تشير الإشارة السالبة إلى أن المجال يجذب شحنة اختبارية موجبة باتجاه الكرة الثانية، في حين أن مجال الكرة الأولى يتنافر مع الشحنة الكهربائية الموجبة بعيدًا عن الكرة الأولى (باتجاه الكرة الثانية أيضًا)، لذا فإن شدة المجال الكلية بسبب كِلا المجالَين يكون باتجاه الكرة الثانية السالبة:

$= 1.4 \times 10^5 + 2.9 \times 10^5 = 4.3 \times 10^5 \text{ V m}^{-1}$

١٤. قطر الكرة 40 cm يعني أن المسافة من المركز إلى السطح = 20 cm

أعد ترتيب المعادلة $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ لتصبح:

$Q = 4\pi \times \varepsilon_0 r^2 E$

$= 4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.20^2 \times 4.0 \times 10^6$

$Q = 1.8 \times 10^{-5} \text{ C}$

١٥. أ. طاقة الوضع الكهربائية (W):

$W = QV = +1 \times V$

لذلك، تكون طاقة الوضع الكهربائية في المواضع المختلفة في المجال المنتظم كالآتي:

عند النقطة A = 0 J، وعند النقطة B = 2 kJ، وعند النقطة C = 1 kJ

(C تقع في منتصف المسافة بين النقطة A: 0 V والنقطة B: +2 kV).

وطاقة الوضع الكهربائية عند النقطة D = 1.5 kJ

(D تقع في منتصف المسافة بين النقطة C: +1 kJ والنقطة B: +2 kV).

ب. طاقة الوضع الكهربائية (W):

$W = QV = +2 \times V$

= 2 × الإجابات في الجزئية (أ)

وهي كالآتي:

A : 0 J

B: 4 kJ

C: 2 kJ

D: 3 kJ

١٦. أعد ترتيب $V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$ لتصبح:

$Q = 4\pi \times \varepsilon_0 r V$

$= 4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.10 \times 100000$

$= 1.1 \times 10^{-6} \text{ C}$

تُعامل الشحنة الكهربائية على سطح الكرة على أنها مركّزة عند نقطة في مركز الكرة، الجهد الكهربائي:

$$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{1.1 \times 10^{-6}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.20}$$

$= 5.0 \times 10^4 = 50 \text{ kV}$

١٧. أ. الشغل المبذول في المجال الكهربائي المنتظم = QV، لذلك يكون الشغل المبذول كالآتي:

(E → F: 2.5 kJ) ، (E → H: 5 kJ)

(H → E: −5 kJ) ، (F → G: 0 J)

ب. ١. (E → F: –2.5 kJ) ، (E → H: –5 kJ)

(H → E: +5 kJ) ، (F → G: 0 J)

٢. (E → F: 5 kJ) ، (E → H: 10 kJ)

(H → E: –10 kJ) ، (F → G: 0 J)

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ج (اتجاه المجال الكهربائي: مبتعدًا عن الشحنة الكهربائية الموجبة / باتجاه الشحنة الكهربائية السالبة أي إلى الأعلى نحو اللوح العلوي.

القوة المؤثرة على الإلكترون: بما أن الشحنة الكهربائية للإلكترون سالبة، فإن القوة تُبعده عن اللوح السالب أي يتجه إلى الأسفل نحو اللوح السفلي).

المعلم الإلكتروني الشامل

٢. ب (أ : شحنة الإلكترون؛ ج: يحسب E على أنها $V \times d$، د : يحسب $\frac{V}{d}$ فقط).

٣. أ. الشريحة مشحونة بشحنة موجبة وتخضع لقوة كهربائية باتجاه المجال الكهربائي نفسه.

ب. ستصبح الشريحة مشحونة بشحنة سالبة وستتأثر بقوة في الاتجاه المعاكس للمجال الكهربائي.

٤. شدة المجال الكهربائي:

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{4.4 \times 10^{-13}}{8.8 \times 10^{-17}} = 5000 \text{ N C}^{-1}$$

٥. فرق الجهد الكهربائي:

$$V = E \times d = 4000 \times 0.04 = 160 \text{ V}$$

٦. أ. المسافة الفاصلة بين اللوحَين:

$$d = \frac{V}{E} = \frac{2400}{3.0 \times 10^{4}} = 0.08 \text{ m} = 8.0 \text{ cm}$$

ب. شدة المجال الكهربائي E:

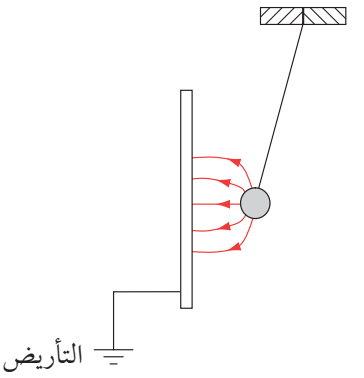
$$E = \frac{V}{d} = \frac{2400}{0.02} = 1.2 \times 10^{5} \text{ V m}^{-1}$$

٧. تتناسب شدة المجال الكهربائي طرديًا مع فرق الجهد الكهربائي، لذلك مضاعفة فرق الجهد يضاعف شدة المجال الكهربائي.

وتتناسب شدة المجال الكهربائي عكسيًا مع المسافة الفاصلة بين اللوحَين، وبالتالي فإن تقليل المسافة الفاصلة إلى الثلث يؤدي إلى مضاعفة شدة المجال الكهربائي لـ 3 أمثال.

لذلك، تزداد شدة المجال الكهربائي لـ 6 أمثال ما كانت عليه.

٨. أ.



يجب أن تكون الخطوط الخمسة واضحة، وغير متلامسة، وتتجه الأسهم في الاتجاه الصحيح من الشحنة الموجبة إلى اللوح المؤرض.

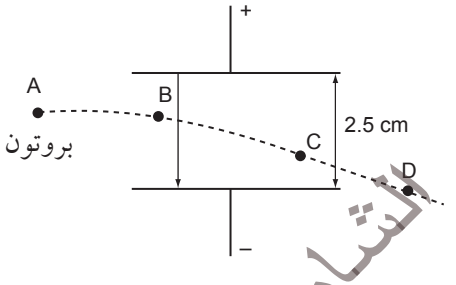
ب. تستحث الشحنة الكهربائية الموجبة على الكرة الشحنات السالبة على اللوح الفلزي؛ لذلك تتجاذب الشحنات المختلفة.

ج. ١. ستنجذب الكرة إلى اللوح الفلزي.

تستحث الشحنة الكهربائية السالبة على الكرة الشحنات الموجبة على اللوح الفلزي.

٢. سينعكس اتجاه المجال الكهربائي (لكن شكل خطوط المجال لا يتغيّر).

٩. أ. سلسلة من الخطوط المتوازية بين اللوحَين. وتتجه الأسهم رأسيًا إلى أسفل.



ب. ١. رأسية إلى أسفل.

٢. 6.4×10^{-14} N

ج. $E = \frac{F}{Q} = \frac{6.4 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} = 400000 \text{ V m}^{-1}$

د. بترتيب المعادلة $E = \frac{V}{d}$ فإن:

$$V = Ed = 400000 \times 2.5 \times 10^{-2} = 10000 \text{ V}$$

١٠. أ. شدة المجال الكهربائي هي القوة لكل وحدة شحنة كهربائية التي تؤثر على شحنة كهربائية موجبة ثابتة موضوعة عند تلك النقطة.

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. ١.
$$E = \frac{V}{d} = \frac{5.0 \times 10^6}{8.0 \times 10^{-2}}$$
$$F = EQ = \left(\frac{5.0 \times 10^6}{8.0 \times 10^{-2}}\right) \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$= 1.0 \times 10^{-11}\ \text{N}$$

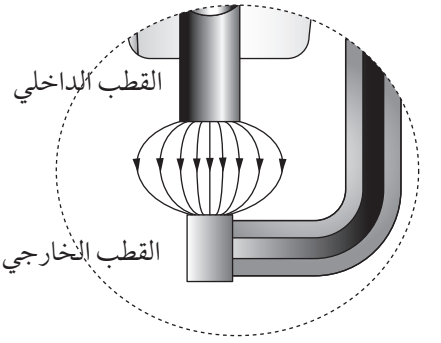
٢. الشغل المبذول:
$$W = F\Delta d = 1.0 \times 10^{-11} \times 8.0 \times 10^{-2}$$
$$= 8.0 \times 10^{-13}\ \text{J}$$

يمكن الوصول إلى النتيجة نفسها باستخدام المعادلة: $W = QV$

٣. $8.0 \times 10^{-13}\ \text{J}$

٤. طاقة الحركة: $\frac{1}{2}mv^2 = 8.0 \times 10^{-13}$
$$v^2 = 2 \times \frac{8.0 \times 10^{-13}}{1.7 \times 10^{-27}}$$
$$v = 3.1 \times 10^7\ \text{m s}^{-1}$$

١١. أ. الأسهم من القطب الداخلي إلى القطب الخارجي (يؤشر إلى الأسفل).



ب. تكون الخطوط متقاربة من بعضها.

ج.
$$\Delta V = E\Delta d$$
$$= 5.0 \times 10^6 \times 1.25 \times 10^{-3} = 6250\ \text{V}$$

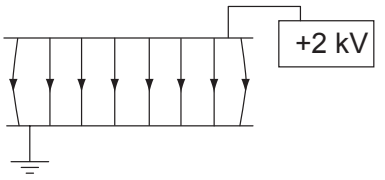
د. إذا كانت شدة المجال الكهربائي ثابتة: $E = 5.0 \times 10^6\ \text{N C}^{-1}$ (أو $5.0 \times 10^6\ \text{V m}^{-1}$)، فإن الجهد الكهربائي على مسافة 4.0 µm يهبط إلى:
$$V = 5.0 \times 10^6 \times 4.0 \times 10^{-6}\ \text{V}$$
$$d = \frac{V}{E} = \frac{20}{5.0 \times 10^6} = 4.0 \times 10^{-6} = 4.0\ \mu\text{m}$$

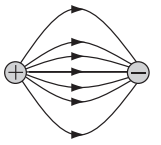
أي أن الجهد الكهربائي يصبح = 20 V (أو أيّ طريقة أخرى ممكنة).

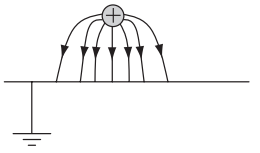
١٢. ج

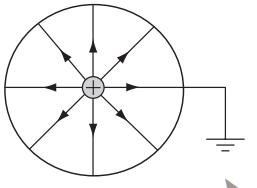
١٣. أ (ب: استخدم $\frac{1}{r}$، ج: استخدم r، د: استخدم r^2).

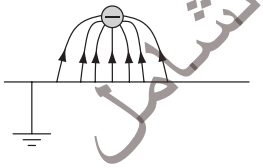
١٤. من أ إلى هـ.

أ.


ب.


ج.


د.


هـ.


١٥. أ.
$$E = \frac{V}{d} = \frac{2500}{0.040}$$
$$= 6.25 \times 10^4\ \text{V m}^{-1}$$

ب. ١.
$$F = EQ = 6.25 \times 10^4 \times 2.4 \times 10^{-9}$$
$$= 1.5 \times 10^{-4}\ \text{N}$$

٢.
$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.5 \times 10^{-4}}{4.2 \times 10^{-6}} = 36\ \text{m s}^{-2}$$

١٦. أ.
$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{2.4 \times 10^{-9}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.02^2}$$
$$= 5.4 \times 10^4\ \text{V m}^{-1}$$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{2.4 \times 10^{-9}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.04^2}$

$= 1.3 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$

(أو ربع إجابة الجزئية (أ)؛ لأن المسافة قد تضاعفت).

١٧. أ. الجهد الكهربائي V:

$$V = \frac{Q}{4\pi \times \varepsilon_0 r}$$

وبإعادة ترتيب المعادلة للحصول على الشحنة الكهربائية:

$Q = 4\pi \times \varepsilon_0 r \times V$

$= 4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.03 \times 20 \times 10^3$

$= 6.7 \times 10^{-8} \text{ C}$

ب. $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{6.7 \times 10^{-9}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.03^2}$

$= 6.7 \times 10^5 \text{ N C}^{-1}$

١٨. جهد التأيّن للهيدروجين:

$V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

$= \frac{1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 1.05 \times 10^{-10}} = 13.7 \text{ V}$

١٩. أ. ١. $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{2.0 \times 10^{-9}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 0.05^2}$

$\approx 7200 \text{ V m}^{-1}$

وهي موجبة لأن لها قيمًا موجبة لشدة المجال الكهربائي كما هو موضح في التمثيل البياني في السؤال.

٢. محصلة شدة المجال على بُعد 5 cm:

$\approx 1800 \text{ V m}^{-1}$

وبالتالي، المجال بسبب الكرة B:

$= 7200 - 1800 = 5400 \text{ V m}^{-1}$

$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$، يقود إلى

$Q = E \times 4\pi \times \varepsilon_0 \times r^2 = 1.5 \times 10^{-9} \text{ C}$

ب. ١. $V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

$= \frac{2.0 \times 10^{-9}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 1.0 \times 10^{-2}}$

$\approx 1800 \text{ V}$

٢. يكون الجهد الكهربائي أكبر قبل إزالة الكرة B، وبما أن الجهد الكهربائي كمية عددية، بالتالي فإن المحصلة للجهد عبارة عن حاصل جمع الجهدين.

٢٠. أ. الجهد الكهربائي في نقطة ما هو الشغل المبذول في نقل وحدة شحنة كهربائية موجبة من اللانهاية إلى تلك النقطة.

ب. ١. $V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$

بما أن شحنة البروتون المضاد سالبة، بالتالي: $Q = -e$

$= \frac{-1.6 \times 10^{-19}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times 5.3 \times 10^{-11}}$

$= -27.1 \text{ V}$

٢. $W = VQ = -27.1 \times (-1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

$= +4.3 \times 10^{-18} \text{ J}$

٢١. أ. $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{6.0 \times 10^{-8}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times (0.8 \times 10^{-2})^2}$

$= 8.4 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$

ب. ١. $F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$= \frac{6.0 \times 10^{-8} \times (-4.5 \times 10^{-8})}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \times (5.0 \times 10^{-2})^2}$

$= -9.7 \times 10^{-3} \text{ N}$

٢. القراءة الجديدة للميزان:

$= 0.0482 - 0.0097 = 0.0384 \text{ N}$

ج. $\Delta V = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

$= \frac{6.0 \times 10^{-8}}{4\pi \times 8.85 \times 10^{-12}}\left(\frac{1}{3.5 \times 10^{-2}} - \frac{1}{5.0 \times 10^{-2}}\right)$

$= 4.6 \times 10^3 \text{ V}$

الشغل المبذول:

$Q\Delta V = 4.6 \times 10^{-3} \times (-4.5 \times 10^{-8})$

$= -2.1 \times 10^{-4} \text{ J}$

المعلم الإلكتروني الشامل