الفصل 2 التقويم

إتقان المفاهيم

40. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

40. يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيرًا جدًّا مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولّد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

41. كيف يحدّد اتجاه المجال الكهربائي؟

41. اتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في هذا المجال. وستكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الجسم الموجب وداخلة إلى الجسم السالب.

42. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟

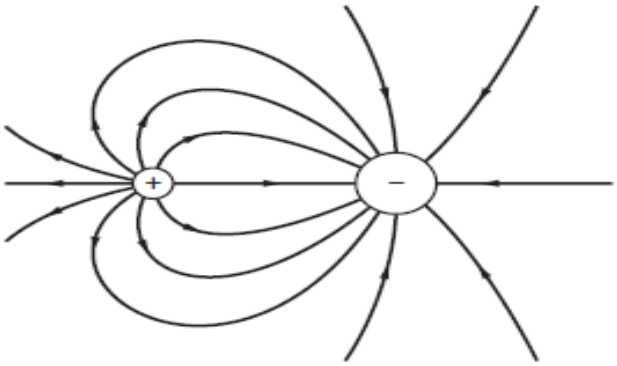
42. خطوط القوى الكهربائية.

43. ارسم بعض خطوط المجال الكهربائي لكل من الحالات التالية:

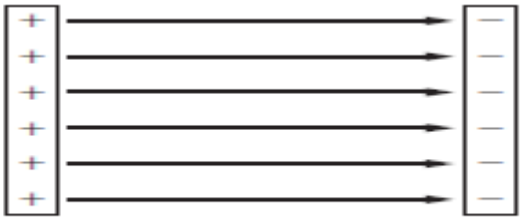
a. شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.

b. شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.

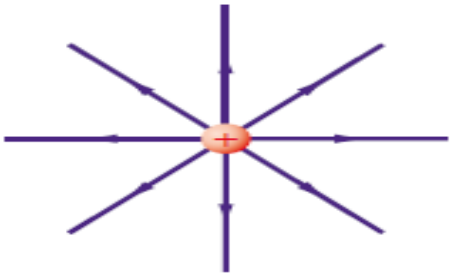
c. شحنة موجبة وأخرى سالبة مقدارها يساوي ضعف مقدار الشحنة الموجبة.



d. لوحين متوازيين مختلفين في الشحنة.



44. في الشكل **15–2**، أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي الخارجة من الشحنة الموجبة؟



الشكل 15—2

44. تنتهي عند شحنات سالبة بعيدة موجودة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

45. كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

45. كلما تقاربت خطوط المجال الكهربائي بعضها من بعض زادت قوة المجال الكهربائي.

46. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام العالمي للوحدات SI؟

46. تُقاس طاقة الوضع الكهربائية بالجول ويُقاس الجهد الكهربائي بالفولت.

47. عرّف الفولت بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة تتحرك في مجال كهربائي؟

47. الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔPE الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار q مسافة d مقدارها 1 m في مجال كهربائي E مقداره 1 N /C.

$$\Delta V=\Delta PE\ /q=Ed$$

48. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟

48. لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعدّ جسمًا ضخمًا جدًّا.

49. وضع قضيب مطاطي مشحون على طاولة فحافظ على شحنته بعض الوقت. لماذا لا تُفرّغ شحنة القضيب المشحون مباشرة؟

49. الطاولة مادة عازلة، أو على الأقل موصل رديء جدًّا.

50. شُحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق.

50. تركيز الشحنة على الزوايا أكبر.

51. **أجهزة الحاسوب** لماذا تكون الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية–كتلك الموضحة في الشكل **16–2**– محتواة داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟

الشكل **16–2**

51. يحمي الصندوق الفلزي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا توجد داخل الموصل الأجوف.

تطبيق المفاهيم

52. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟

52. لا شيء؛ لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل أيضًا إلى النصف، أما النسبة F/q' والمجال الكهربائي فستبقى هي نفسها.

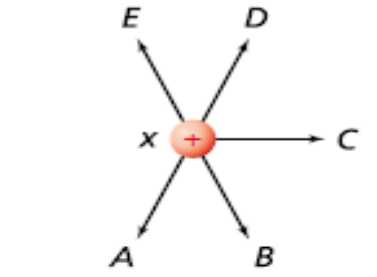
53. هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد؟

53. تتناسب الطاقة طرديًا مع القوة، وتتناسب القوة طرديًا مع المجال الكهربائي، لذا يلزم طاقة أكبر.

54. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية لجسيم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يُطلق الجسيم ليصبح حر الحركة؟

54. ستتحول طاقة الوضع الكهربائية التي للجسيم إلى طاقة حركية له.

55. يبيّن الشكل **17–2** ثلاث كرات مشحونة بالمقدار نفسه. أما أنواعها فموضّحة على الشكل. الكرتان y وz ثابتتان في مكانيهما، أما الكرة x فهي حرة الحركة. والمسافة بين الكرة x وكل من الكرتين y وz في البداية متساوية. حدّد المسار الذي ستبدأ الكرة x في سلوكه. افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات.



الشكل **17–2**

55. ستسلك الكرة x المسار C؛ لأنها ستتأثر بالقوتين الموضحتين بالمتجهين D وB، ومحصلتهما هي المتجه C.

56. ما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بدلالة m، وkg، وs، وC؟

56.
$$V=\frac{J}{C}=N.\frac{m}{C}$$
$$=(kg.m/s^2)(m/C)=kg.m^2/s^2.C$$

57. كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟

57. تكون متوازية، وتفصلها مسافات متساوية.

58. **تجربة قطرة الزيت للمّيكان** يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات زيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك سريعًا أو تلك التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضّح إجابتك.

58. يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء؛ فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر، ومن ثم تكون سرعتها الحدية كبيرة.

59. في تجربة قطرة الزيت للمّيكان تم تثبيت قطرتي زيت في المجال الكهربائي.

a. هل يمكنك استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟

59. a. لا. قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

b. أيّ خصائص قطرتي الزيت نِسبُها متساوية؟

b. نسبة الشحنة إلى الكتلة q/m أو نسبة الكتلة إلى الشحنة m/q.

60. يقف زيد وأخته ليلى على سطح مستوٍ معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضّح في الشكل **18–2**. إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد أكبر من ليلى فمن منهما سيمتلك كمية أكبر من الشحنات، أم أنهما سيمتلكان المقدار نفسه من الشحنات؟

الشكل **18–2**

60. يمتلك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيمتلك كمية أكبر من الشحنة.

61. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم 1 cm و 10 cm فأيّهما له سعة أكبر؟

61. للكرة التي قطرها 10 cm سعة كهربائية أكبر؛ لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلّل من ارتفاع جهدها عندما تُشحن.

62. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف؟

62. بتغيير الجهد بين طرفي المكثف.

إتقان حل المسائل

2–1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

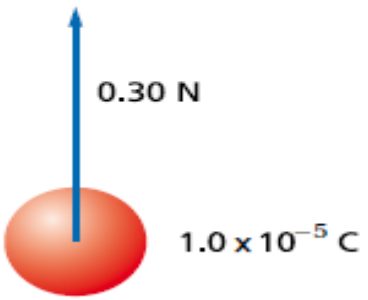
شحنة الإلكترون تساوي $-1.60\times10^{-19}\ C$، استخدم هذه القيمة حيث يلزم.

63. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها $1.4\times10^{-8}\ N$ عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها $5.0\times10^{-4}\ N/C$ ؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.4\times10^{-8}\ N}{5.0\times10^{-4}\ N/C} = 2.8\times10^{-5}\ C$$

64. يوضّح الشكل **2–19** شحنة موجبة مقدارها $1.0\times10^{-5}\ C$، تتعرض لقوة $0.30\ N$، عند وضعها عند نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة؟



الشكل **2–19**

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.30\ N}{1.0\times10^{-5}\ C} = 3.0\times10^{4}\ N/C$$

في اتجاه القوة نفسه (إلى أعلى).

65. إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي 150 N /C تقريبًا، ويتجه إلى أسفل، فأجب عما يلي:

a. ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟

a. في اتجاه الأعلى.

b. أوجد القوة الكهربائية التي يؤثر بها هذا المجال في إلكترون.

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (1.6\times10^{-19}\ \text{C})(150\ \text{N/C})$$
$$= 2.4\times10^{-17}\ \text{N}$$

$$F = 2.4\times10^{-17}\ \text{N}$$

في اتجاه الأعلى.

c. قارن بين القوة في الفرع **b** وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه. (كتلة الإلكترون تساوي 9.1×10^{-31} kg)

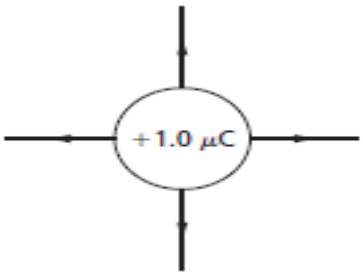
$$F = mg = (9.1\times10^{-31}\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)$$
$$= 8.9\times10^{-30}\ \text{N}$$

$$F = 8.9\times10^{-30}\ \text{N}$$

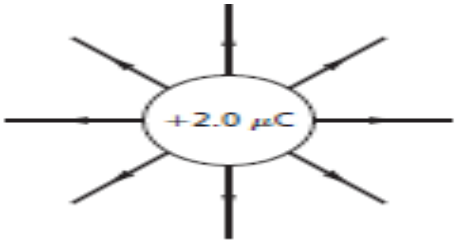
الى أسفل ، أقل بأكثر من تريليون مرة

66. ارسم بدقة الحالات التالية:

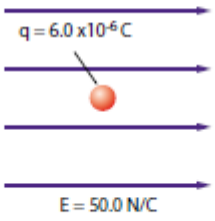
a. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها $1.0\ \mu C+$



b. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة $+2.0\ \mu C$ (اجعل عدد خطوط المجال متناسبًا مع التغير في مقدار الشحنة).



67. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها $6.0\times10^{-6}\ C$ في مجال كهربائي شدته $50.0\ N/C$، كما موضّح في الشكل **20–2**. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟



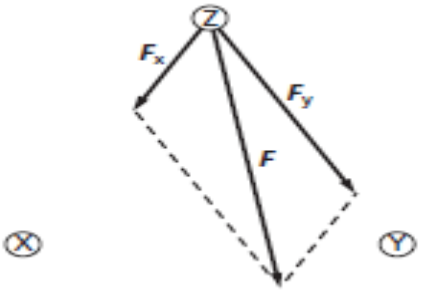
الشكل **20–2**

$$E = \frac{F}{q}$$

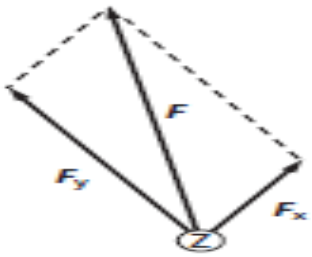
$$F = qE = (6.0\times10^{-6}\ C)(50.0\ N/C)$$
$$= 3.0\times10^{-4}\ N$$

68. ثلاث شحنات: X وY و Z يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية. إذا كان مقدار الشحنة X يساوي +1.0 µC، ومقدار الشحنة Y يساوي +2.0 µC، والشحنة Z صغيرة وسالبة:

a. فارسم سهمًا يُمثّل القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة Z.



b. إذا كانت الشحنة Z موجبة وصغيرة فارسم سهمًا يمثّل القوة المحصلة المؤثرة فيها.



69. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز نتيجة مجال كهربائي مقداره 1.00×10^5 N /C. احسب مايلي:

a. القوة المؤثرة في الإلكترون.

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = Eq$$

$$= (-1.60\times10^{-19}\ \text{C})(1.00\times10^{5}\ \text{N/C})$$

$$= -1.60\times10^{-14}\ \text{N}$$

b. تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظمًا. اعتبر كتلة الإلكترون $9.11\times10^{-31}\ \text{kg}$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-1.60\times10^{-14}\ \text{N}}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= -1.76\times10^{16}\ \text{m/s}^2$$

70. أوجد شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها $8.0\times10^{-7}\ \text{C}$.

$$E = \frac{F}{q'}, \text{ and } F = \frac{Kqq'}{d^2}$$

$$\text{so } E = \frac{Kq}{d^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0\times10^{-7}\ \text{C})}{(0.200\ \text{m})^2}$$

$$= 1.8\times10^5\ \text{N/C}$$

71. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتونًا.

a. أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي على بُعد $1.0\times10^{-10}\ \text{m}$ من النواة.

$$Q = (82\ \text{protons})(1.60\times10^{-19}\ \text{C/proton})$$

$$= 1.31\times10^{-17}\ \text{C}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{q}\left(\frac{KqQ}{d^2}\right) = \frac{KQ}{d^2}$$

$$= \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.31\times10^{-17}\ \text{C})}{(1.0\times10^{-10}\ \text{m})^2}$$

$$= 1.2\times10^{13}\ \text{N/C, outward}$$

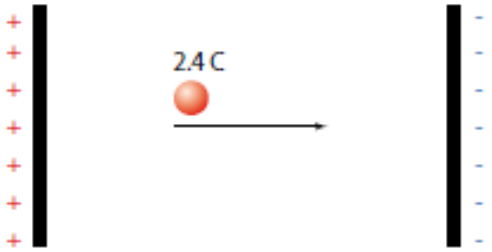
b. أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البعد نفسه.

$$F = Eq$$
$$= (1.2\times10^{13}\ \text{N/C})(-1.60\times10^{-19}\ \text{C})$$
$$= -1.9\times10^{-6}\ \text{N}$$

في اتجاه الخارج

2–2 تطبيقات المجالات الكهربائية

72. إذا بُذل شغل مقداره 120 J لتحريك شحنة مقدارها 2.4 C من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، كما هو موضّح في الشكل **2–21**، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟



الشكل **2–21**

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{120\ \text{J}}{2.4\ \text{C}} = 5.0\times10^{1}\ \text{V}$$

73. ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها 0.15 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 9.0 V ؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$
$$W = q\Delta V = (0.15\ \text{C})(9.0\ \text{V}) = 1.4\ \text{J}$$

74. بذلت بطارية شغلاً مقداره 1200 J لنقل شحنة كهربائية. ما مقدار هذه الشحنة المنقولة إذا كان فرق الجهد بين طرفي البطارية 12 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$q = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1200\ \text{J}}{12\ \text{V}} = 1.0\times10^{2}\ \text{C}$$

75. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين $1.5\times10^{3}\ \text{N/C}$، والبعد بينهما 0.060 m فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت؟

$$\Delta V = Ed$$

$$= (1.5\times10^{3}\ \text{N/C})(0.060\ \text{m})$$

$$= 9.0\times10^{1}\ \text{V}$$

76. تبيّن قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 70.0 V. فإذا كان البعد بين اللوحين 0.020 m فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$\Delta V = Ed$$

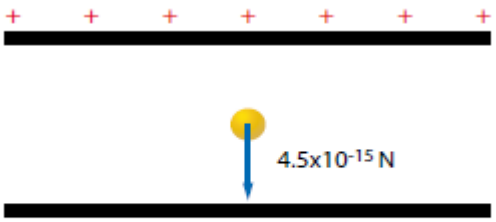
$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{70.0\ \text{V}}{0.020\ \text{m}} = 3500\ \text{V/m}$$

$$= 3500\ \text{N/C}$$

77. يخزّن مكثف موصول بمصدر جهد 45.0 V شحنة مقدارها 90.0 μC، ما مقدار سعة المكثف؟

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{90.0\times10^{-6}\ \text{C}}{45.0\ \text{V}} = 2.00\ \mu\text{F}$$

78. تـم تثبيـت قطرة الزيـت الموضحة في **الشـكل 22–2** والمشـحونة بشـحنة سـالبة في مجـال كهربائي شـدته $5.6\times10^{3}\,\text{N/C}$. فإذا كان وزن القطرة $4.5\times10^{-15}\,\text{N}$:



الشكل 22–2

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{4.5\times10^{-15}\,\text{N}}{5.6\times10^{3}\,\text{N/C}}$$

$$= 8.0\times10^{-19}\,\text{C}$$

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

$$(8.0\times10^{-19}\,\text{C})\left(\frac{1\ \text{electron}}{1.60\times10^{-19}\,\text{C}}\right)$$

$$= 5\ \text{electrons}$$

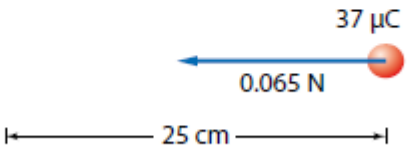
79. ما شحنة مكثف سعته $15.0\,\text{pF}$ عند توصيله بمصدر جهد $45.0\,\text{V}$؟

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

$$q = C\Delta V = (15.0\times10^{-12}\,\text{F})(45.0\,\text{V})$$

$$= 6.75\times10^{-10}\,\text{C}$$

80. إذا لـزم قـوة مقدارهـا 0.065 N لتحريـك شـحنة مقدارهـا 37 μC مسـافة 25 cm في مجـال كهربائـي منتظـم، كـما يوضّح **الشـكل 23–2**، فما مقـدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟



الشكل 23–2

$$W = Fd$$

$$\text{and } \Delta V = \frac{W}{q} = \frac{Fd}{q}$$

$$= \frac{(0.065\ \text{N})(0.25\ \text{m})}{37\times10^{-6}\ \text{C}}$$

$$= 4.4\times10^{2}\ \text{V}$$

81. **آلـة التصويـر** يعـبر عن الطاقــة المختزنـة في مكثف سعته C، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه $V\Delta$ كما يلي: $W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$. ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونيـة ذات الفـلاش الضوئـي، كالتـي تظهـر في **الشـكل 24–2**. إذا شُحن مكثف في آلة تصوير مماثلة سـعته 10.0 μF، إلى أن أصبـح فـرق الجهـد عليـه 3.0×10^{2} V فما مقدار الطاقة المختزنة في المكثف؟

الشكل 24–2

$$W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(10.0\times10^{-6}\ \text{F})(3.0\times10^{2}\ \text{V})^2$$
$$= 0.45\ \text{J}$$

82. افترض أن شحن المكثف في المسألة السابقة استغرق 25 s، فأجب عما يلي:

a. أوجد متوسط القدرة اللازمة لشحن المكثف خلال هذا الزمن.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45\ \text{J}}{25\ \text{s}} = 1.8\times10^{-2}\ \text{W}$$

b. عند تفريغ شحنة هذا المكثف خلال مصباح الفلاش يفقد طاقته كاملة خلال زمن مقداره $1.0\times10^{-4}\ \text{s}$. أوجد القدرة التي تصل إلى مصباح الفلاش.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45\ \text{J}}{1.0\times10^{-4}\ \text{s}} = 4.5\times10^{3}\ \text{W}$$

c. ما أكبر قيمة ممكنة للقدرة؟

تتناسب القدرة عكسيا مع الزمن ، فكلما قل زمن استهلاك كمية محددة من الطاقة زادت القدرة الناتجة

83. الليزر تستخدم أجهزة الليزر لمحاولة إنتاج تفاعلات اندماج نووي مسيطر عليها. ويتطلب تشغيل هذه الليزرات نبضات صغيرة من الطاقة تُخزّن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتقدّر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ $61\times10^{-3}\ \text{F}$ تشحن حتى يصل فرق الجهد عليها إلى $10.0\ \text{kV}$.

a. إذا علمت أن $W = \frac{1}{2} C\Delta V^2$ فأوجد الطاقة المختزنة في المكثفات.

$$W = \frac{1}{2}C\Delta V^2$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(61\times10^{-3}\ \text{F})(1.00\times10^{4}\ \text{V})^2$$
$$= 3.1\times10^{6}\ \text{J}$$

b. إذا تم تفريغ المكثفات خلال $10\ \text{ns}$ (أي $1\times10^{-8}\ \text{s}$) فما مقدار الطاقة الناتجة؟

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3.1\times10^{6}\ \text{J}}{1.0\times10^{-8}\ \text{s}} = 3.1\times10^{14}\ \text{W}$$

c. إذا تم شحن المكثفات بوساطة مولّد قدرته $1.0\ \text{kW}$ فما الزمن بالثواني اللازم لشحن المكثفات؟

$$t = \frac{W}{P} = \frac{3.1\times10^{6}\ \text{J}}{1.0\times10^{3}\ \text{W}} = 3.1\times10^{3}\ \text{s}$$

مراجعة عامة

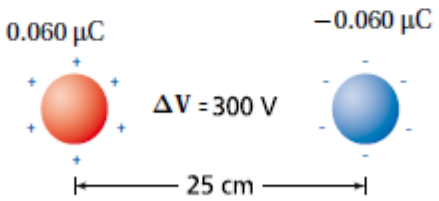
84. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها $0.25\ \mu C$ بين لوحين متوازيين، البعد بينهما $0.40\ cm$، إذا كان المجال بين اللوحين $6400\ N/C$؟

$$W = q\Delta V = qEd$$
$$= (2.5\times10^{-7}\ C)(6400\ N/C)(4.0\times10^{-3}\ m)$$
$$= 6.4\times10^{-6}\ J$$

85. ما مقدار الشحنات المخزّنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته $0.22\ \mu F$، إذا كان البعد بين لوحيه $1.2\ cm$، والمجال الكهربائي بينهما $2400\ N/C$؟

$$q = C\Delta V = CEd$$
$$= (2.2\times10^{-7}\ F)(2400\ N/C)(1.2\times10^{-2}\ m)$$
$$= 6.3\ \mu C$$

86. يبين **الشكل 25–2** كرتين فلزيتين صغيرتين متماثلتين، البعد بينهما 25 cm، وتحملان شحنتين مختلفتين في النوع، مقدار كل منهما 0.060 μC. فإذا كان فرق الجهد بينهما 300 V فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟



الشكل 25–2

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{6.0\times10^{-8}\ \text{C}}{300\ \text{V}} = 2\times10^{-10}\ \text{F}$$

ارجع إلى المكثف الموضح في ***الشكل 26–2*** *عند حل المسائل* ***87–90:***

87. إذا شُحن هذا المكثف حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه 120 V فما مقدار الشحنة المخزّنة فيه؟

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$
$$q = C\Delta V$$
$$= (4.7\times10^{-8}\ \text{F})(120\ \text{V})$$
$$= 5.6\times10^{-6}\ \text{C} = 5.6\ \mu\text{C}$$

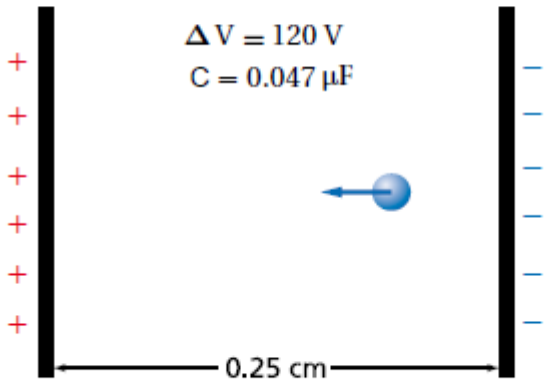
88. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف؟

$$\Delta V = Ed$$
$$E = \frac{\Delta V}{d}$$
$$= \frac{120\ \text{V}}{2.5\times10^{-3}\ \text{m}} = 4.8\times10^{4}\ \text{V/m}$$

89. إذا وضع إلكترون بين لوحي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$E = \frac{F}{q}$$
$$F = Eq$$
$$= (4.8\times10^{4}\ \text{V/m})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})$$
$$= 7.7\times10^{-15}\ \text{N}$$

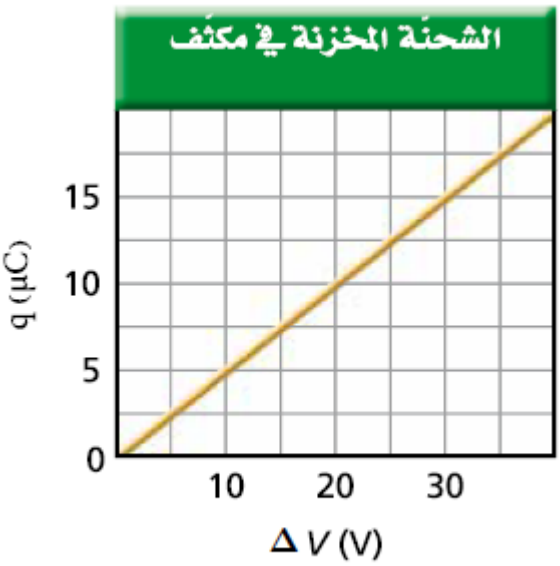
90. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إ
مقدارها 0.010 μC بين لوحي المكثف عندما
فرق الجهد بينهما 120 V؟



الشكل 26–2

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$
$$W = q\Delta V$$
$$= (1.0\times10^{-8}\ \text{C})(120\ \text{V}) = 1.2\times10^{-6}\ \text{J}$$

ارجع إلى الرسم البياني الموضح في الشكل 27–2، والذي يمثل الشحنة المخزّنة في مكثف في أثناء زيادة فرق الجهد عليه، عند حل المسائل 95–91:



الشكل 27–2

91. ماذا يمثّل ميل الخط الموضّح على الرسم البياني؟

السعة الكهربائية للمكثف

92. ما سعة المكثف الممثّل في هذا الشكل؟

C= الميل =0.50 μF

93. ماذا تمثّل المساحة تحت الخط البياني؟

يُبذل شغل لشحن المكثف.

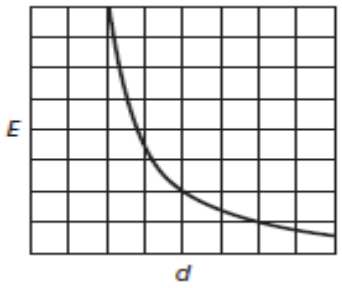
94. ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه 25 V؟

$$W = \text{area} = \frac{1}{2}bh$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(25\ \text{V})(12.5\ \mu\text{C})$$
$$= 160\ \mu\text{J}$$

95. لماذا لا يساوي الشغل الناتج في المسألة السابقة المقدار $q\Delta V$؟

لا يكون فرق الجهد ثابتًا في أثناء شحن المكثف، لذا يجب حساب المساحة تحت المنحنى البياني لإيجاد الشغل، وليس فقط حسابات ضرب بسيطة.

96. مثّل بيانيًّا شدة المجال الكهربائي الناشئ بالقرب من شحنة نقطية موجبة، على شكل دالة رياضية في البعد عنها.



97. أين يكون المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية صفرًا؟

لا يوجد مكان، أو عند مسافة لا نهائية من الشحنة النقطية.

98. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد 0 m من شحنة نقطية؟ هل هناك شيء يشبه الشحنة النقطية تمامًا؟

لا نهائي. لا.

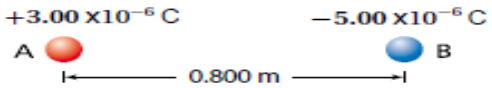
التفكير الناقد

99. **تطبيق المفاهيم** على الرغم من تصميم قضيب مانعة الصواعق ليوصل الشحنات بأمان إلى الأرض، إلا أن هدفه الرئيس هو منع ضربة الصاعقة في المقام الأول، فكيف تعمل مانعة الصواعق ذلك؟

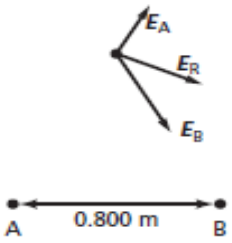
99. إن النقطة الحادة عند نهاية القضيب تُسرِّب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكُمِها فرق جهد يكون كافيًا لحدوث ضربة صاعقة البرق.

100. **حلّل واستنتج** وُضِعت الكرتان الصغيرتان A وB على محور x، كما هو موضح في **الشكل 28–2**. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي $3.00\times10^{-6}\ C$، والكرة B تبعد مسافة مقدارها 0.800 m عن يمين الكرة A، وتحمل شحنة مقدارها $-5.00\times10^{-6}\ C$ فما شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة فوق

المحور x، بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A و B؟



الشكل 2—28



Now do the math:

$$E_A = \frac{F_A}{q'} = \frac{Kq_A}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.00\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.800\ \text{m})^2} = 4.22\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_B = \frac{F_B}{q'} = \frac{Kq_B}{d^2} = \frac{(9.0\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(5.00\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.800\ \text{m})^2} = 7.03\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Ax} = E_A \cos 60.0° = (4.22\times10^4\ \text{N/C})(\cos 60.0°) = 2.11\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Ay} = E_A \sin 60.0° = (4.22\times10^4\ \text{N/C})(\sin 60.0°) = 3.65\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{Bx} = E_B \cos(-60.0°) = (7.03\times10^4\ \text{N/C})(\cos -60.0°) = 3.52\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_{By} = E_B \sin(-60.0°) = (7.03\times10^4\ \text{N/C})(\sin -60.0°) = -6.09\times10^4\ \text{N/}$$

$$E_x = E_{Ax} + E_{Bx} = (2.11\times10^4\ \text{N/C}) + (3.52\times10^4\ \text{N/C}) = 5.63\times10^4\ \text{N/C}$$

$$E_y = E_{Ay} + E_{By} = (3.65\times10^4\ \text{N/C}) + (-6.09\times10^4\ \text{N/C}) = -2.44\times10^4\ \text{I}$$

$$E_R = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 6.14\times10^4\ \text{N/C}$$

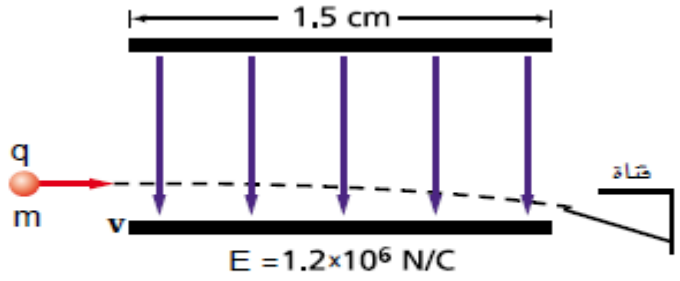
$$\tan\theta = \frac{E_y}{E_x}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{-2.44\times10^4\ \text{N/C}}{5.63\times10^4\ \text{N/C}}\right)$$

$$= -23.4°$$

101. حلّل واستنتج في طابعة نفث الحبر، تُعطى قطرات الحبر كمية معيّنة من الشحنة قبل أن تتحرك بين لوحين كبيرين متوازيين، الهدف منهما توجيه الشحنات بحيث يتم إيقافها لتتحرك في قناة، لكي لا تصل إلى الورقة، كما هو موضّح في الشكل **19–2**. ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm، ويتولّد بينهما مجال كهربائي مقداره $1.2\times10^{6}\ \text{N/C}$. فإذا تحركت قطرات حبر، كتلة كلٍّ منها 0.10 ng، وشحنتها $1.0\times10^{-16}\ \text{C}$، أفقيًّا بسرعة 15 m/s في اتجاه موازٍ للوحين، كما في الشكل، فما مقدار الإزاحة الرأسية للقطرات لحظة مغادرتها اللوحين؟ لمساعدتك على إجابة السؤال أجب عن الأسئلة التالية:



الشكل **2–29**

a. ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

$$F = Eq$$
$$= (1.0\times10^{-16}\ \text{C})(1.2\times10^{6}\ \text{N/C})$$
$$= 1.2\times10^{-10}\ \text{N}$$

b. ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.2\times10^{-10}\ \text{N}}{1.0\times10^{-13}\ \text{kg}} = 1.2\times10^{3}\ \text{m/s}^2$$

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = \frac{L}{v} = \frac{1.5\times10^{-2}\ \text{m}}{15\ \text{m/s}} = 1.0\times10^{-3}\ \text{s}$$

d. ما إزاحة القطرات؟

$$y = \frac{1}{2}at^2$$
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(1.2\times10^3\ \text{m/s}^2)(1.0\times10^{-3}\ \text{s})^2$$
$$= 6.0\times10^{-4}\ \text{m} = 0.60\ \text{mm}$$

102. تطبيق المفاهيم افترض أن القمر يحمل شحنة محصلة (صافية) تساوي q−، وأن الأرض تحمل شحنة محصلة (صافية) تساوي q 10+، ما مقدار الشحنة q التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟

$$q = \sqrt{\frac{Gm_Em_M}{10K}}$$
$$= \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(6.00\times10^{24}\ \text{kg})(7.31\times10^{22}\ \text{kg})}{(10)(9.0\times10^3\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}}$$
$$= 1.8\times10^{13}\text{C}$$

مراجعة تراكمية

104. إذا كانت القوة بين شحنتين Q و q تساوي F عندما كانت المسافة بينهما r، فما مقدار القوة الجديدة التي تنتج في كل حالة من الحالات التالية:

a. مضاعفة r ثلاث مرات.

b. مضاعفة Q ثلاث مرات.

c. مضاعفة كل من r، وQ ثلاث مرات.

d. مضاعفة كل من r، وQ مرتين.

e. مضاعفة كل من r، وQ، وq ثلاث مرات.

104. a. $F/9$

b. $3F$

c. $F/3$

d. $F/2$

e. F