_i)^{1/2}$   
 53. 2,18 cm  
 55.  $\frac{1}{2} [1 - (1 - 1/n^2)^{1/2}]$

Capítulo 31

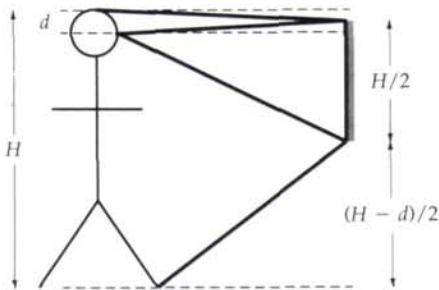
Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Falso 3. Falso; es cierto para distancias objeto positivas. Un ejemplo de imagen real con una distancia imagen negativa se tiene cuando se refleja en un espejo plano un haz de luz convergente 4. Falso; la aberración esférica se produce por los rayos alejados del eje del espejo 5. Verdadero 6. Falso; por ejemplo, la distancia imagen es negativa en el caso de una lupa 7. Verdadero

Problemas

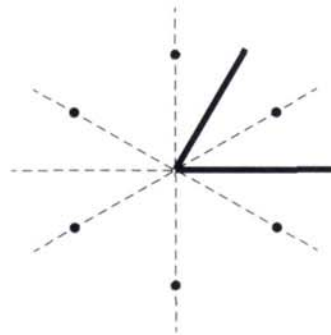
1. El ojo puede ver la imagen desde cualquier punto entre los rayos 1 y 2



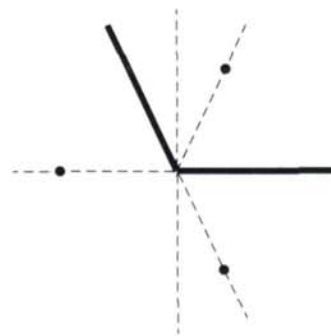
3. (a) 0,81 m (b) La parte inferior del espejo deberá estar a 0,735 m por encima del suelo



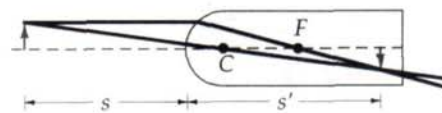
5. (a)



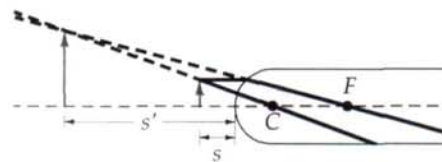
- (b)



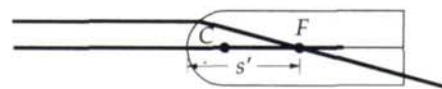
7. (a)  $s' = 25$  cm,  $m = -0,25$ , real, invertida, reducida (b)  $s' = 40$  cm,  $m = -1$ , real, invertida, del mismo tamaño (c)  $s' = \infty$ ,  $m = -\infty$ , real, invertida, aumentada (d)  $s' = -20$  cm,  $m = 2$ , virtual, derecha, aumentada  
 9. (a)  $s' = -16,7$  cm,  $m = 0,167$ , virtual, derecha, reducida (b)  $s' = -13,3$  cm,  $m = 0,333$ , virtual, derecha, reducida (c)  $s' = 10$  cm,  $m = 0,5$ , virtual, derecha, reducida  
 11. (a) 0,566 m (b) Detrás (c) 0,113 m  
 13. (a) 5,13 cm (b) Cóncavo  
 15. (a)  $s' = 30$  cm, real



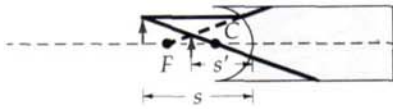
- (b)  $s' = -15$  cm, virtual



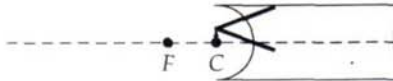
- (c)  $s' = 15$  cm, real; la imagen tiene tamaño cero y está situada en F



17. (a)  $s' = -10$  cm, virtual



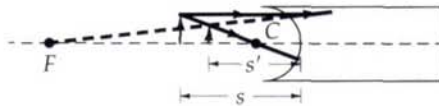
(b)  $s' = -5$  cm, virtual; los rayos paraxiales que parten de C no se desvían, así pues, la imagen y el objeto son idénticos



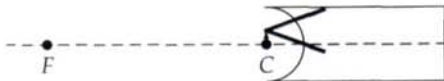
(c)  $s' = -15$  cm, virtual; la imagen tiene tamaño cero y está situada en F



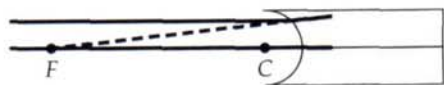
19. (a)  $s' = -14,9$  cm, virtual



(b)  $s' = -5$  cm, virtual; los rayos paraxiales que parten de C no se desvían, de modo que la imagen y el objeto son idénticos



(c)  $s' = -44,1$  cm, virtual; la imagen tiene tamaño cero y está situada en F



21. (a)  $-0,839$  m (b)  $0,336$

23. (a)  $6$  cm



(b)  $-6$  cm



25. (a)  $-30,3$  cm (b)  $-22,0$  cm (c)  $0,275$   
(d) Virtual, hacia arriba.

27. (a)  $-33,3$  cm



(b)  $33,3$  cm



(c)  $-33,3$  cm



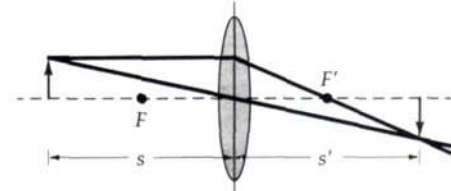
29. (a)  $s' = 40$  cm,  $m = -1$ , real, invertida

(b)  $s' = 20$  cm,  $m = 2$ , real, derecha

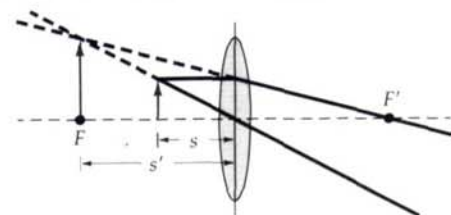
(c)  $s' = -17,1$  cm,  $m = 0,429$ , virtual, derecha

(d)  $s' = -7,5$  cm,  $m = 0,75$ , virtual, derecha

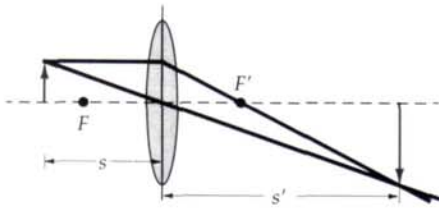
31.  $s' = 10$  cm,  $m = -1$



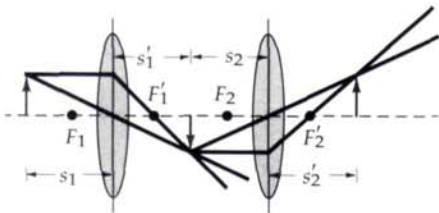
33. (a)  $s = 5$  cm,  $s' = -10$  cm



(b)  $s = 15 \text{ cm}$ ,  $s' = 30 \text{ cm}$



35. (a) A 30 cm de la cara más lejana de la segunda lente



(b) Real, derecha (c) 2

37. (a) 10,6 cm (b) 9,43 cm

39. (a) -66,7 cm (b) Virtual

41. El espejo deberá alejarse 91 cm del objeto

43. Cóncavo,  $f = 90 \text{ cm}$

45. (a) -128 cm (b) 14,7 cm (c) Real

47. (a)  $r_2 = 35,0 \text{ cm}$ , cóncavo

(b)

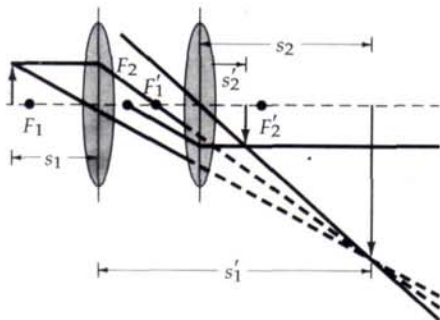


49. 4,10 cm

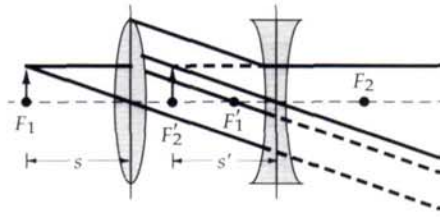
51. (a) -1,33 m (b) Convexo

53. (a) 9,52 cm (b) -1,19

(c)

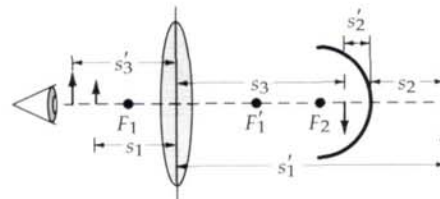


55. La imagen final está en el punto focal izquierdo de la segunda lente; la imagen es derecha y del mismo tamaño que el objeto



57. (a) A 18 cm a la izquierda de la lente (b) Real, hacia arriba

(c)



59. 200 cm

61. 43,5 cm

63. (a) La imagen final está a 0,9 cm detrás de la superficie trasera (b) La imagen final está sobre la superficie trasera

65. (a) A 1,8 m de la pantalla (b) 45 cm

67. (b) 17,5 cm

69. La respuesta se da en el problema

### Capítulo 32

Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Verdadero 3. Verdadero 4. Verdadero 5. Falso; varía en razón inversa con el cuadrado del número  $f$  6. Verdadero 7. Verdadero 8. Falso; es invertida y menor que el objeto 9. Falso; utiliza un espejo como objetivo

#### Problemas

1. 0,278 cm

3. (a) 103 cm (b) 0,972 dioptrías

5. 44,4 cm

7. 0,714 cm; el radio real deberá ser menor

9. 6

11. 5

13. 35,7 mm

15. 1,3 mm

17. (a)  $\approx 1/64 \text{ s}$  (b)  $\approx 1/120 \text{ s}$  (c)  $\approx 1/250 \text{ s}$

(d)  $\approx 1/500 \text{ s}$  (e)  $\approx 1/1000 \text{ s}$

19. -267

21. (a) 20 cm (b) -4 (c) -20 (d) 6,25 cm

23. (a) 0,9 cm (b) 0,18 rad (c) -20

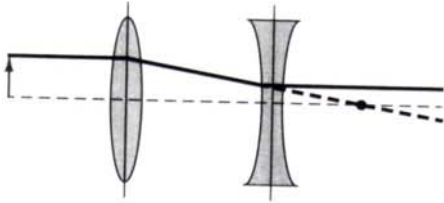
25. (a) 25 (b) -134

27. (a) 3 (b) 4

29. 3,7 m

31.  $f_e = 4 \text{ cm}$ ,  $f_o = 28 \text{ cm}$

33.



35. -232

37. 0,00667

39. (a) 1,67 cm (b) 0,508 delante del objetivo

(c) 0,496 cm

**Capítulo 33**

Verdadero o falso 1. Falso 2. Verdadero 3. Verdadero 4. Verdadero 5. Verdadero

**Problemas**

1. (a) Incoherente (b) Coherente (c) Coherente

(d) Incoherente (e) Coherente

3. 164°

5. (a) La parte superior de la película tiende a espesor nulo, de modo que la diferencia de fase tiende a 180°

(b) Violeta (c) La parte superior de la película es blanca, el color de la primera banda es rojo

7. 115 nm

9. (a) 7,2 μm (b) 1,44

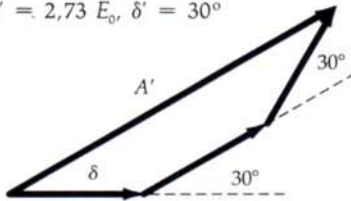
11. 8,33 franjas/cm

13. (a) 50 μm (b) No (c) 0,5 mm

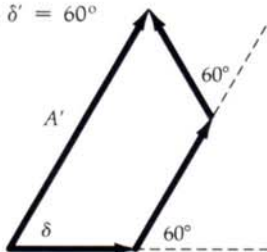
15. 695 nm

17.  $E = 3,61 \sin(\omega t - 56,3^\circ)$

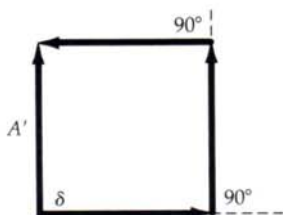
19. (a)  $A' = 2,73 E_0$ ,  $\delta' = 30^\circ$



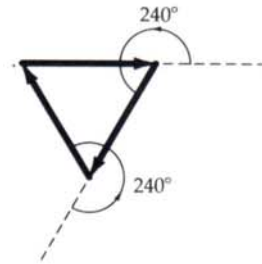
(b)  $A' = 2E_0$ ,  $\delta' = 60^\circ$



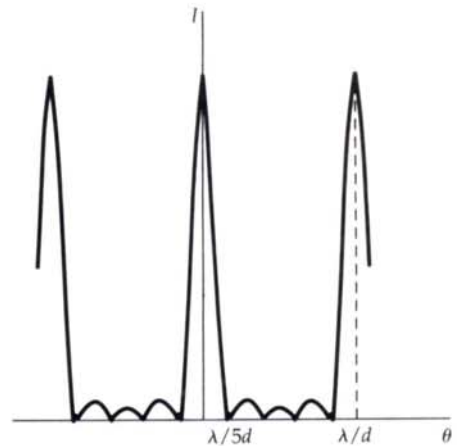
(c)  $A' = E_0$ ,  $\delta' = 90^\circ$



(d)  $A' = 0$



21. (a)  $\theta_1 = \lambda/d$ ,  $\theta_{\min} = \lambda/5d$



23. La separación entre las rendijas es  $d$ , y la condición para un máximo de interferencia es  $d \sin \theta = m\lambda$ ; la anchura de cada rendija individual es  $a$ , y la condición para un mínimo de difracción es  $a \sin \theta = m\lambda$

25. (a) 2 cm (b) 20 cm (c) 2,31 m

27. 3,01 cm

29. 39 franjas

31. (a)  $8,54 \times 10^{-3}$  rad (b) 6,83 cm

33. (a) 55,6 km (b) 55,6 m

35. 33,6 mm

37. 484 m

39. 486 nm, 660 nm

41. (a) 0,0231° (b) 0,145 cm

43. (a) 0,30° (b) 8

45.  $4,5 \times 10^6$  km

47. (a) 0,6 μm (b) 400 nm, 514 nm, 720 nm

(c) 400 nm, 514 nm, 720 nm

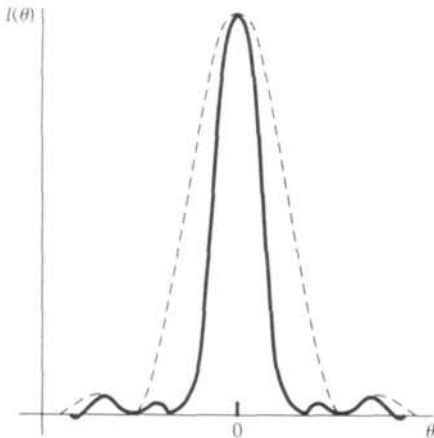
49. (a) 0,530 m, 0,883 m (b) 0,707 m (c) 8000

51. (a) 97,8 nm (b) No (c)  $I_{400} = 0,273 I_{\max}$ ,  $I_{700} = 0,124 I_{\max}$

53. (b) La anchura del máximo principal de interferencia es 6 mm en el caso de cuatro fuentes, 12 mm si sólo son dos fuentes

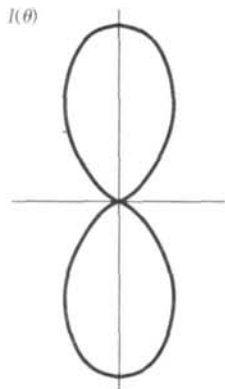
55. (a) 0,242 rad (b) 0,08 rad, 0,161 rad (c) 0,04 rad

(d)



57. 20,5 m  
 59. 13,0°  
 61. La respuesta se da en el problema  
 63. (c) Invertida (d) 67 franjas (e) 1,14 cm (f) Las franjas aparecerán más juntas  
 65. (b) 491 (c) 1 mm  
 67. (a) 1,92 μm (b) 1,91  
 69. (a)  $I = I_{\max} \cos^2 [(\pi/2) \sin \theta]$

(b)



71. (a)  $\phi = \pm 2,86\pi, \pm 4,92\pi, \pm 6,94\pi$  (b) Igual que en la parte (a)  
 73. La respuesta se da en el problema

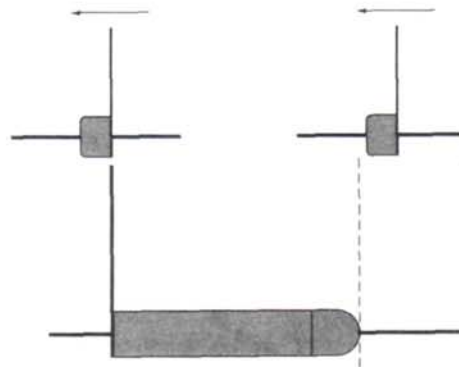
**Capítulo 34**

- Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Verdadero 3. Falso  
 4. Verdadero 5. Falso 6. Falso 7. Verdadero

**Problemas**

1. (a) 0,183 ms (b)  $1,83 \times 10^{-12}$  s (c) No  
 3. (a)  $4,94 \times 10^{-8}$  s (b) 12,6 m (c) 6,63 m  
 5. (a) 44,7 μs (b) 13,4 km  
 7. 0,527c  
 9. (a) 130 a (b) 88,1 a  
 11. 0,9991c  
 13.  $2,60 \times 10^8$  m/s  
 15. (a)  $4,5 \times 10^{-10}$  por ciento (b) El tiempo transcurrido en el reloj del piloto es  $3,15 \times 10^7$  s —  $1,42 \times 10^4$  s; el tiempo perdido en minutos es  $2,37 \times 10^{-6}$  min  
 17. 80 min·c

19. La respuesta se da en el problema  
 21.  $L_p V/c^2 = 60$  min  
 23. 0,0637  
 25. 0,6c  
 27. 0,696c  
 29. (a)  $-0,882c$  (b)  $-60\,000$  m/s +  $6 \times 10^{-4}$  m/s  
 31.  $-0,994c$   
 33. (a)  $1,11 \times 10^{-17}$  kg (b) 0,351 mg  
 35. (a)  $9 \times 10^{13}$  J (b) \$2, 5 millones de dólares (c) 28 571a  
 37.  $E = 0,522$  MeV,  $E_c = 1,05 \times 10^{-2}$  MeV,  
 $p = 0,104$  MeV/c  
 39. (a)  $2,23 \times 10^8$  m/s (b) 1039 MeV/c  
 41.  $3,55 \times 10^{14}$  reacciones/s  
 43. 0,782 MeV  
 45. 50 por ciento  
 47. 0,8c  
 49.  $1,85 \times 10^4$  a  
 51. 9,61 ms  
 53. La velocidad requerida es 0,4c; el suceso B precede al suceso A en el caso de un observador que se mueva con velocidad  $0, 4c < v < c$   
 55. (a) 0,66c (b) 31,3 a  
 57. (a) 52,7 m (b)  $-0,987c$  (c) 16,1 m  
 (d)  $2,07 \times 10^{-7}$  s (e)



59. (a) 4,97 MeV/c (b) 0,995c  
 61. (a) 0,75 por ciento (b) 68,7 por ciento  
 63. (a) 630 m/c (b) 777 m/c (c) 148 m/c  
 (d) 778 m/c (e) 4,36 h (f) 19 h  
 65. (a) Para la izquierda con velocidad 0,5c (b) 1,73 a  
 67.  $3,84 \times 10^{14}$  kg/día  
 69. (a) 0,333c (b) 20 m en la dirección +x (c) 60 m/c  
 71. (a) 290 MeV (b) 625 MeV  
 73. (a) 1,30 m (b) 0,825 m  
 75. (a)  $E/Mc$  (b)  $EL/Mc^2$   
 77. La respuesta se da en el problema  
 79. La respuesta se da en el problema  
 81. La respuesta se da en el problema  
 83. La respuesta se da en el problema

**Capítulo 35**

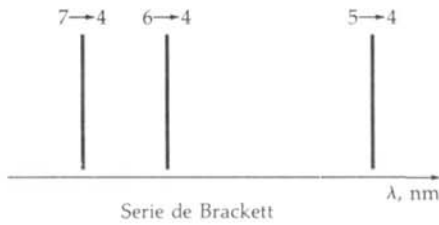
- Verdadero o falso 1. Verdadero 2. Verdadero 3. Falso 4. Verdadero 5. Verdadero 6. Falso 7. Verdadero 8. Verdadero 9. Verdadero 10. Verdadero 11. Verdadero 12. Falso

**Problema**

1.  $E = 6,626 \times 10^{-26}$  J =  $4,14 \times 10^{-7}$  eV  
 3. (a)  $2,42 \times 10^{14}$  Hz (b)  $2,42 \times 10^{17}$  Hz  
 (c) 2,42 (c)  $10^{20}$  Hz

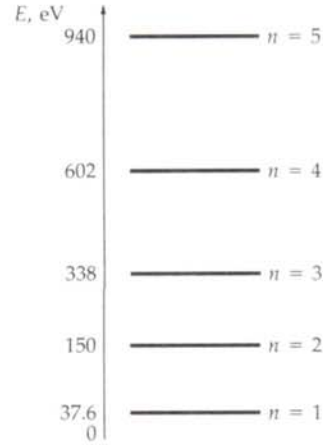


5.  $E_{100} = 3,10 \text{ eV}$ ,  $E_{700} = 1,77 \text{ eV}$   
 7. (a)  $f_i = 1,11 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ,  $\lambda_i = 271 \text{ nm}$  (b)  $1,63 \text{ V}$   
 (c)  $0,39 \text{ V}$   
 9. (a)  $4,74 \text{ eV}$  (b)  $1,68 \text{ V}$   
 11. (a)  $4,97 \times 10^{-16} \text{ J}$  (b)  $0,01 \text{ J}$  (c)  $2,01 \times 10^{16}$   
 fotones/s  
 13.  $9,27 \times 10^3 \text{ V}$   
 15.  $1,215 \text{ pm}$   
 17. (a)  $p = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 3,11 \text{ eV}/c$   
 (b)  $p = 3,32 \times 10^{-25} \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 621 \text{ eV}/c$   
 (c)  $p = 6,63 \times 10^{-24} \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 12,4 \text{ keV}/c$   
 (d)  $p = 2,21 \times 10^{-32} \text{ kg}\cdot\text{m/s} = 4,14 \times 10^{-5} \text{ eV}/c$   
 19. (a)  $17,5 \text{ keV}$  (b)  $76,0 \text{ pm}$  (c)  $16,3 \text{ keV}$   
 21. La respuesta se da en el problema  
 23.  $\Delta E_{3 \rightarrow 2} = 1,89 \text{ eV}$ ,  $\lambda_{3 \rightarrow 2} = 656 \text{ nm}$ ;  $\Delta E_{4 \rightarrow 2} = 2,55 \text{ eV}$ ,  
 $\lambda_{4 \rightarrow 2} = 486 \text{ nm}$ ;  $\Delta E_{5 \rightarrow 2} = 2,86 \text{ eV}$ ,  $\lambda_{5 \rightarrow 2} = 434 \text{ nm}$   
 25. (a)  $\Delta E_{n \rightarrow 4} = 0,850 \text{ eV}$ ,  $\lambda_{n \rightarrow 4} = 1459 \text{ nm}$   
 (b)  $\lambda_{3 \rightarrow 4} = 4052 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{6 \rightarrow 4} = 2627 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{7 \rightarrow 4} = 2168 \text{ nm}$



27. (a)  $0,775 \text{ nm}$  (b)  $0,0775 \text{ nm}$  (c)  $0,0245 \text{ nm}$   
 (d)  $0,00775 \text{ nm}$   
 29. (a)  $3,313 \times 10^{-27} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  (b)  $6,024 \times 10^{-24} \text{ J}$   
 31.  $0,203 \text{ nm}$   
 33.  $4,40 \times 10^{-13} \text{ m}$   
 35.  $1,52 \times 10^{-34} \text{ m}$   
 37.  $22,8 \text{ eV}$

39.  $6,11 \text{ keV}$   
 41.  $4,86 \times 10^6 \text{ m} = 3018 \text{ mi}$   
 43.  $1,69 \times 10^{-14} \text{ W/m}^2$   
 45. (a)  $3,18 \text{ W/m}^2$  (b)  $1,04 \times 10^{15} \text{ fotones/s}$   
 47. (a)  $4,86 \text{ pm}$  (b)  $92,7 \text{ keV}$  (c)  $92,7 \text{ keV}$   
 49. (a)  $13,6 \text{ eV}$  (b)  $54,4 \text{ eV}$  (c)  $122,4 \text{ eV}$   
 51. (b)  $E_n = n^2 (37,6 \text{ eV})$



- (c)  $11,0 \text{ nm}$  (d)  $6,60 \text{ nm}$  (e)  $1,37 \text{ nm}$   
 53. (a)  $E_1 = 5,13 \times 10^{-3} \text{ eV}$ ,  $E_2 = 2,05 \times 10^{-2} \text{ eV}$ ,  
 $E_3 = 4,61 \times 10^{-2} \text{ eV}$  (b)  $80,8 \mu\text{m}$  (c)  $48,5 \mu\text{m}$   
 (d)  $30,3 \mu\text{m}$   
 55. (b)  $R_\infty = 10,97373 \mu\text{m}^{-1}$ ;  $R_{H^+} = 10,96776 \mu\text{m}^{-1}$   
 (c)  $0,0545$  por ciento  
 57. (a)  $10^{-22} \text{ W}$  (b)  $53 \text{ min}$   
 59. (a)  $2,42 \times 10^{-10} \text{ m}$  (b)  $0,512 \text{ MeV}$   
 (c)  $2,73 \times 10^{-22} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$  (d)  $2,42 \text{ pm}$   
 61. La respuesta se da en el problema