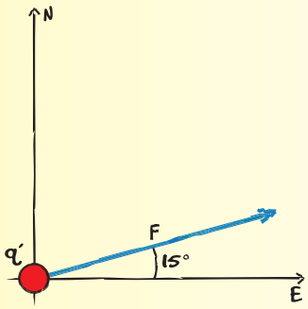
مثال 1

شدة المجال الكهربائي افترض أنك تقيس المجال الكهربائي باستخدام شحنة اختبار موجبة تبلغ 3.0×10^{-6} C. تتعرض شحنة الاختبار هذه إلى قوة تبلغ 0.12 N بزاوية مقدارها 15° شمال الشرق. ما مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهها في موقع شحنة الاختبار؟

1 تحليل المسألة

- ارسم شحنة الاختبار وحددها، q'.
- وضح وحدد النظام الإحداثي القائم على شحنة الاختبار.
- رسم تخطيطي وتحديد القوة الموجهة عند 15° الشمال الشرقي.



معروف	غير معروف
$q' = 3.0\times10^{-6}$ C	$E = ?$
$F = 0.12$ N عند زاوية قدرها 15° ناحية الشمال الشرقي	

2 إيجاد القيمة المجهولة

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

عوّض $F = 0.12$ N, $q' = 3.0\times10^{-6}$ C. ◄

$$= \frac{0.12\text{ N}}{3.0\times10^{-6}\text{ C}}$$

$$= 4.0\times10^{4}\text{ N/C}$$

القوة المؤثرة في شحنة الاختبار والمجال الكهربائي تكون في الاتجاه نفسه.

$E = 4.0\times10^{4}$ N/C at 15° ناحية الشمال الشرقي

3 تقييم الإجابة

- **هل الوحدات صحيحة؟** تُقاس شدة المجال الكهربائي على نحو صحيح بوحدة N/C.
- **هل الاتجاه منطقي؟** اتجاه المجال هو نفسه اتجاه القوة لأن شحنة الاختبار موجبة.
- **هل المقدار واقعي؟** شدة المجال مماثلة لتلك الموجودة في **الشكل 1**.

Almanahj.com/ae

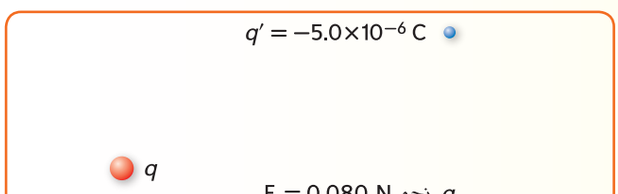
تطبيق

1. شحنة الاختبار الموجبة مقدارها 5.0×10^{-6} C تتأثر بمجال كهربائي يبذل قوة بمقدار 2.0×10^{-4} N عليها. ما مقدار المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار؟
2. شحنة الاختبار السالبة 2.0×10^{-8} C تتعرض لقوة تبلغ 0.060 N على يمين المجال الكهربائي. ما مقدار المجال واتجاهه في ذلك الموقع؟
3. كرة نخاع بيلسان وزنها 2.1×10^{-3} N على كرة نخاع البيلسان واقعة في مجال كهربائي اتجاهه إلى الأسفل مقداره 6.5×10^{4} N/C. ما محصلة الشحنة (مقدارها ونوعها) التي يجب عليك وضعها على كرة البيلسان بحيث تتزن بتأثير قوتا المجال الكهربائي والجاذبية الأرضية؟
4. أكمل **جدول 2** استخدام فهمك للمجالات الكهربائية.

جدول 2 عينة البيانات

شدة شحنة الاختبار (C)	القوة المؤثرة في شحنة الاختبار (N)	شدة المجال الكهربائي (N/C)
1.0×10^{-6}	0.30	
2.0×10^{-6}		3.3×10^{5}
	0.45	1.5×10^{5}

5. شحنة موجبة تبلغ 3.0×10^{-7} C تقع في مجال 27 N/C تتجه ناحية الجنوب. ما القوة المؤثرة في الشحنة؟
6. شحنة الاختبار السالبة تم وضعها في مجال كهربائي كما هو موضح في **الشكل 3**. وتتأثر بالقوة المبيّنة. ما مقدار المجال الكهربائي في موقع الشحنة؟



الشكل 3

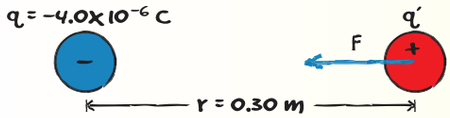
7. **تحدّي** أنت تختبر المجال الكهربائي لشحنة لا تعرف مقدارها ونوعها. عليك تعيين المجال أولًا مع شحنة اختبار تبلغ 1.0×10^{-6} C. ثم كرر الأمر مع شحنة اختبار مقدارها 2.0×10^{-6} C.
   a. هل يمكنك قياس القوى نفسها عند نفس المكان في وجود شحنتي اختبار؟ فسّر.
   b. هل تختلف شدة المجال الكهربائي عند نفس النقطة في الحالتين؟ فسّر.

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 28 07/08/2017 01:29:52 م

مثال 2

شدة المجال الكهربائي وقانون كولوم ما مقدار واتجاه شدة المجال الكهربائي عند النقطة 0.30 m إلى اليمين من شحنة نقطية -4.0×10^{-6} C؟

1 تحليل المسألة



- ارسم وحدد المجال بصافي شحنتها (q) بالإضافة إلى شحنة الاختبار تبعد مسافة 0.30 m, (q') متر.
- وضح وحدد الشحنات والمسافة بينها.
- خطط وحدد متجه القوة المؤثرة على q'.

تذكّر أن شحنة الاختبار تكون عادة موجبة.

معروف	غير معروف
$q = -4.0\times10^{-6}$ C	$E = ?$
$r = 0.30$ m	

2 إيجاد القيمة المجهولة

استخدم معادلة شدة المجال الكهربائي.

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

عوّض $K = 9.0\times10^9$ N·m²/C², $q = -4.0\times10^{-6}$ C, $r = 0.30$ m. ◄

$$= \frac{(9.0\times10^9\ \text{N·m}^2/\text{C}^2)(-4.0\times10^{-6}\ \text{C})}{(0.30\ \text{m})^2}$$

$$= -4.0\times10^5\ \text{N/C}$$

$\mathbf{E} = 4.0\times10^5$ N/C نحو اليسار

3 تقييم الإجابة

- **هل الوحدات صحيحة؟** $\frac{(\text{N·m}^2/\text{C}^2)(\text{C})}{\text{m}^2} = \text{N/C}$ تندمج الوحدات لتصبح N/C، التي تناسب شدة المجال الكهربائي.
- **هل الاتجاه منطقي؟** تشير الإشارة السالبة إلى أن الشحنة السالبة تتجاذب مع شحنة الاختبار الموجبة.
- **هل المقدار واقعي؟** شدة المجال مماثلة لتلك الموجودة في **الشكل 1.**

Almanahj.com/ae

تطبيق

8. ما مقدار المجال الكهربائي في موقع على مسافة 1.2 متر من 4.2×10^{-6} C؟

9. ما مقدار المجال الكهربائي الذي يبعد عن الشحنة النقطية بضعفي المسافة المذكورة في المسألة السابقة؟

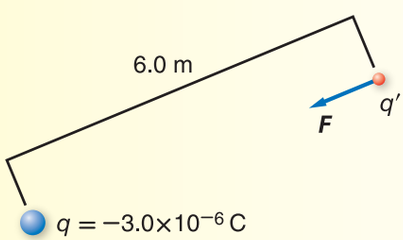
10. ما هو المجال الكهربائي عند موضع على مسافة 1.6 متر من شحنة نقطية مقدارها $+7.2\times10^{-6}$ C؟

11. تبلغ شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد مسافة 0.25 m عن جسم كروي صغير 450 N/C باتجاه الجسم الكروي. ما محصلة الشحنة التي يحملها الجسم الكروي؟

12. على أي بعد من شحنة نقطية $+2.4\times10^{-6}$ C يجب أن تضع شحنة الاختبار لقياس مجال شدته 360 N/C؟

13. اشرح لماذا تكون قوة المجال الكهربائي المؤثرة في شحنة q' بواسطة الجسم المشحون q مستقلة عن الشحنة على q'.
تلميح: استخدم العمليات الحسابية لإثبات وجهة نظرك.

14. ما مقدار المجال الكهربائي المبذول على شحنة الاختبار الموضحة في **الشكل 4؟**



الشكل 4

15. تحدّي وضعت شحنة نقطية مقدارها 5.0×10^{-6} C عند إحدى الزوايا على حافة مربع طول ضلعه 5.0 متر على كل جانب. ما مقدار المجال الكهربائي في الزاوية المقابلة في المربع؟

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 29 07/08/2017 01:29:53 م

القسم 1 مراجعة

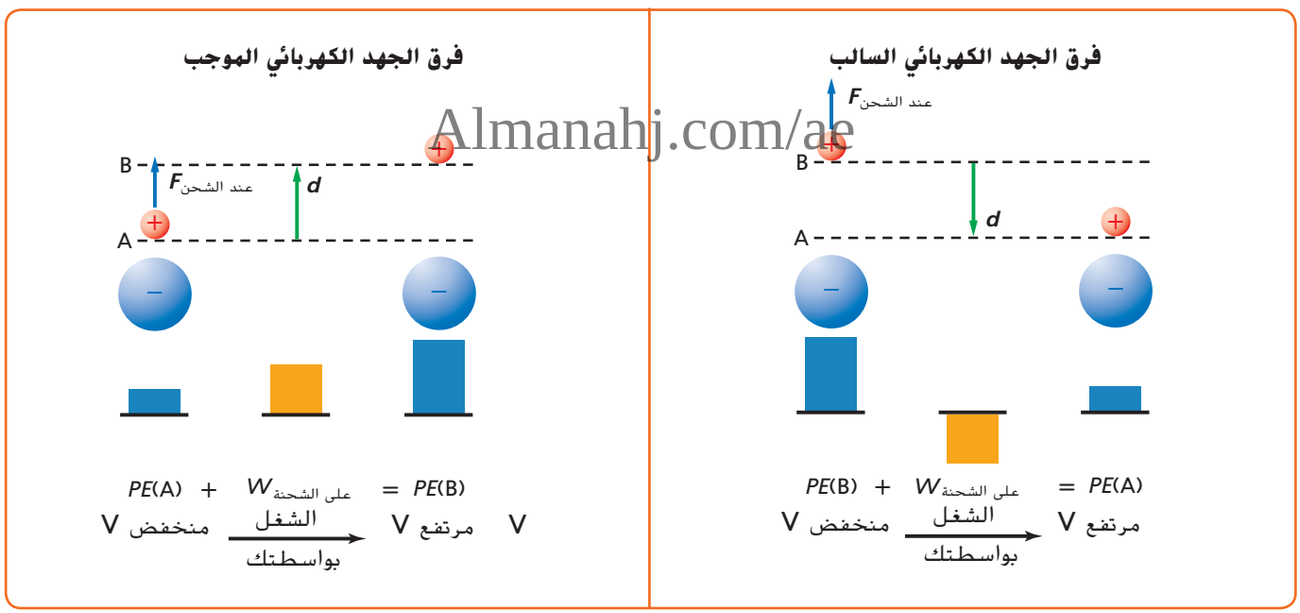
16. **الفكرة**الرئيسة افترض أنه قد طُلب منك قياس المجال الكهربائي عند نقطة في حيز. كيف يمكنك الكشف عن المجال عند نقطة ما؟ كيف يمكنك تحديد مقدار المجال؟ كيف تحتار مقدار شحنة الاختبار؟

17. **قوة المجال والاتجاه** شحنة اختبار موجبة مقدارها 2.40×10^{-8} C تتعرض لقوة تبلغ 1.50×10^{-3} N ناحية الشرق. ماذا يُقصد بالمجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار؟

18. **خطوط المجال** كيف يمكنك معرفة أي الشحنات موجبة وأيها سالبة من خلال التحقق من خطوط المجال الكهربائي؟

19. **المجال ضد القوة** كيف يختلف المجال الكهربائي في شحنة الاختبار عن القوة المؤثرة على تلك الشحنة؟

20. **التفكير الناقد** افترض أن الشحنة العليا في الحقل نفسه تقع على أقصى اليمين في**الشكل 5** هي شحنة اختبار تقيس المجال الناتج من شحنتين سالبتين. هل هي صغيرة بما يكفي لإعطاء قياس دقيق؟ فسّر.

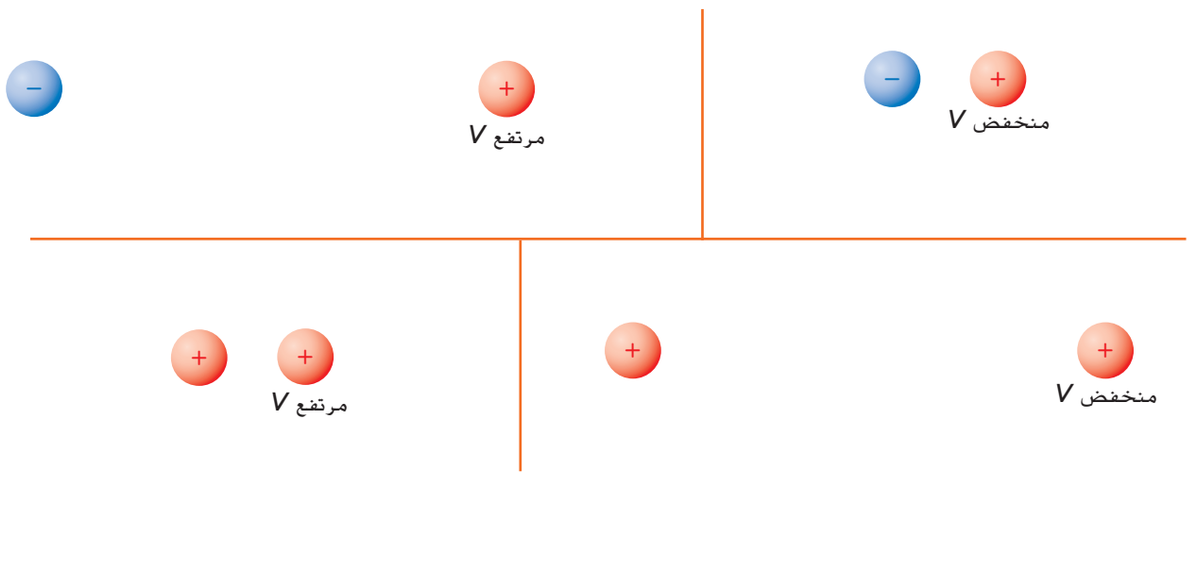


Almanahj.com/ae

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 32 07/08/2017 01:29:59 م

Almanahj.com/ae

■ الجهد الكهربائي



الشكل 10 عندما تدفع شحنتان مختلفتان بعيدًا عن بعضهما، يزداد الجهد الكهربائي. عندما تدفع شحنتين متشابهتين بعيدًا عن بعضهما البعض بشكل أكبر، يتناقص الجهد الكهربائي.

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 35 07/08/2017 01:30:00 م

Almanahj.com/ae

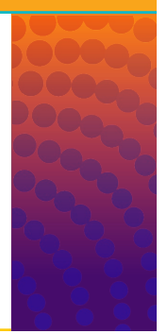
فرق الجهد الكهربائي في مجال ثابت.

فرق الجهد الكهربائي بين موقعين في مجال كهربائي منتظم يساوي حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي في المسافة بين الموقعين الموازية لاتجاه المجال

$$\Delta V = Ed$$

يكون الجهد الكهربائي أعلى بالقرب من الصفيحة موجبة الشحنة وأقل بالقرب من الصفيحة سالبة الشحنة.

تطبيق



21. تبلغ شدة المجال الكهربائي بين صفيحتين معدنيتين كبيرتين مشحونتين متوازيتين 6000 N/C. تبعد الصفيحتان عن بعضهما بمسافة 0.05 m. ما فرق الجهد الكهربائي بينهما؟

22. يقرأ الفولتميتر 400 V عبر صفيحتين متوازيتين مشحونتين تبعدان عن بعضهما بمسافة 0.020 m. ما مقدار المجال الكهربائي بينهما؟

23. ما هو فرق الجهد الكهربائي بين سطحين معدنيين تفصل بينهما مسافة 0.200 متر إذا كان المجال الكهربائي بينهما يساوي 2.50×10^3 N/C؟

24. عندما تطبّق فرق الجهد بمقدار 125 V بين سطحين متوازيين، المجال بينهم يساوي 4.25×10^3 N/C. كم تبعد هاتان الصفيحتان عن بعضهما البعض؟

25. تحدّي قم بتطبيق فرق الجهد بمقدار 275 V بين سطحين متوازيين البعد بينهما 0.35 سم. ما مدى كبر المجال الكهربائي بين الصفيحتين؟

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 36 07/08/2017 01:30:02 م

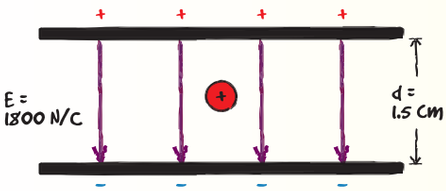
مثال 3

الشغل اللازم لتحريك بروتون بين أسطح متوازية مشحونة تبعد الأسطح المتوازية المشحونة عن بعضها مسافة 1.5 cm. يبلغ مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين 1800 N/C.

a. ما هو فرق الجهد الكهربائي بين الأسطح؟

b. ما الشغل اللازم لتحريك بروتون من سطح سالب إلى سطح موجب؟

1 تحليل المسألة



- ضع الأسطح تفصلها مسافة 1.5 cm.
- حدّد سطحًا واحدًا به شحنات موجبة والآخر به شحنات سالبة.
- حدد خطوط المجال الكهربائي المتباعدة بأكملها من السطح الموجب إلى السطح السالب.
- وضح قوة المجال الكهربائي بين الأسطح.
- ضع البروتون في المجال الكهربائي.

غيرمعروف	معروف
$E = 1800\ \text{N/C}$	$\Delta V = ?$
$d = 1.5\ \text{cm}$	$W = ?$
$q = 1.602\times10^{-19}\ \text{C}$	

2 إيجاد القيمة المجهولة

a. $\Delta V = Ed$

$= (1800\ \text{N/C})(0.015\ \text{m})$

$= 27\ \text{V}$

عوّض $E = 1800\ \text{N/C}$, $d = 0.015\ \text{m}$. ◄

Almanahj.com/ae

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

$W = q\Delta V$

$= (1.602\times10^{-19}\ \text{C})(27\ \text{V})$

$= 4.3\times10^{-18}\ \text{J}$

عوّض $q = 1.602\times10^{-19}\ \text{C}$, $\Delta V = 27\ \text{V}$. ◄

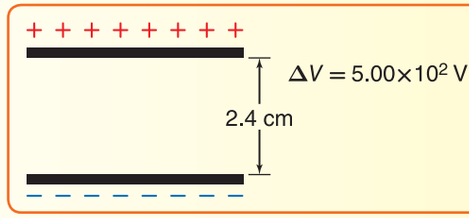
3 تقييم الإجابة

- **هل الوحدات صحيحة؟** $\text{V} = \text{J/C} = \text{N·m/C} = (\text{N/C})(\text{m})$. وبهذا نستنبط أن الوحدات فولت. $\text{J} = \text{C(J/C)} = \text{C·V}$. وحدة الشغل.
- **هل الإشارات منطقية؟** يجب عليك بذل شغل موجب لتحريك شحنة موجبة تجاه صفيحة موجبة.
- **هل المقدار واقعي؟** عندما تحرك شحنة صغيرة كهذه خلال فرق جهد أقل من 100 فولت، فإن الشغل المبذول يكون صغيرًا.

تطبيق

26. ما الشغل المبذول على شحنة تبلغ 3.0 C عندما تحرك تلك الشحنة من خلال فرق جهد كهربائي يساوي 1.5 V؟

27. ما مقدار المجال الكهربائي بين السطحين الموضحين في **الشكل 12**؟



الشكل 12

28. يمر الإلكترون في أنبوب صورة تلفزيون قديم خلال فرق جهد يساوي 18000 V. فما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون أثناء مروره خلال فرق الجهد هذا؟

29. المجال الكهربائي في مسارع جسيمات له مقدار 4.5×10^{5} N/C. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة 25 cm خلال هذا المجال؟

30. تحدي بطارية سيارة جهدها (12 V) مشحونة بشحنة مقدارها 1.44×10^{6} C من الشحنة القابلة للاستخدام على سطح واحد عندما تكون مشحونة تمامًا. ما مقدار الشغل الذي يمكن لهذه البطارية بذله قبل أن تحتاج إلى تزويدها بالطاقة مرة أخرى؟

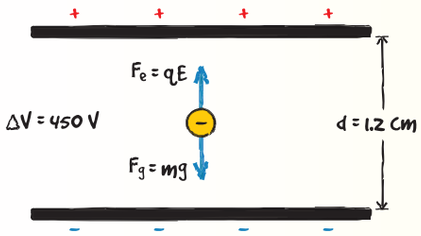
AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 37 07/08/2017 01:30:04 م

مثال 4

إيجاد الشحنة على قطرة من الزيت في تجربة قطرة الزيت لميليكان، تزن قطرة الزيت المحددة 2.4×10^{-14} N. الأسطح المتوازية تفصلها مسافة 1.2 سم. عندما يكون فرق الجهد بين الأسطح يساوي 450 V، القطرة تم تعليقها.

a. ما هو صافي شحنة قطرة زيت واحدة؟

b. إذا كان السطح العلوي موجبًا، كم عدد الإلكترونات الزائدة في قطرة الزيت؟



1 تحليل المسألة

- ارسم الأسطح في وجود قطرة الزيت معلقة بينهم.
- ارسم وحدد المتجهات التي تمثل القوى.
- وضح فرق الجهد والمسافة بين الأسطح.

معروف	غيرمعروف
$\Delta V = 450\ V$	محصلة الشحنة على القطرة، $q = ?$
$F_g = 2.4\times10^{-14}$ N	عدد الإلكترونات، $n = ?$
$d = 1.2$ cm	

2 إيجاد القيمة المجهولة

لتتزن القطرة، يجب أن تكون القوة الكهربائية وقوة الجاذبية متساويتين بالمقدار.

$$F_e = F_g$$

$$qE = F_g$$ ◄ عوّض $F_e = qE$.

$$q\left(\frac{\Delta V}{d}\right) = F_g$$ ◄ عوّض $E = \frac{\Delta V}{d}$.

أوجد الحل لمعرفة q

$$q = \frac{F_g d}{\Delta V}$$

$$= \frac{(2.4\times10^{-14}\ \text{N})(0.012\ \text{m})}{450\ \text{V}}$$ ◄ عوّض $F_g = 2.4\times10^{-14}\ N$, $d = 0.012$ m, $\Delta V = 450$ V.

$$= 6.4\times10^{-19}\ \text{C}$$

Almanahj.com/ae

أوجد الحل لمعرفة عدد الإلكترونات على القطرة.

$$n = \frac{q}{e}$$

$$= \frac{6.4\times10^{-19}\ \text{C}}{1.602\times10^{-19}\ \text{C}}$$ ◄ عوّض $q = 6.4\times10^{-19}$ C, $e = 1.602\times10^{-19}$ C.

$$= 4.0$$

3 تقييم الإجابة

- **هل الوحدات صحيحة؟** C = J/(J/C) = N•m/V، الوحدة للشحنة.
- **هل المقدار واقعي؟** هذه قطرة زيت صغيرة. ومن المنطقي أن يكون للقطرة شحنة صغيرة وتحتوي فقط على إلكترونات قليلة.

تطبيق

31. قطرة تسقط في جهاز ميليكان لتقطير الزيت مع عدم وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة في قطرة الزيت، بغض النظر عن تسارعها؟ إذا كانت القطرة تسقط بسرعة متجهة ثابتة، فصف القوى المؤثرة فيها.

32. تزن قطرة الزيت 1.9×10^{-15} N. وتعلقها في مجال كهربائي مقداره 6.0×10^{3} N/C. فما محصلة الشحنة على القطرة؟ كم عدد الإلكترونات الزائدة التي تحملها؟

33. تحمل قطرة الزيت إلكترونًا زائدًا ويزن 6.4×10^{-15} N. ما شدة المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة لذلك فهي بلا حركة؟

34. تحدّي قم بتعليق قطرة زيت موجبة الشحنة والتي تزن 1.2×10^{-14} N بين سطحين متوازيين يفصل بينهما 0.64 سم. يبلغ فرق الجهد بين الصفيحتين 240 V. ما محصلة الشحنة على القطرة؟ كم عدد الإلكترونات التي تنقص القطرة؟

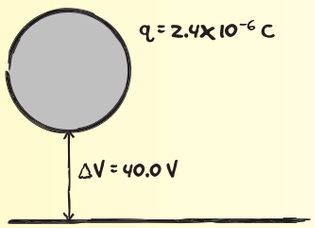
AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 39 07/08/2017 01:30:06 م

مثال 5

إيجاد السعة تم توصيل جسم ما بطرف موجب لبطارية فرق جهدها يبلغ 40 V بينما تم توصيل الطرف السالب إلى الأرض. بعد فترة من الوقت، تم شحن الجسم حتى 2.4×10^{-6} C. ما سعة نظام الجسم–الأرض؟

1 تحليل المسألة

ارسم جسمًا كرويًا فوق الأرض وميز محصلة الشحنة وفرق الجهد.



غيرمعروف	معروف
$\Delta V = 40.0$ V	$C = ?$
$q = 2.4\times10^{-6}$ C	

2 إيجاد القيمة المجهولة

عوّض $\Delta V = 40.0$ V, $q = 2.4\times10^{-6}$ C. ◄

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

$$= \frac{2.4\times10^{-6}\text{ C}}{40.0\text{ V}}$$

$$= 6.0\times10^{-8}\text{ F}$$

$$= 0.060\ \mu\text{F}$$

Almanahj.com/ae

3 تقييم الإجابة

- **هل الوحدات صحيحة؟** C/V = F. الوحدات هي الفارادات.
- **هل المقدار واقعي؟** كمية محصلة الشحنة المخزنة على جسم كروي تساوي السعة مضروبة في 40.0 V.

تطبيق

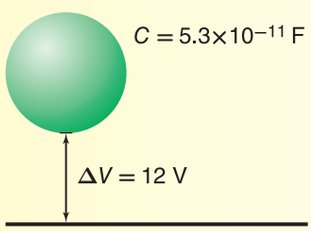
35. مكثف سعته 27 μF يمر عبره فرق جهد كهربائي مقداره 45 V. فما مقدار محصلة الشحنة على الصفيحة موجبة الشحنة في المكثف؟

36. افترض أنك قمت بتوصيل كلا المكثفين 3.3 μF و 6.8 μF عبر فرق جهد كهربائي مقداره 24 V. ما المكثف الذي يتمتع بمحصلة شحنة أكبر على صفيحته موجبة الشحنة، وما مقداره؟

37. لاحقًا تجد أن مقدار صافي شحنة كل سطح في المكثفات في المسألة السابقة يساوي 3.5×10^{-4} C. أي المكثفات يمر به فرق جهد أكبر؟ ما فرق الجهد الكهربائي؟

38. افترض أنك قمت بتطبيق فرق الجهد الكهربائي بمقدار 6.0 V عبر مكثف 2.2 μF. ما المقدار الذي يجب أن تكون عليه محصلة الشحنة على إحدى الصفيحتين لزيادة فرق الجهد الكهربائي إلى 15.0 V؟

39. جسم مشحون ببطارية 12 V ومعلّق على الأرض كما هو موضح في **الشكل 17**. ما محصلة الشحنة المؤثرة في الجسم الكروي؟

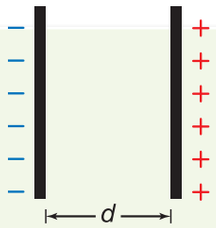


الشكل 17

40. تحدي قم بزيادة فرق الجهد عبر المكثف من 12.0 V إلى 14.5 V. نتيجة لذلك، يزداد مقدار صافي الشحنة على كل سطح بمقدار 2.5×10^{-5} C. ما هي سعة المكثف؟

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 42 07/08/2017 01:30:10 م

تحدي



تجذب صفيحتا المكثف بعضهما البعض لأن بهما محصلة شحنة متساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه. يتمتع المكثف الذي يتكون من صفيحتين متوازيتين منفصلتين بمسافة (d) بسعة (C).

1. اشتق تعبيرًا للقوة بين الصفيحتين عندما يكون مقدار محصلة الشحنة على أحد صفيحتي المكثف هو q.
2. القوة الكهربائية المتبادلة بين صفيحتي مكثف سعته 22 μF تساوي 2.0 N. فما مقدار محصلة الشحنة على إحدى الصفيحتَين إذا كانت المسافة الفاصلة بين هاتين الصفيحتين هي 1.5 mm؟

Almanahj.com/ae

القسم 2 مراجعة

41. **الفكرة الرئيسة** افترض أن صديق طلب منك شرح كيفية ارتباط الجهد الكهربائي بطاقة الوضع. اكتب شرحًا مختصرًا يمكنك استخدامه لشرح هذا المفهوم لصديق لك لا يفهم العلاقة بين المفهومين.
42. **فرق الجهد** ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي؟
43. **المجال الكهربائي وفرق الجهد** وضح أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.
44. **تجربة ميليكان** عندما تتغير صافي شحنة قطرة زيت معلقة في جهاز ميليكان، تبدأ القطرة في التساقط. كيف يمكنك ضبط فرق الجهد بين الصفيحتين الموصلتين لإعادة القطرة إلى حالة التوازن؟
45. **الشحنة وفرق الجهد** في المسألة السابقة، إذا لم يكن لتغيير فرق الجهد بين الأسطح الموصّلة أثر على القطرة المتساقطة، فما ذا تستنتج من ذلك عن صافي الشحنة الجديدة على القطرة؟
46. **السعة** ما مقدارصافي الشحنة على مكثف تبلغ سعته 0.47 μF عندما يتم تطبيق فرق جهد عليه يبلغ 12 V؟
47. **مشاركة الشحنة** إذا لامست جسمًا كبيرًا موصلًا وموجب الشحنة بجسم صغير سالب الشحنة وموصل، فما توضيحاتك عن كل من:
    a. جهدي الجسمين.
    b. الشحنات على كلا الجسمين؟
48. **التفكير الناقد** اشرح كيف أن الشحنة في **الشكل 18** تستمر في تكوين القبة المعدنية لمولد فان دي غراف. على وجه الخصوص، لماذا لا تتنافر الشحنة على الحزام عند النقطة B؟

الشكل 18

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 43 07/08/2017 01:30:10 م

دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة تُحاط الشحنات الكهربائية بمجالات كهربائية تبذل قوة على الأجسام المشحونة الأخرى.

القسم 1 قياس المجالات الكهربائية

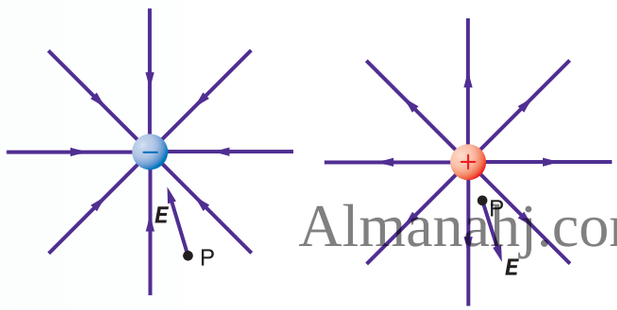
المفردات
- **المجال الكهربائي**
- **خط المجال الكهربائي**

الفكرة الرئيسة المجال الكهربائي هو خاصية من خصائص الفراغ حول جسم مشحون يبذل قوة على أجسام أخرى مشحونة.

- يوجد المجال الكهربائي حول أي جسم مشحون. ينتج المجال قوى تؤثر في الأجسام الأخرى المشحونة.
- الكميات المرتبطة بالشحنة، والمجالات الكهربائية، والقوى المرتبطة والتي يمكن حسابها باستخدام هذه الصيغ:

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

- خطوط المجال الكهربائي تعرض نموذج تصويري للمجال الكهربائي. فهي تُوجه بعيدًا عن الشحنات الموجبة ونحو الشحنات السالبة، ولا تتقاطع أبدًا، وتتعلق شدتها بقوة المجال. فاتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة اختبار موجبة صغيرة.



Almanahj.com/ae

القسم 2 تطبيقات المجالات الكهربائية

المفردات
- **فرق الجهد الكهربائي**
- **الفولت**
- **الجهد**
- **المكثف**
- **السعة**

الفكرة الرئيسة الجهد الكهربائي (يسمى الفولتية) هو طاقة الوضع الكهربائي لكل وحدة شحنة.

- فرق الجهد الكهربائي هو تغيّر طاقة الوضع لكل وحدة شحنة في المجال الكهربائي. تُقاس فروق الجهد الكهربائي بالفولت.
- يرتبط فرق الجهد بالشغل المطلوب لتحريك شحنة ما ويتم تمثيلها بالمعادلة التالية:

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

- تستخدم المكثفات لتخزين الطاقة الكهربائية. يتكون المكثف من صفيحتين موصلتين مفصولتين بعازل. تعتمد السعة C فقط على هندسة هاتين الصفيحتين والعازل. ويمكن حسابها باستخدام المعادلة التالية.

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

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 45 07/08/2017 01:30:15 م

القسم 1

قياس المجالات الكهربائية

إتقان المفاهيم

49. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

50. كيف يُحدَّد اتجاه المجال الكهربائي؟

51. **الفكرة الرئيسة** ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟

52. كيف يتم تحديد شدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

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

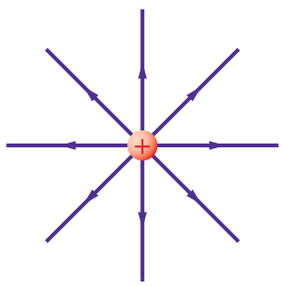
a. شحنتين متماثلتَين في النوع ومتساويتَين في المقدار

b. شحنتين مختلفتين في النوع ومتساويتَين في المقدار

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

d. لوحَين متوازيَين مختلفَين في الشحنة

54. في **الشكل 19**، أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي الخارجة من الشحنة الموجبة؟



الشكل 19

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

56. تُحرِّكُ شحنةً موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد، هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك هذه الشحنة؟

إتقان حل المسائل

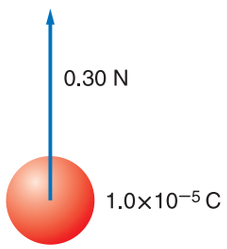
شحنة الإلكترون تساوي -1.602×10^{-19} C.

57. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها 1.4×10^{-8} N عندما تبلغ نقطة شدة المجال الكهربائي فيها 5.0×10^{-4} N/C؟

58. شحنة اختبار تتعرض لقوة مقدارها 0.30 N عند وضعها في مجال كهربائي شدته 4.5×10^{5} N/C. ما مقدار هذه الشحنة؟

59. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها 8.0×10^{-7} C؟

60. تتعرض شحنة موجبة مقدارها 1.0×10^{-5} C، كما هو موضح في **الشكل 20**، لقوة مقدارها 0.30 N عند وضعها في نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند هذه النقطة؟



الشكل 20

61. يساوي المجال الكهربائي في الغلاف الجوي 150 N/C. ويتجه إلى أسفل.

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

b. أوجد مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في إلكترون مقدار شحنته -1.602×10^{-19} C.

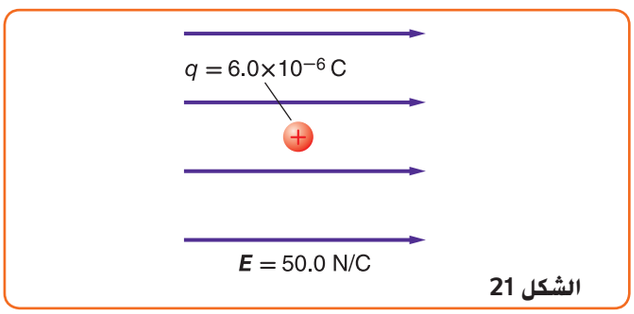
c. قارن بين القوة في الجزئية b وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه (حيث إن كتلة الإلكترون تساوي 9.1×10^{-31} kg).

62. ارسم بدقة الحالات الآتية:

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

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

63. وُضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها 6.0×10^{-6} C في مجال كهربائي شدته 50.0 N/C، كما هو موضح في **الشكل 21**. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟



الشكل 21

64. قوة مقدارها 14.005 N تحملها شحنة اختبار موجبة (q) مقدارها 4.005×10^{-19} C. ما مقدار المجال الكهربائي؟

Almanahj.com/ae

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 46 07/08/2017 01:30:18 م

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

a. فارسم سهمًا يمثل القوة المؤثرة في الشحنة Z.

b. إذا كانت الشحنة Z موجبة وصغيرة، فارسم سهمًا يمثل القوة المؤثرة فيها.

66. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز قديم نتيجة مجال كهربائي مقداره $1.00\times10^{5}\ N/C$.

a. أوجد القوة المؤثرة في الإلكترون.

b. إذا كان المجال ثابتًا، فأوجد تسارع الإلكترون (حيث إن كتلته $9.11\times10^{-31}\ kg$).

67. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي 82 بروتونًا.

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

b. أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البُعد السابق من النواة؟

القسم 2

تطبيقات المجالات الكهربائية

إتقان المفاهيم

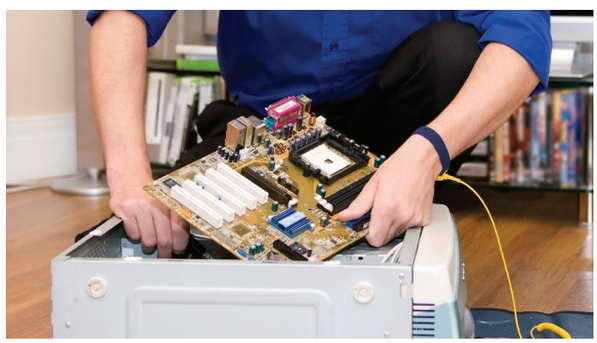
68. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية حسب النظام الدولي للوحدات؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي حسب النظام الدولي للوحدات؟

69. عرِّف الفولت بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة تتحرك في مجال كهربائي.

70. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنتَه عند وصله بالأرض؟

71. وُضِع قضيب مطاطي مشحون على طاولة فحافظ على شحنته بعض الوقت. لماذا لا تُفرَّغ شحنة القضيب المشحون مباشرة؟

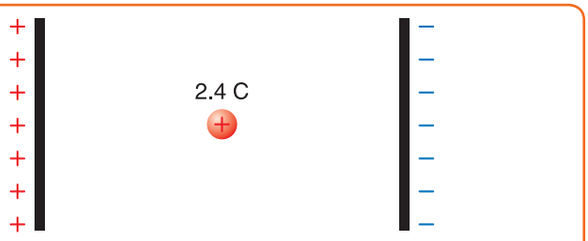
72. أجهزة الحاسوب توضع الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية، كتلك الموضحة في **الشكل 22**، داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي. لماذا؟



الشكل 22

إتقان حل المسائل

73. إذا بُذل شغل مقداره 120 J لتحريك شحنة مقدارها 2.4 C من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، كما هو موضح في **الشكل 23**، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟



الشكل 23

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

75. يتحرك إلكترون خلال فرق جهد كهربائي مقداره 450 V. ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون؟

76. بذلت بطاريةٌ فرقُ الجهد بين طرفيها 12 V شغلاً مقداره 1200 J لنقل شحنة كهربائية. ما مقدار الشحنة المنقولة؟

77. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحَين متوازيَين مشحونَين تساوي $1.5\times10^{3}\ N/C$، وكان البُعد بين اللوحَين 0.060 m، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحَين بوحدة الفولت؟

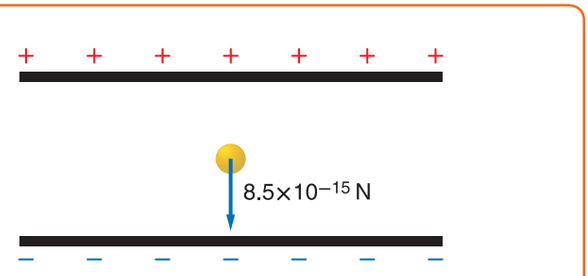
78. تبيِّن قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحَين يساوي 70.0 V، والبُعد عن اللوحَين هو 0.020 m، فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

79. يختزن مكثف موصول بمصدر جهد 45.0 V شحنةً مقدارها $90.0\ \mu C$. ما مقدار سعة المكثف؟

80. تحمل قطرة الزيت الموضحة في **الشكل 24** شحنة سالبة ووزنها $4.5\times10^{-15}\ N$. إذا كانت قطرة الزيت مثبتة في مجال كهربائي شدته $5.6\times10^{3}\ N/C$:

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟



الشكل 24

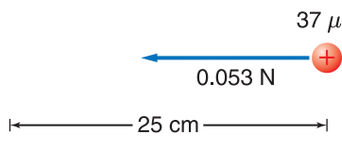
Almanahj.com/ae

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 47 07/08/2017 01:30:21 م

81. ما مقدار فرق الجهد الكهربائي في مكثف سعته 5.4 μF ومقدار شحنته 8.1×10^{-4} C؟

82. ما شحنة مكثف سعته 15.0 pF عند توصيله بمصدر جهد 45.0 V؟

83. إذا لزم قوة مقدارها 0.065 N لتحريك شحنة مقدارها 37 μC مسافة 25 cm في مجال كهربائي منتظم، كما هو موضح في **الشكل 25**، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟



الشكل 25

84. وميض الطاقة المختزنة في مكثف سعته الكهربائية (C) وفرق جهد كهربائي (ΔV) يتم حسابها من خلال $PE = \frac{1}{2} C\Delta V^2$. ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، كتلك الموضحة في **الشكل 26**. في هذه الوحدة، مكثف من 10.0 μF له شحنة بمقدار 3.0×10^2 V. أوجد الطاقة الكهربائية المخزنة.

الشكل 26

85. إذا افترضنا أن شحن المكثف في المسألة السابقة استغرق 25 s:

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

b. عندما يتم تفريغ الأسطح بواسطة مصباح قوي، والتي تحوّل كل طاقتها إلى 1.0×10^{-4} s. أوجد القوة التي يتم تزويد المصباح بها.

c. ما أكبر قيمة ممكنة لهذه القدرة؟

86. إذا كان البُعد بين لوحَي مكثف سعته 0.047 μF هو 0.25 cm وتم شحن اللوحَين إلى أن أصبح فرق الجهد بينهما 120 V. فما مقدار الشحنة التي يحملها اللوح الواحد في المكثف؟

87. أجهزة الليزر تُستخدم أجهزة الليزر لمحاولة إنتاج تفاعلات اندماج مسيطَر عليها. يتطلب تشغيل هذه الليزرات نبضات صغيرة من الطاقة تُخزَّن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتُقدَّر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ 6.1×10^{-2} F تُشحن حتى يبلغ فرق الجهد عليها 10.0 kV.

a. باستخدام $PE = \frac{1}{2} C\Delta V^2$، أوجد الطاقة المخزنة في المكثفات.

b. إذا تم تفريغ ألواح المكثفات خلال 10 ns (1.0×10^{-8} s)، فما مقدار الطاقة الناتجة؟

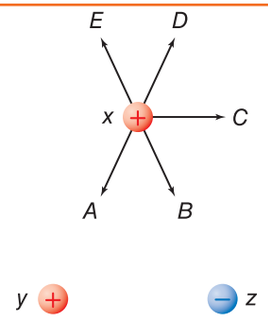
c. إذا تم شحن المكثفات بمولِّد قدرته 1.0 kW، فما الزمن بالثواني اللازم لشحن المكثفات؟

تطبيق المفاهيم

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

89. يبيّن **الشكل 27** ثلاث كرات مشحونة بالمقدار نفسه، بالشحنات الموضحة. الكُرتان y و z ثابتتان في مكانهما، والكرة x حرة الحركة. والمسافة بين الكرة x وكل من الكرتين y و z في البداية متساوية. ما المسار الذي ستبدأ الكرة x في سلوكه؟ افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات.

Almanahj.com/ae



الشكل 27

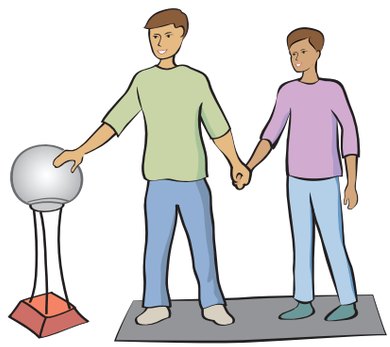
AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 48 07/08/2017 01:30:23 م

90. في تجربة ملّيكان، تم تثبيت قطرتي زيت مختلفتَي الشحنة في وقت واحد.

a. هل يمكنك استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟

b. أي خصائص قطرتَي الزيت نسبُها متساوية؟

91. يقف خالد وأحمد على سطح مستوٍ معزول متلامسَين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضح في **الشكل 28**. إذا كان جسم خالد أضخم من جسم أحمد. فمن منهما يكون له كمية أكبر من الشحنات الناتجة عن الآلة، أم سيكون لهما نفس المقدار من الشحنات؟



الشكل 28

92. مسألة معكوسة اكتب مسألة فيزيائية تكون الصيغة التالية جزءًا من حلها:

$$E = \frac{(9\ \text{V} - 0\ \text{V})}{0.85\ \text{cm}}$$

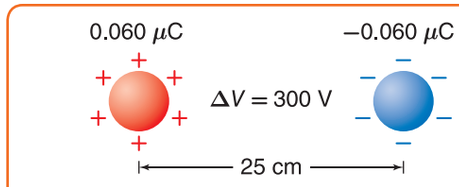
93. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الطاقة الكهربائية في مكثف؟

مراجعة عامة

94. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها $0.25\ \mu\text{C}$ بين لوحين متوازيَين، البُعد بينهما 0.40 cm، إذا كان المجال بين اللوحَين 6400 N/C؟

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

96. كرتان صغيرتان متماثلتان البُعد بينهما 25 cm وتحملان شحنتين مختلفتين، مقدار كل منهما $0.060\ \mu\text{C}$، كما هو موضح في **الشكل 29**. إذا كان فرق الجهد بينهما 300 V، فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟



الشكل 29

97. طرح المسائل أكمل هذه المسألة بحيث يتم حلها باستخدام المفهوم المحدد: "شحنة نقطية ساكنة مقدارها 4.0 mC ...."

a. المجال الكهربائي

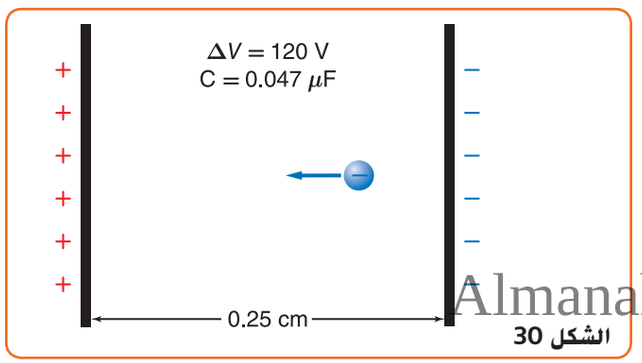
b. فرق الجهد الكهربائي

98. إذا كان البُعد بين لوحَي مكثف سعته $0.047\ \mu\text{F}$ هو 0.25 cm وتم شحن اللوحَين إلى أن أصبح فرق الجهد بينهما 120 V.

a. فما مقدار الشحنة المختزنة فيه؟

b. وما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحَي المكثف؟

c. وُضع إلكترون بين لوحَي مكثف، كما هو موضح في **الشكل 30**. ما مقدار القوة المؤثرة فيه؟



الشكل 30

99. كم من العمل يلزم لتحريك $0.010\ \mu\text{C}$ إضافية بين الأسطح عند 120 V في المسألة السابقة؟

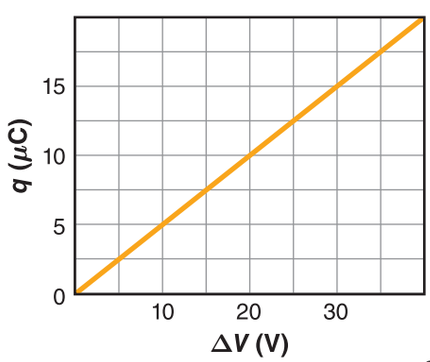
100. يمثل الرسم البياني في **الشكل 31** كمية الشحنة المختزنة في لوح واحد لمكثف كدالة لجهد الشحن.

a. ماذا يمثل ميل الخط؟

b. ما سعة المكثف؟

c. ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني؟

منحنى (الشحنة - فرق الجهد) لمكثف



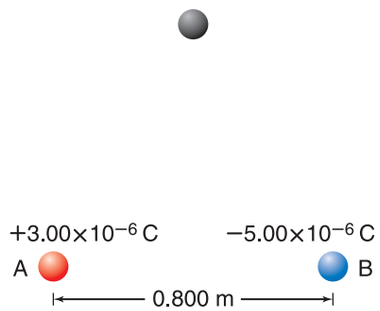
الشكل 31

Almanahj.com/ae

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 49 07/08/2017 01:30:25 م

التفكير الناقد

101. حلّل واستنتج وُضعت الكرتان الصغيرتان A و B على المحور x، كما هو موضح في **الشكل 32**. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي $+3.00\times10^{-6}\ C$ والكرة B تبعد 0.800 m على يمين الكرة A وشحنتها تساوي $-5.00\times10^{-6}\ C$ جد شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة تقع فوق المحور x وتشكل مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A و B



الشكل 32

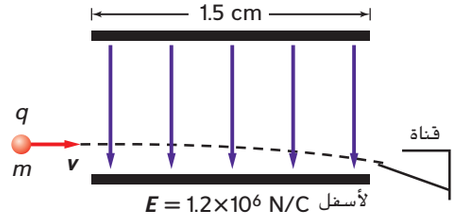
102. حلّل واستنتج في طابعة نفث الحبر، تُعطى قطرات الحبر كميةً معينة من الشحنة قبل أن تتحرك بين لوحَين كبيرين متوازيَين. يعمل اللوحان على انحراف مسار جسيمات الحبر المشحونة كما يظهر في **الشكل 33**. ويتولّد بين اللوحَين مجال كهربائي مقداره $E = 1.2\times10^{6}\ N/C$ ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm. فإذا تحركت قطرات الحبر أفقيًا بسرعة $v = 15\ m/s$ في اتجاه موازٍ للوحَين. فما مقدار الإزاحة الرأسية للقطرات لحظة مغادرتها اللوحَين؟ للإجابة عن هذا السؤال، [اعتبر كتلة قطرة الحبر $(m = 0.10\ ng)$ وشحنتها $(q = 1.0\times10^{-16}\ C)$] أجب عن الأسئلة التالية:

a. ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

b. ما مقدار العجلة الرأسية للقطرات؟

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

d. ما إزاحة القطرات؟



الشكل 33

الكتابة في الفيزياء

103. اختر اسمًا لوحدة كهربائية، مثل الكولوم أو الفولت أو الفاراد، وابحث عن حياة وعمل العالم الذي سُمِّيت باسمه. ثم اكتب مقالاً موجزًا عن هذا العالم يتضمن مناقشة العمل الذي برّر إطلاق اسمه على تلك الوحدة.

مراجعة تراكمية

104. إذا كانت القوة (F) هي القوة المقيسة بين الشحنتَين (Q) و (q) عندما كانت المسافة بينهما (r)، فما مقدار القوة الجديدة التي تَنتِج في كل حالة من الحالات التالية؟

a. مضاعفة r ثلاث مرات

b. Q سيتضاعف إلى ثلاثة أضعاف.

c. مضاعفة كل من r و Q ثلاث مرات

d. مضاعفة كل من r و Q مرتين

e. مضاعفة كل من r و Q و q ثلاث مرات

Almanahj.com/ae

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 50 07/08/2017 01:30:26 م

الوحدة 2 تدريب على الاختبار المعيارى

الاختيار من متعدد

1. لماذا لا يُقاس المجال الكهربائي إلا بشحنة اختبار صغيرة؟

A. حتى لا تعيق الشحنة المجال

B. لأن الشحنات الصغيرة تملك قوة دفع صغيرة

C. حتى لا يتسبب حجمها في دفع الشحنة لقياسها بمفردها

D. لأن الإلكترون يُستخدم دائمًا كشحنة اختبار، والإلكترونات صغيرة الحجم

2. تتعرض شحنة اختبار موجبة مقدارها $8.7\ \mu C$ إلى قوة بمقدار $8.1\times10^{-6}\ N$ في اتجاه يصنع زاوية $24°$ شمال شرق. فما مقدار شدة المجال الكهربائي واتجاهه في موقع شحنة الاختبار؟

A. $7.0\times10^{-8}\ N/C$، $24°$شمال الشرق

B. $1.7\times10^{-6}\ N/C$ ، $24°$شمال الغرب

C. $1.1\times10^{-3}\ N/C$، $24°$شمال الجنوب

D. $9.3\times10^{-1}\ N/C$، $24°$شمال الشرق

3. ما فرق الجهد بين صفيحتين تبعدان عن بعضهما البعض مسافة $18\ cm$ ومقدار المجال الكهربائي بينهما $4.8\times10^{3}\ N/C$؟

A. 27 V

B. 86 V

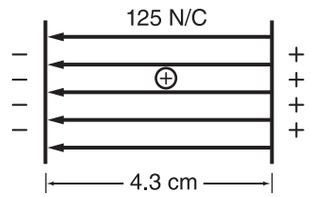
C. 0.86 kV

D. 27 kV

4. ما مقدار الشغل المبذول على بروتون لتحريكه من الصفيحة السالبة إلى صفيحة موجبة على بعد $4.3\ cm$ إذا كان المجال $125\ N/C$؟

A. $5.5\times10^{-23}\ J$ **C.** $1.1\times10^{-16}\ J$

B. $8.6\times10^{-19}\ J$ **D.** $5.4\ J$



5. كيف تم تحديد مقدار المجال في تجربة قطرة الزيت لميليكان؟

A. باستخدام مغناطيس كهربائي قابل للقياس

B. من فرق الجهد الكهربائي بين الصفيحتين

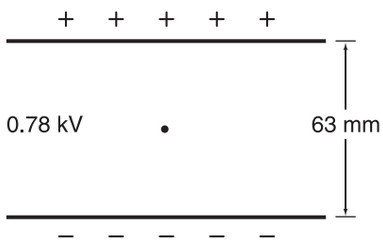
C. من مقدار الشحنة

D. باستخدام مقياس كهربائي

6. في تجربة قطرة الزيت، تم تعليق قطرة تزن $2.0\times10^{-14}\ N$ بدون حركة عندما كان فرق الجهد بين الشريحتين اللتين تبعدان عن بعضهما البعض مسافة $63\ mm$ يساوي $0.78\ kV$. فكم كانت شحنة القطرة؟

A. $-1.6\times10^{-18}\ C$ **C.** $-1.2\times10^{-15}\ C$

B. $-4.0\times10^{-16}\ C$ **D.** $-9.3\times10^{-13}\ C$



7. يتسع المكثف بسعة تساوي $0.093\ \mu F$. إذا كانت شحنة المكثف تساوي $58\ \mu C$، فما فرق الجهد الكهربائي؟

A. $5.4\times10^{-12}\ V$

B. $1.6\times10^{-6}\ V$

C. $6.2\times10^{2}\ V$

D. $5.4\times10^{3}\ V$

Almanahj.com/ae

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

8. افترض أنه يوجد 18 إلكترونًا إضافيًا على قطرة زيت. احسب شحنة قطرة الزيت واحسب فرق الجهد اللازم لتعليقها إذا كان وزنها $6.12\times10^{-14}\ N$ وكانت الصفيحتان تبعدان عن بعضهما البعض مسافة $14.1\ mm$.

AR_S_G12_Int_Core SE_Y2_Vol1_P1_682379.indb 51 07/08/2017 01:30:27 م