

## مسائل تدريبية

## 1-2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها (صفحة 35-42)

صفحة 38-39

1. يؤثر مجال كهربائي بقوة مقدارها  $2.0 \times 10^{-4} \text{ N}$  في شحنة اختبار موجبة مقدارها  $5.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ . ما مقدار المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2.0 \times 10^{-4} \text{ N}}{5.0 \times 10^{-6} \text{ C}} = 4.0 \times 10^4 \text{ N/C}$$

2. وُضعت شحنة سالبة مقدارها  $2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  في مجال كهربائي، فتأثرت بقوة مقدارها  $0.060 \text{ N}$  في اتجاه اليمين. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.060 \text{ N}}{2.0 \times 10^{-8} \text{ C}} = 3.0 \times 10^6 \text{ N/C}$$

باتجاه اليسار

3. وُضعت شحنة موجبة مقدارها  $3.0 \times 10^{-7} \text{ C}$  في مجال كهربائي شدته  $27 \text{ N/C}$  يتجه إلى الجنوب. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

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

$$F = Eq = (27 \text{ N/C})(3.0 \times 10^{-7} \text{ C})$$

$$= 8.1 \times 10^{-6} \text{ N}$$

4. وُضعت كرة بيلسان وزنها  $2.1 \times 10^{-3} \text{ N}$  في مجال كهربائي شدته  $6.5 \times 10^4 \text{ C/N}$ ، يتجه رأسياً إلى أسفل. ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع على الكرة، بحيث توازن القوة الكهربائية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية، وتبقى الكرة معلقة في المجال؟

بما أن الكرة معلقة في المجال أي لا تتحرك؛ فإن المجموع الجبري للقوة الكهربائية وقوة الجاذبية الأرضية يساوي صفراً.

$$F_g + F_e = 0,$$

$$F_e = -F_g \text{ أي}$$

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

$$q = \frac{F_e}{E} = -\frac{F_g}{E} = -\frac{2.1 \times 10^{-3} \text{ N}}{6.5 \times 10^4 \text{ N/C}}$$

$$= -3.2 \times 10^{-8} \text{ C}$$

وبما أن القوة الكهربائية إلى أعلى (عكس المجال الكهربائي) لذا؛ فالشحنة سالبة.

## تابع الفصل 2

9. إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على بُعد 0.25 m من كرة صغيرة مشحونة يساوي 450 N/C ويتجه نحو الكرة، فما مقدار ونوع شحنة الكرة؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$q = \frac{Er^2}{K}$$

$$= \frac{(450 \text{ N/C})(0.25 \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)} = 3.1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

الشحنة سالبة ؛ لأن المجال يتجه نحوها.

10. على أي بُعد من شحنة نقطية مقدارها  $2.4 \times 10^{-6} \text{ C}$  يجب وضع شحنة اختبار للحصول على مجال كهربائي شدته 360 N/C؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{Kq}{E}}$$

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.4 \times 10^{-6} \text{ C})}{360 \text{ N/C}}$$

$$= 7.7 \text{ m}$$

## مراجعة القسم

### 1-2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

(صفحة 42-35)

صفحة 44

11. قياس المجالات الكهربائية افترض أنه طلب إليك قياس المجال الكهربائي في مكان أو فضاء معين، فكيف تستكشف وجود المجال عند نقطة معينة في ذلك الفضاء؟ وكيف تحدد مقدار المجال؟ وكيف تختار مقدار شحنة الاختبار؟ وكيف تحدد اتجاه المجال؟

يمكنك استكشاف المجال بوضع شحنة اختبار عند تلك النقطة، ثم تحدد ما إذا كانت هناك قوة تؤثر فيها. ولحساب مقدار المجال قسم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. أما عن اختيار مقدار شحنة الاختبار فعليك مراعاة أن يكون مقدارها صغير جداً مقارنة بمقادير الشحنات التي تولد المجال. بعد ذلك حدد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار وذلك لتحديد اتجاه المجال.

5. يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع. فیرسم أولاً المجال بشحنة اختبار مقدارها  $1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ، ثم يركز عمله بشحنة اختبار أخرى مقدارها  $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ .

a. هل يحصل زيد على القوى نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك. لا، ستكون القوة المؤثرة في الشحنة  $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  ضعفي القوة المؤثرة في الشحنة  $1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ .

b. هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك. نعم، لأنه سيقسم القوة على مقدار شحنة الاختبار، والنتيجة ستكون نفسها.

6. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 1.2 m عن شحنة نقطية مقدارها  $4.2 \times 10^{-6} \text{ C}$ ؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$= (9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(4.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1.2 \text{ m})^2}$$

$$= 2.6 \times 10^4 \text{ N/C}$$

7. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع على بُعد يساوي ضعف البعد عن الشحنة النقطية الواردة في المسألة السابقة؟

لأن شدة المجال الكهربائي تتناسب عكسياً مع مربع البعد عن الشحنة النقطية، فإن شدة المجال الجديدة تساوي  $\frac{1}{4}$  شدة المجال الأصلي أي  $6.5 \times 10^3 \text{ N/C}$ .

8. ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 1.6 m إلى الشرق من شحنة نقطية مقدارها  $7.2 \times 10^{-6} \text{ C}$ ؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$= (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1.6 \text{ m})^2}$$

$$= 2.5 \times 10^4 \text{ N/C}$$

ويكون اتجاه المجال الكهربائي نحو الشرق أي بعيداً عن الشحنة النقطية الموجبة.

## تابع الفصل 2

17. إذا كانت قراءة فولتمتر متصل بلوحيين متوازيين مشحونين 400 V، عندما كانت المسافة بينهما 0.020 m، فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{400 \text{ V}}{0.020 \text{ m}} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

18. عندما طُبِّق فرق جهد كهربائي مقداره 125 V على لوحين متوازيين، تولد بينهما مجال كهربائي مقداره  $4.25 \times 10^3 \text{ N/C}$ . ما البعد بين اللوحين؟

$$\Delta V = Ed$$

$$d = \frac{\Delta V}{E} = \frac{125 \text{ V}}{4.25 \times 10^3 \text{ N/C}} = 2.94 \times 10^{-2} \text{ m}$$

19. ما الشغل المبذول لتحريك شحنة 3.0 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 1.5 V؟

$$W = q\Delta V = (3.0 \text{ C})(1.5 \text{ V}) = 4.5 \text{ J}$$

20. يمكن لبطارية سيارة جهدها 12 V ومشحونة بصورة كاملة أن تخزن شحنة مقدارها  $1.44 \times 10^6 \text{ C}$ . ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها؟

$$W = q\Delta V = (1.44 \times 10^6 \text{ C})(12 \text{ V})$$

$$= 1.7 \times 10^7 \text{ J}$$

21. يتحرك إلكترون خلال أنبوب الأشعة المهبطية لتلفاز، فتعرض لفرق جهد مقداره 18000 V. ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون عند عبوره لفرق الجهد هذا؟

$$W = q\Delta V = (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.8 \times 10^4 \text{ V})$$

$$= 2.9 \times 10^{-15} \text{ J}$$

22. إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مسارع جسيمات يساوي  $4.5 \times 10^5 \text{ N/C}$ ، فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة 25 cm خلال هذا المجال؟

$$W = q\Delta V = qEd$$

$$= (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(4.5 \times 10^5 \text{ N/C})(0.25 \text{ m})$$

$$= 1.8 \times 10^{-14} \text{ J}$$

12. شدة المجال واتجاهه تؤثر قوة كهربائية مقدارها  $1.50 \times 10^{-3} \text{ N}$  في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها  $2.40 \times 10^{-8} \text{ C}$ ، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1.50 \times 10^{-3} \text{ N}}{2.40 \times 10^{-8} \text{ C}}$$

$$= 6.25 \times 10^4 \text{ N/C} \text{ في اتجاه الشرق}$$

13. خطوط المجال الكهربائي في الشكل 4-2، هل يمكنك تحديد أيّ الشحنتين موجبة، وأيّهما سالبة؟ ماذا تضيف لإكمال خطوط المجال؟

لا. يجب أن يكون لخطوط المجال رؤوس أسهم تشير إلى اتجاهها، حيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة إلى الشحنة السالبة.

14. المجال مقابل القوة كيف يختلف تأثير المجال الكهربائي E في شحنة اختبار عن تأثير القوة F في شحنة الاختبار نفسها؟

يعد المجال خاصية لتلك المنطقة من الفضاء، ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه. بينما تعتمد القوة الكهربائية على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

15. التفكير الناقد افترض أن الشحنة العلوية في الشكل 2-2c هي شحنة اختبار موضوعة في ذلك المكان؛ لقياس محصلة المجال الناشئ عن الشحنتين السالبتين. هل الشحنة صغيرة بدرجة كافية للقيام بعملية القياس بدقة؟ وضح إجابتك.

لا. هذه الشحنة كبيرة بمقدار كافٍ لتوليد مجال كهربائي قادر على تشويه المجال الناتج عن الشحنتين الأخريين.

## مسائل تدريبية

2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (43-55) صفحة 49

16. شدة المجال الكهربائي بين لوحين فلزيين واسعين متوازيين ومشحونين  $6000 \text{ N/C}$ ، والمسافة بينهما 0.05 m. احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed = (6000 \text{ N/C})(0.05 \text{ m})$$

$$= 300 \text{ J/C} = 3 \times 10^2 \text{ V}$$

27. مكثف كهربائي سعته  $27 \mu F$  وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه  $45 V$ . ما مقدار شحنة المكثف؟

$$q = C\Delta V = (27 \times 10^{-6} F)(45 V) \\ = 1.2 \times 10^{-3} C$$

28. مكثفان، سعة الأول  $3.3 \mu F$ ، وسعة الآخر  $6.8 \mu F$ ، إذا وصل كل منهما بفرق جهد  $24 V$  فأَي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها؟

$$q = C\Delta V \\ \text{المكثف الذي سعته أكبر تكون شحنته أكبر.}$$

$$q = (6.8 \times 10^{-6} F)(24 V) = 1.6 \times 10^{-4} C$$

29. إذا شحن كل من المكثفين في المسألة السابقة بشحنة مقدارها  $3.5 \times 10^{-4} C$  فأَي المكثفين له فرق جهد كهربائي أكبر بين طرفيه؟ وما مقداره؟

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

المكثف الذي سعته أصغر، يكون له جهد أكبر.

$$\Delta V = \frac{3.5 \times 10^{-4} C}{3.3 \times 10^{-6} F} = 1.1 \times 10^2 V$$

30. شحن مكثف كهربائي سعته  $2.2 \mu F$  حتى أصبح فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه  $6.0 V$ ، ما مقدار الشحنة الإضافية التي يتطلبها رفع فرق الجهد بين طرفيه إلى  $15.0 V$ ؟

$$q = C\Delta V \\ \Delta q = C(\Delta V_2 - \Delta V_1)$$

$$= (2.2 \times 10^{-6} F)(15.0 V - 6.0 V)$$

$$= 2.0 \times 10^{-5} C$$

31. عند إضافة شحنة مقدارها  $2.5 \times 10^{-5} C$  إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من  $12.0 V$  إلى  $14.5 V$ ، احسب مقدار سعة المكثف.

$$C = \frac{q}{\Delta V_2 - \Delta V_1} = \frac{2.5 \times 10^{-5} C}{14.5 V - 12.0 V} \\ = 1.0 \times 10^{-5} F$$

23. تسقط قطرة زيت في جهاز مليكان دون وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصِف القوى المؤثرة فيها.

قوة الجاذبية الأرضية (الوزن) في اتجاه الأسفل، وقوة الاحتكاك مع الهواء في اتجاه الأعلى. وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة تكون القوتان متساويتان في المقدار.

24. إذا عُلقَت قطرة زيت وزنها  $1.9 \times 10^{-15} N$  في مجال كهربائي مقداره  $6.0 \times 10^3 N/C$  فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد فائض الإلكترونات التي تحملها القطرة؟

$$F_g = Eq$$

$$q = \frac{F_g}{E} = \frac{1.9 \times 10^{-15} N}{6.0 \times 10^3 N/C}$$

$$= 3.2 \times 10^{-19} C$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2 \times 10^{-19} C}{1.60 \times 10^{-19} C} = 2 \bar{e}$$

25. تحمل قطرة زيت وزنها  $6.4 \times 10^{-15} N$  إلكترونًا فائضًا واحدًا. ما مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة ومنعها من الحركة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{6.4 \times 10^{-15} m}{1.60 \times 10^{-19} C} = 4.0 \times 10^4 N/C$$

26. عُلقَت قطرة زيت مشحونة بشحنة موجبة وزنها  $1.2 \times 10^{-14} N$  بين لوحين متوازيين البعد بينهما  $0.64 cm$ . إذا كان فرق الجهد بين اللوحين  $240 V$ ، فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد الإلكترونات التي فقدتها ليكون لها هذه الشحنة؟

$$E = \frac{\Delta V}{r} = \frac{240 V}{6.4 \times 10^{-3} m} = 3.8 \times 10^4 N/C$$

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

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.2 \times 10^{-14} N}{3.8 \times 10^4 N/C}$$

$$= 3.2 \times 10^{-19} C$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2 \times 10^{-19} C}{1.60 \times 10^{-19} C} = 2 \bar{e}$$

مراجعة القسم

2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (43-55)

صفحة 55

ستكون شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة، ولكن سيكون لهما النوع نفسه.

38. التفكير الناقد بالرجوع إلى الشكل 3a-2، وضح كيف تستمر الشحنات في التراكم على القبة الفلزية لمولّد فان دي جراف، ولماذا لا تتناثر الشحنات لتعود إلى الحزام عند النقطة B؟

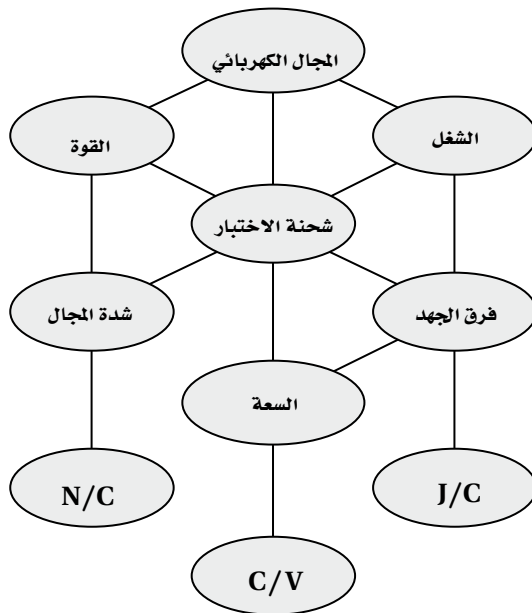
لا تولّد الشحنات الموجودة على القبة الفلزية مجالاً كهربائياً داخلها، بل تنتقل الشحنات فوراً من الحزام إلى السطح الخارجي للقبة، حيث لا يكون لها تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل إلى النقطة B.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 60

39. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: السعة، شدة المجال، J/C، الشغل.



إتقان المفاهيم

صفحة 60

40. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟ يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيراً جداً مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولّد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

32. فرق الجهد الكهربائي ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي؟

تتغير طاقة الوضع الكهربائية عندما يُبدّل شغل لنقل شحنة في مجال كهربائي، كما أنها تعتمد على كمية الشحنة المنقولة. أما فرق الجهد الكهربائي فهو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات في مجال كهربائي، وهو لا يعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

33. المجال الكهربائي وفرق الجهد يبيّن أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.

$$V/m = J/C \cdot m = N \cdot m/C \cdot m = N/C$$

34. تجربة مليكان عندما تتغير شحنة قطرة الزيت المعلقة داخل جهاز مليكان تبدأ القطرة في السقوط. كيف يجب تغيير فرق الجهد بين اللوحين لجعل القطرة تعود إلى الاتزان من جديد؟ يجب زيادة فرق الجهد.

35. الشحنة وفرق الجهد إذا كان التغير في فرق الجهد الكهربائي في المسألة السابقة لا يؤثر في القطرة الساقطة فعلام يدل ذلك بشأن الشحنة الجديدة على القطرة؟ يدل على أن القطرة متعادلة كهربائياً.

36. السعة الكهربائية ما مقدار الشحنة المختزنة في مكثف سعته  $0.47 \mu F$  عندما يُطبّق عليه فرق جهد مقداره  $12 V$ ؟

$$q = C\Delta V = (4.7 \times 10^{-7} F)(12 V) = 5.6 \times 10^{-6} C$$

37. توزيع الشحنات عند ملامسة كرة موصلة صغيرة مشحونة بشحنة سالبة لكرة موصلة كبيرة مشحونة بشحنة موجبة، ماذا يمكن القول عن:

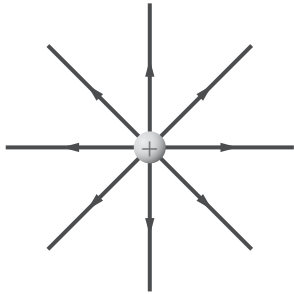
a. جهد كل من الكرتين.

سيكون جهدا الكرتين متساويًا.

b. شحنة كل من الكرتين.

## تابع الفصل 2

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



الشكل 15-2 ■

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؟

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

46. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام الدولي للوحدات SI؟ وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية هي الجول، ووحدة قياس فرق الجهد الكهربائي هو الفولت.

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

الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية  $\Delta PE$  الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار  $q$  مسافة  $r$  مقدارها  $1\text{ m}$  في مجال كهربائي  $E$  مقداره  $1\text{ N/C}$ .

$$\Delta V = \frac{\Delta PE}{q} = Er$$

48. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟ لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعدّ جسمًا ضخماً جداً.

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

لأن الطاولة مادة عازلة، أو على الأقل موصل رديء جداً.

41. كيف يحدّد اتجاه المجال الكهربائي؟

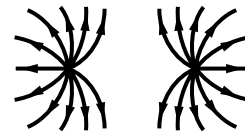
اتجاه المجال هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في المجال. وبهذا تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة.

42. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟

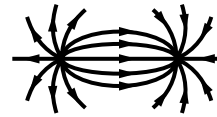
خطوط القوى الكهربائية

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

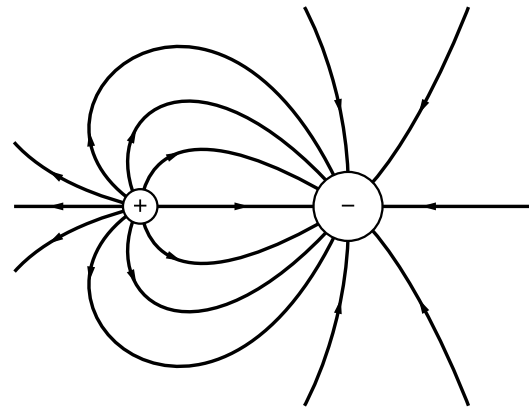
a. شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.



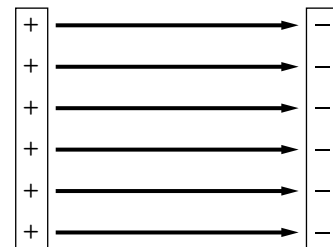
b. شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.



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

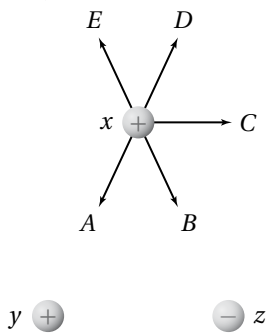


d. لوحين متوازيين مختلفين في الشحنة.



## تابع الفصل 2

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



الشكل 17-2 ■

ستسلك الكرة  $x$  المسار  $C$ ؛ لأنها ستتأثر بالقوتين الموضّحتين بالمتجهين  $B$  و  $D$ ، ومحصلتهما هي المتجه  $C$ .

56. ما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بدلالة  $m$ ،  $kg$ ، و  $s$ ، و  $C$ ؟

$$V = \frac{J}{C} = \frac{N \cdot m}{C} = \left( \frac{kg \cdot m}{s^2} \right) \left( \frac{m}{C} \right) = kg \cdot m^2 / s^2 \cdot C$$

57. كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟ تكون متوازية، وتفصلها مسافات متساوية

58. تجربة قطرة الزيت لمليكان يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات زيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضّح إجابتك. يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء؛ فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر؛ لذا تكون سرعتها الحدية أكبر.

50. شُحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق. يكون تركيز الشحنة عند الزوايا أكبر من تركيزها على جوانب الصندوق.

51. أجهزة الحاسوب لماذا توضع الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية - كتلك الموضحة في الشكل 16-2 - داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟



الشكل 16-2 ■

لأن الصندوق الفلزي يحمي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا تنفذ إلى داخل الموصل الأجوف.

## تطبيق المفاهيم

صفحة 60-61

52. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟ لا يحدث شيء؛ لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل إلى النصف، أي أن النسبة  $\frac{F}{q}$  والمجال الكهربائي تبقى هي نفسها.

53. هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد؟ تتناسب الطاقة طردياً مع القوة، وتتناسب القوة طردياً مع المجال الكهربائي، لذا يلزم طاقة أكبر.

54. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية لجسم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يُطلق الجسم ليصبح حرّاً الحركة؟ ستتحول طاقة الوضع الكهربائية للجسم إلى طاقة حركية له.

## تابع الفصل 2

### إتقان حل المسائل

#### 2-1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

صفحة 62-61

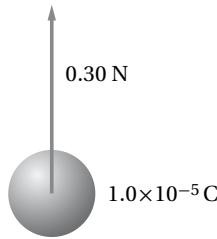
شحنة الإلكترون تساوي  $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، استخدم هذه القيمة حيث يلزم.

63. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها  $1.4 \times 10^{-8} \text{ N}$  عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها  $5.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}$ ؟

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

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.4 \times 10^{-8} \text{ N}}{5.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ C}$$

64. يوضح الشكل 19-2 شحنة موجبة مقدارها  $1.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ ، تتعرض لقوة  $0.30 \text{ N}$ ، عند وضعها عند نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة؟



الشكل 19-2

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.30 \text{ N}}{1.0 \times 10^{-5} \text{ C}} = 3.0 \times 10^4 \text{ N/C}$$

وفي اتجاه القوة الكهربائية نفسها (إلى أعلى)

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

a. ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟ اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم يكون إلى أعلى.

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

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

$$F = qE = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(150 \text{ N/C})$$

$$= 2.4 \times 10^{-17} \text{ N}$$

في اتجاه الأعلى  $F = 2.4 \times 10^{-17} \text{ N}$

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

a. هل يمكنك استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟ لا. قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

b. أي خصائص قطرتي الزيت نسبها متساوية؟

نسبة الشحنة إلى الكتلة  $\frac{q}{m}$  أو نسبة الكتلة إلى الشحنة  $\frac{m}{q}$ .

60. يقف زيد وأخته ليلي على سطح مستو معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضح في الشكل 18-2. إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد أكبر من ليلي فمن منهما يكون له كمية أكبر من الشحنات، أم سيكون لهما المقدار نفسه من الشحنات؟



الشكل 18-2

يملك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيملك كمية أكبر من الشحنة.

61. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم  $1 \text{ cm}$  و  $10 \text{ cm}$  فأيهما له سعة أكبر؟

للكرة التي قطرها  $10 \text{ cm}$  سعة كهربائية أكبر؛ لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تُشحن.

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

بتغيير الجهد بين طرفي المكثف.



## تابع الفصل 2

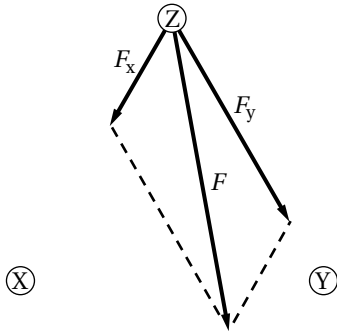
$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (6.0 \times 10^{-6} \text{ C})(50.0 \text{ N/C})$$

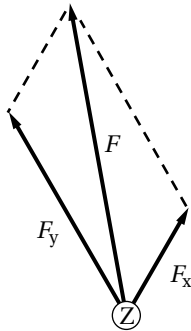
$$= 3.0 \times 10^{-4} \text{ N}$$

68. ثلاث شحنات X و Y و Z يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية. إذا كان مقدار الشحنة X يساوي  $+1.0 \mu\text{C}$ ، ومقدار الشحنة Y يساوي  $+2.0 \mu\text{C}$ ، والشحنة Z صغيرة وسالبة:

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



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



69. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز نتيجة مجال كهربائي مقداره  $1.00 \times 10^5 \text{ N/C}$ . احسب ما يلي:

a. القوة المؤثرة في الإلكترون.

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

$$F = Eq$$

$$= (-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.00 \times 10^5 \text{ N/C})$$

$$= -1.60 \times 10^{-14} \text{ N}$$

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

$$F = mg = (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)$$

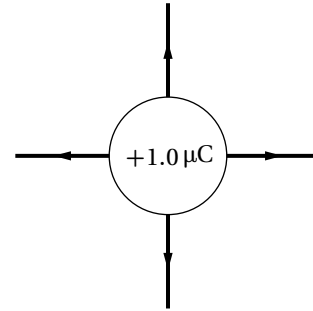
$$= 8.9 \times 10^{-30} \text{ N}$$

$$F = 8.9 \times 10^{-30} \text{ N (إلى أسفل)}$$

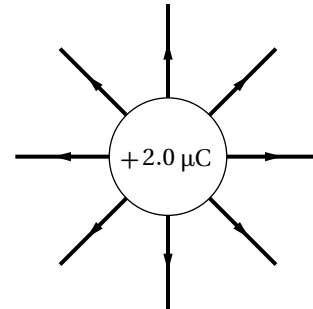
قوة الجاذبية أقل بأكثر من تريليون مرة من القوة الكهربائية.

66. ارسم بدقة الحالات التالية:

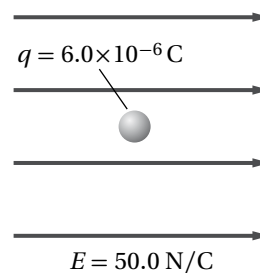
a. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها  $+1.0 \mu\text{C}$ .



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



67. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها  $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  في مجال كهربائي شدته  $50.0 \text{ N/C}$ ، كما هو موضح في الشكل 2-20. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟



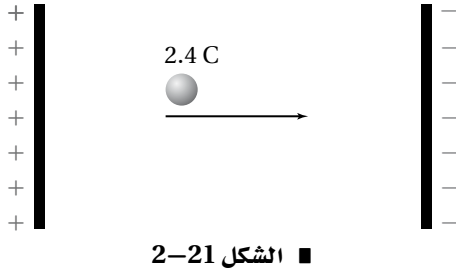
الشكل 2-20 ■

## تابع الفصل 2

### 2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية

صفحة 62-63

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



■ الشكل 2-21

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{120 \text{ J}}{2.4 \text{ C}} = 5.0 \times 10^1 \text{ V}$$

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؟

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

$$q = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1200 \text{ J}}{12 \text{ V}} = 1.0 \times 10^2 \text{ C}$$

75. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين  $1.5 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، والبعد بينهما 0.060 m، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت؟

$$\Delta V = Er$$

$$= (1.5 \times 10^3 \text{ N/C})(0.060 \text{ m})$$

$$= 9.0 \times 10^1 \text{ V}$$

b. تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظماً. اعتبر كتلة الإلكترون  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-1.60 \times 10^{-14} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= -1.76 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

70. أوجد شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها  $8.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ .

$$E = \frac{F}{q'}, F = \frac{Kqq'}{r^2}$$

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

أي:

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0 \times 10^{-7} \text{ C})}{(0.200 \text{ m})^2}$$

$$= 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

71. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتوناً.

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

$$Q = (82 \text{ بروتون}) (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= 1.31 \times 10^{-17} \text{ C}$$

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

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

$$= 1.2 \times 10^{13} \text{ N/C}$$

في اتجاه بعيداً عن النواة

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

$$F = Eq$$

$$= (1.2 \times 10^{13} \text{ N/C})(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= -1.9 \times 10^{-6} \text{ N}$$

في اتجاه النواة

## تابع الفصل 2

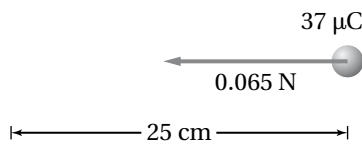
79. ما شحنة مكثف سعته  $15.0 \text{ pF}$  عند توصيله بمصدر جهد  $45.0 \text{ V}$ ؟

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

$$q = C \Delta V = (15.0 \times 10^{-12} \text{ F})(45.0 \text{ V})$$

$$= 6.75 \times 10^{-10} \text{ C}$$

80. إذا لزم قوة مقدارها  $0.065 \text{ N}$  لتحريك شحنة مقدارها  $37 \mu\text{C}$  مسافة  $25 \text{ cm}$  في مجال كهربائي منتظم، كما يوضح الشكل 2-23، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟



الشكل 2-23 ■

$$W = Fr$$

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

$$= \frac{(0.065 \text{ N})(0.25 \text{ m})}{37 \times 10^{-6} \text{ C}}$$

$$= 4.4 \times 10^2 \text{ V}$$

81. آلة التصوير يعبر عن الطاقة المخزنة في مكثف سعته  $C$ ، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه  $\Delta V$  كما يلي:  $W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$ . ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، والتي تظهر في الشكل 2-24. إذا سُحِن مكثف في آلة تصوير مماثلة سعته  $10.0 \mu\text{F}$ ، إلى أن أصبح فرق الجهد عليه  $3.0 \times 10^2 \text{ V}$ ، فما مقدار الطاقة المخزنة في المكثف؟



الشكل 2-24 ■

$$W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

$$= \frac{1}{2} (10.0 \times 10^{-6} \text{ F})(3.0 \times 10^2 \text{ V})^2$$

$$= 0.45 \text{ J}$$

76. تبين قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين  $70.0 \text{ V}$ . فإذا كان البعد بين اللوحين  $0.020 \text{ m}$ ، فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$\Delta V = Er$$

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

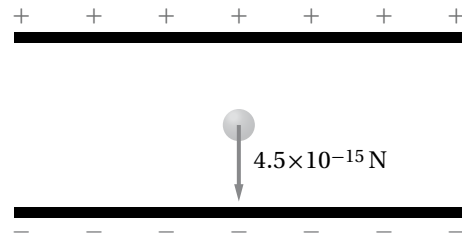
$$= 3500 \text{ N/C}$$

77. يخزن مكثف موصل بمصدر جهد  $45.0 \text{ V}$  شحنة مقدارها  $90.0 \mu\text{C}$ ، ما مقدار سعة المكثف؟

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

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{90.0 \times 10^{-6} \text{ C}}{45.0 \text{ V}} = 2.00 \mu\text{F}$$

78. تم تثبيت قطرة الزيت الموضحة في الشكل 2-22 والمشحونة بشحنة سالبة في مجال كهربائي شدته  $5.6 \times 10^3 \text{ N/C}$ . فإذا كان وزن القطرة  $4.5 \times 10^{-15} \text{ N}$ :



الشكل 2-22 ■

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

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

$$q = \frac{F}{E} = \frac{4.5 \times 10^{-15} \text{ N}}{5.6 \times 10^3 \text{ N/C}}$$

$$= 8.0 \times 10^{-19} \text{ C}$$

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

$$\frac{1 \text{ إلكترون}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} = 5 \text{ إلكترونات} \quad (8.0 \times 10^{-19} \text{ C})$$

## تابع الفصل 2

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

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

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45 \text{ J}}{25 \text{ s}} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ W}$$

b. عند تفريغ شحنة هذا المكثف خلال مصباح الفلاش يفقد طاقته كاملة خلال زمن مقداره  $1.0 \times 10^{-4} \text{ s}$ . أوجد القدرة التي تصل إلى مصباح الفلاش.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45 \text{ J}}{1.0 \times 10^{-4} \text{ s}} = 4.5 \times 10^3 \text{ W}$$

c. ما أكبر قيمة ممكنة للقدرة؟

تناسب القدرة عكسياً 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. وتقدر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ  $61 \times 10^{-3} \text{ F}$  حتى يصل فرق الجهد عليها إلى 10.0 kV.

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

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} C \Delta V^2 \\ &= \left( \frac{1}{2} \right) (61 \times 10^{-3} \text{ F}) (1.00 \times 10^4 \text{ V})^2 \\ &= 3.1 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

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

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3.1 \times 10^6 \text{ J}}{1.0 \times 10^{-8} \text{ s}} = 3.1 \times 10^{14} \text{ W}$$

c. إذا تم شحن المكثفات بواسطة مولّد قدرته 1.0 kW فما الزمن بالثواني اللازم لشحن المكثفات؟

$$t = \frac{W}{P} = \frac{3.1 \times 10^6 \text{ J}}{1.0 \times 10^3 \text{ W}} = 3.1 \times 10^3 \text{ s}$$

## مراجعة عامة

صفحة 63-64

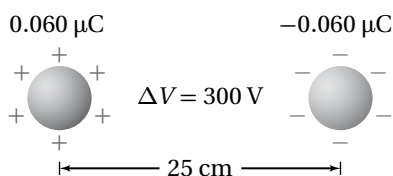
84. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها  $0.25 \mu\text{C}$  بين لوحين متوازيين، البعد بينهما 0.40 cm، إذا كان المجال بين اللوحين 6400 N/C؟

$$\begin{aligned} W &= q \Delta V = qEr \\ &= (2.5 \times 10^{-7} \text{ C}) (6400 \text{ N/C}) (4.0 \times 10^{-3} \text{ m}) \\ &= 6.4 \times 10^{-6} \text{ J} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} q &= C \Delta V = CEr \\ &= (2.2 \times 10^{-7} \text{ F}) (2400 \text{ N/C}) (1.2 \times 10^{-2} \text{ m}) \\ &= 6.3 \mu\text{C} \end{aligned}$$

86. يبين الشكل 2-25 كرتين فلزيّتين صغيرتين متماثلتين، البعد بينهما 25 cm، وتحملان شحنتين مختلفتين في النوع، مقدار كل منهما  $0.060 \mu\text{C}$ . فإذا كان فرق الجهد بينهما 300 V فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟



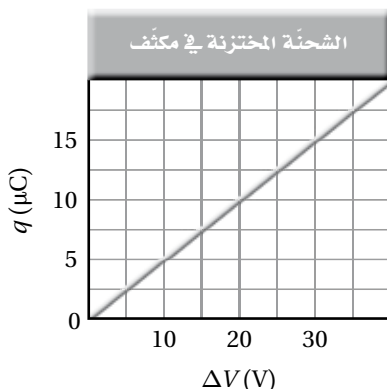
الشكل 2-25 ■

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

## تابع الفصل 2

$$= (1.0 \times 10^{-8} \text{ C})(120 \text{ V}) = 1.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

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



الشكل 2-27 ■

91. ماذا يمثل ميل الخط الموضح على الرسم البياني؟ السعة الكهربائية للمكثف.

92. ما سعة المكثف الممثل في هذا الشكل؟

$$C = \text{الميل} = 0.50 \mu\text{F}$$

93. ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني؟ الشغل المبذول لشحن المكثف.

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

$$W = \frac{1}{2} (\text{الطول} \times \text{العرض}) = \frac{1}{2} (12.5 \mu\text{C})(25 \text{ V})$$

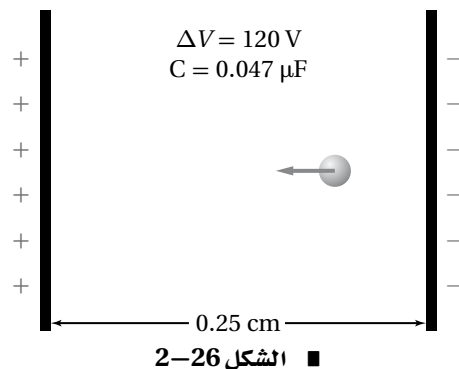
$$= \frac{1}{2} (25 \text{ V})(12.5 \mu\text{C})$$

$$= 160 \mu\text{J}$$

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

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

ارجع إلى المكثف الموضح في الشكل 2-26 عند حل المسائل 87-90.



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

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

$$q = C \Delta V$$

$$= (4.7 \times 10^{-8} \text{ F})(120 \text{ V})$$

$$= 5.6 \times 10^{-6} \text{ C} = 5.6 \mu\text{C}$$

88. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحَي المكثف؟

$$\Delta V = Er$$

$$E = \frac{\Delta V}{r}$$

$$= \frac{120 \text{ V}}{2.5 \times 10^{-3} \text{ m}} = 4.8 \times 10^4 \text{ V/m}$$

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

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

$$F = qE = (4.8 \times 10^4 \text{ V/m})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= 7.7 \times 10^{-15} \text{ N}$$

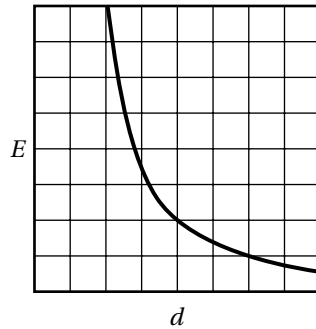
90. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها  $0.010 \mu\text{C}$  بين لوحَي المكثف عندما يكون فرق الجهد بينهما 120 V؟

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

$$W = q \Delta V$$

## تابع الفصل 2

96. مثل بيانيًا 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 لانهائية 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.

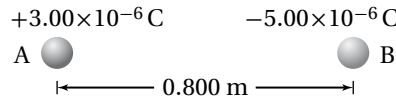
### التفكير الناقد

صفحة 64-65

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؟  
إن النقطة الحادة عند نهاية القضيب تُسَرِّب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكمها فرق جهد يكون كافيًا لحدوث ضربة صاعقة البرق.

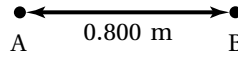
## تابع الفصل 2

100. حلل واستنتج ووضعت الكرتان الصغيرتان A و B على محور x، كما هو موضح في الشكل 28-2. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي  $3.00 \times 10^{-6} \text{ C}$ ، والكرة B تبعد مسافة مقدارها 0.800 m عن يمين الكرة A، وتحمل شحنة مقدارها  $-5.00 \times 10^{-6} \text{ C}$  فما شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة فوق المحور x، بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A و B؟



الشكل 28-2 ■

تُرسَم الكرات التي تمثل الشحنات وكذلك المتجهات التي تمثل المجال الكهربائي للشحنات عند النقطة المحددة.



$$E_A = \frac{F_A}{q'} = \frac{Kq_A}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.00 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.800 \text{ m})^2} = 4.22 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_B = \frac{F_B}{q'} = \frac{Kq_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(5.00 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.800 \text{ m})^2} = 7.03 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Ax} = E_A \cos 60.0^\circ = (4.22 \times 10^4 \text{ N/C})(\cos 60.0^\circ) = 2.11 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Ay} = E_A \sin 60.0^\circ = (4.22 \times 10^4 \text{ N/C})(\sin 60.0^\circ) = 3.65 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Bx} = E_B \cos (-60.0^\circ) = (7.03 \times 10^4 \text{ N/C})(\cos -60.0^\circ) = 3.52 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{By} = E_B \sin (-60.0^\circ) = (7.03 \times 10^4 \text{ N/C})(\sin -60.0^\circ) = -6.09 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_x = E_{Ax} + E_{Bx} = (2.11 \times 10^4 \text{ N/C}) + (3.52 \times 10^4 \text{ N/C}) = 5.63 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_y = E_{Ay} + E_{By} = (3.65 \times 10^4 \text{ N/C}) + (-6.09 \times 10^4 \text{ N/C}) = -2.44 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_R = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 6.14 \times 10^4 \text{ N/C}$$

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

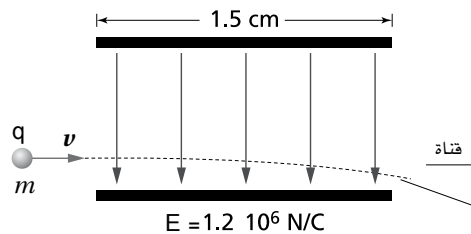
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{-2.44 \times 10^4 \text{ N/C}}{5.63 \times 10^4 \text{ N/C}}\right)$$

$$= -23.4^\circ$$

## تابع الفصل 2

101. حلل واستنتج في طباعة نفث الحبر، تُعطى قطرات الحبر كمية معينة 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 موضح في الشكل 2-29. ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm، ويتولد بينهما مجال كهربائي مقداره  $1.2 \times 10^6 \text{ N/C}$ . فإذا تحركت قطرات حبر، كتلة كل منها 0.10 ng، وشحنتها  $1.0 \times 10^{-16} \text{ C}$ ، أفقيًا بسرعة 15 m/s في اتجاه مواز 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؟

$$F = Eq$$

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

$$= 1.2 \times 10^{-10} \text{ N}$$

b. ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

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

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = \frac{L}{v} = \frac{1.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{15 \text{ m/s}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ s}$$

d. ما إزاحة القطرات؟

$$y = \frac{1}{2} at^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(1.2 \times 10^3 \text{ m/s}^2)(1.0 \times 10^{-3} \text{ s})^2$$

$$= 6.0 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.60 \text{ mm}$$



## تابع الفصل 2

102. تطبيق المفاهيم افترض أن القمر يحمل شحنة فائضة تساوي  $-q$ ، وأن الأرض تحمل شحنة فائضة تساوي  $+10q$ ، ما مقدار الشحنة  $q$  التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟  
بمساواة العلاقتين الرياضيتين لقوة الجاذبية وقوة كولوم بين الأرض والقمر:

$$F = \frac{Gm_E m_M}{r^2} = \frac{Kq_E q_M}{r^2} = \frac{10Kq^2}{r^2}$$

حيث  $-q$  الشحنة المحصلة (الصافية) التي يحملها القمر و  $q_E$  الشحنة الموجبة المحصلة (الصافية) التي تحملها الأرض وتساوي  $+10q$ .

وبحل المعادلة بالرموز ثم التعويض بالأرقام ينتج:

$$q = \sqrt{\frac{Gm_E m_M}{10K}}$$

$$= \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(6.00 \times 10^{24} \text{ kg})(7.31 \times 10^{22} \text{ kg})}{(10)(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}}$$

$$= 1.8 \times 10^{13} \text{ C}$$

## الكتابة في الفيزياء

صفحة 65

103. اختر اسمًا لوحدة كهربائية، مثل: الكولوم، أو الفولت، أو الفاراد، وبحث عن حياة وعمل العالم الذي سُميت باسمه. واكتب مقالة موجزة عن هذا العالم على أن تتضمن المقالة مناقشة العمل الذي برز إطلاق اسمه على تلك الوحدة.  
ستختلف إجابات الطلاب، بعض الأمثلة من العلماء الذين يمكن أن يختارهم الطلاب: فونتا، أو كولوم، أو أوم، أو أمبير.

## مراجعة تراكمية

صفحة 65

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.

$$\frac{F}{9}$$

b. مضاعفة  $Q$  ثلاث مرات.

$$3F$$

c. مضاعفة كل من  $r$  و  $Q$  ثلاث مرات.

$$\frac{F}{3}$$

d. مضاعفة كل من  $r$  و  $Q$  مرتين.

$$\frac{F}{2}$$

e. مضاعفة كل من  $r$  و  $Q$ ، و  $q$  ثلاث مرات.

$$F$$

## تابع الفصل 2

### مسألة التحفيز

صفحة 55

يجذب لوحا مكثف كهربائي أحدهما الآخر لأنها يحملان شحنتين مختلفتين، فإذا كانت المسافة بين لوحين متوازيين  $r$ ، وسعته الكهربائية  $C$  فأجب عما يلي:



1. اشتق علاقة للقوة الكهربائية بين اللوحين عندما يكون للمكثف شحنة مقدارها  $q$ .

$$F = Eq, E = \frac{\Delta V}{r}, \Delta V = \frac{q}{C} \text{ بما أن:}$$

$$F = Eq = \left(\frac{\Delta V}{r}\right)q = \left(\frac{q}{Cr}\right)q = \frac{q^2}{Cr} \quad \text{أي:}$$

2. ما مقدار الشحنة التي يجب أن تخزن في مكثف سعته  $22 \mu F$ ، والمسافة بين لوحيه  $1.5 \text{ mm}$  لتكون القوة بين لوحيه  $2.0 \text{ N}$ ؟

$$F = \frac{q^2}{Cr} \text{ بما أن:}$$

$$q = \sqrt{FCr} \quad \text{أي:}$$

$$= \sqrt{(2.0 \text{ N})(2.2 \times 10^{-5} \text{ F})(1.5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 2.6 \times 10^{-4} \text{ C}$$