حسب المنهاج الجديد

منصة تلاخيص منهاج أردني تقدم للكم

النيرد في مادة الفيزياء

الوحدة الثالثة من مادة الفيزياء الصف الأول ثانوي

الدرس الأول والثاني

الأستاذ معاذ أبو يحيى والأستاذ عز الدين أبو رمان

يمكنكم متابعة شروحاتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء
مدرسة الفيزياء

تابعونا على مجموعة مدرسة الفيزياء على الفيس بوك :

تجدون فيها كل ما يخص المادة من أوراق عمل وامتحانات وشروحات

تابعونا على قناة مدرسة الفيزياء على اليوتيوب :

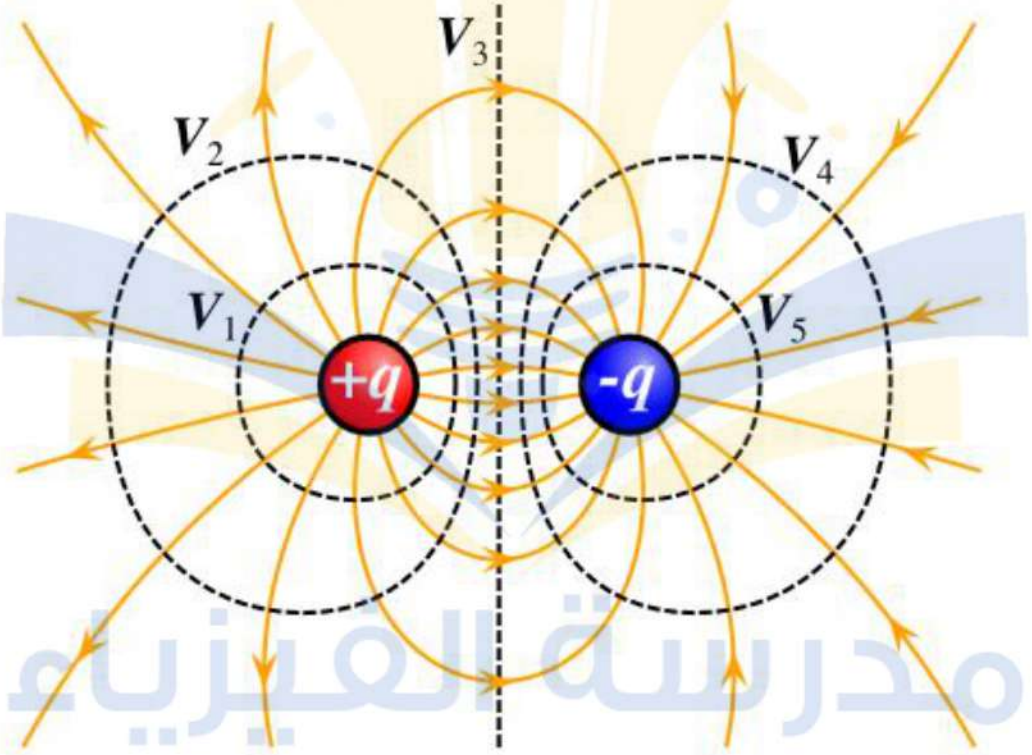
تجدون فيها شرح جميع دروس المادة وحل أسئلة المادة

تابعونا على منصة تلاخيص منهاج أردني على الفيس بوك :

تجدون فيها تلاخيص وشروحات المواد الدراسية لمختلف الصفوف

الوحدة الثالثة من مادة فيزياء الصف الأول ثانوي

الجهد الكهربائي



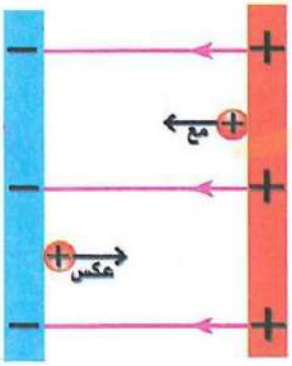
مدرسة الفيزياء

الوحدة الثالثة : الجهد الكهربائي

الدرس الأول : الجهد الكهربائي لشحنة نقطية

• (نظام الشحنة – المجال) ← عالم الشحنات

علمنا سابقًا بأن المجال الكهربائي حيز يؤثر على الشحنات الكهربائية الموضوعة فيه بقوة كهربائية ($F = Eq$) وبالتالي فأن هذه الشحنات تكتسب طاقة وضع تسمى بطاقة الوضع الكهربائية لأنها موجودة في المجال الكهربائي.



• في حالة حركة الشحنات الموجبة داخل المجال الكهربائي :

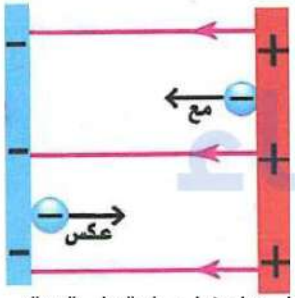
تنتقل الشحنات الموجبة دائما مع اتجاه المجال لوحدها بفعل القوة الكهربائية لذلك لا تحتاج قوة خارجية وهذا يعني حدوث نقصان في طاقة الوضع لذلك يكون القانون :

$$(W_{electric} = -\Delta PE)$$

اذا اردنا نقل الشحنات الموجبة باتجاه معاكس لاتجاه المجال فهذا يتطلب بذل شغل عليها من قبل قوة خارجية وهذا يعني حدوث زيادة في طاقة الوضع لذلك يكون القانون :

$$(W_{Fext} = +\Delta PE)$$

• في حالة حركة الشحنات السالبة داخل المجال الكهربائي :



تنتقل الشحنات السالبة دائما عكس اتجاه المجال لوحدها بفعل القوة الكهربائية لذلك لا تحتاج قوة خارجية وهذا يعني حدوث نقصان في طاقة الوضع لذلك يكون القانون :

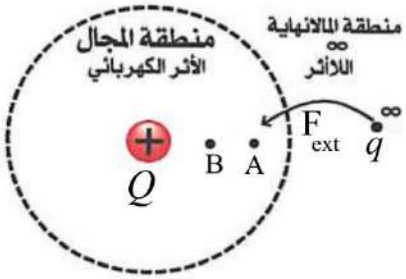
$$(W_{electric} = -\Delta PE)$$

اذا اردنا نقل الشحنات السالبة باتجاه معاكس لاتجاه المجال فهذا يتطلب بذل شغل عليها من قبل قوة خارجية وهذا يعني حدوث زيادة في طاقة الوضع لذلك يكون القانون:

$$(W_{Fext} = +\Delta PE)$$

في عالم الشحنات تم الاصطلاح على أن المالانهاية (∞) هي النقطة المرجعية التي تكون طاقة الوضع عندها صفرًا ($PE_\infty = 0$) وبالتالي أي نقطة تقع خارج حيز المجال الكهربائي تُعامل معاملة المالانهاية.

● الجهد الكهربائي في مجال شحنة نقطية :



- في الشكل المجاور عند نقل وحدة الشحنات الموجبة اصطلاحًا من المالانهاية ووضعها عند النقطة (A) داخل المجال الكهربائي للشحنة النقطية فإننا نبذل شغلًا (جهدًا كهربائيًا) بفعل قوة خارجية على هذه الشحنة الموضوعة.
- هذا الشغل المبذول عليها لا يضيع بل يختزن في الشحنة على شكل طاقة وضع كهربائية يمثل مقدارها عديًا الجهد الكهربائي عند تلك النقطة.

$$V_A = \frac{W_{F_{ext}}}{q} \rightarrow V_A = \frac{PE_A}{q}$$

ملاحظات مهمة

- يتخذ الجهد عند نقطة ما قيمة ثابتة ولا يعتمد على مقدار الشحنة (q) فإذا تغيرت (q) فستتغير طاقة الوضع حيث تبقى النسبة بينهم ثابتة.
- الجهد الكهربائي كمية قياسية وتقاس بوحدة (J/C) والتي تسمى فولت.
- وحدة (J/C) تكافئ وحدة $(N.m/C)$.
- الجهد الكهربائي وطاقة الوضع في اللانهاية يساوي صفر.

سؤال وضح ما المقصود بالجهد الكهربائي عند نقطة ما؟

طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة موجبة توضع عند هذه النقطة في مجال كهربائي.
أو الشغل الذي تبذله قوة خارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة بسرعة ثابتة من االانهاية إلى تلك النقطة في المجال الكهربائي.

سؤال وضح ما المقصود بالفولت؟

هي طاقة وضع كهربائية مقدارها واحد جول تختزن في وحدة الشحنات الموجبة موضوعة في نقطة داخل مجال كهربائي.

سؤال ماذا يعني قولنا بأن الجهد الكهربائي عند نقطة (1) فولت ؟

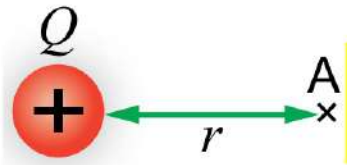
يعني أنه إذا وضعت شحنة كهربائية مقدارها (1) كولوم عند تلك النقطة فإنها ستختزن طاقة وضع كهربائية مقدارها (1) جول.

ملاحظات مهمة

- تزداد الطاقة الحركية لشحنة تتعرض لقوة كهربائية وتقل طاقة الوضع.
- تزداد طاقة الوضع لشحنة تتعرض لقوة خارجية وتقل الطاقة الحركية.

الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة أو عدة شحنات نقطية

• لحساب الجهد الكهربائي عند نقطة والناشئ عن شحنة نقطية نستخدم العلاقة :



$$V_A = \frac{kQ}{r}$$

r : المسافة بين النقطة والشحنة المسببة للمجال ، Q : الشحنة المسببة للمجال ، k : ثابت كولوم

سؤال ما هي العوامل التي يعتمد عليها الجهد الكهربائي ؟

1- مقدار الشحنة المسببة للمجال.

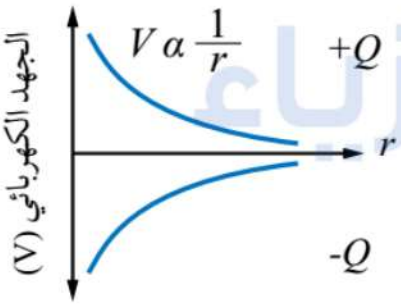
2- بعد النقطة عن الشحنة المسببة للمجال.

3- سماحية الوسط الكهربائية.

ملاحظات مهمة

- يكون الجهد الكهربائي موجبا إذا كانت الشحنة المسببة للمجال موجبة ويكون سالبًا إذا كانت الشحنة المسببة للمجال سالبة.
- تكون العلاقة بين الجهد الكهربائي عند نقطة وبعد النقطة عن الشحنة (طردية وعكسية) حسب نوع الشحنة المُسببة للمجال الكهربائي.
- في مختلف قوانين الجهد الكهربائي نقوم بتعويض السالب والموجب للشحنة في القانون.

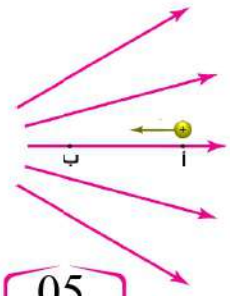
• التمثيل البياني للعلاقة بين الجهد الكهربائي عند نقطة وبُعد النقطة عن الشحنة:



هنالك حالتين للتمثيل البياني:

1. الحالة الأولى: عندما تكون الشحنة موجبة يكون الجهد موجبا والعلاقة بين الجهد وبعد النقطة هنا تكون علاقة عكسية.
2. الحالة الثانية: عندما تكون الشحنة سالبة يكون الجهد سالبا والعلاقة بين الجهد وبعد النقطة هنا تكون علاقة طردية.

عند نقل شحنة داخل مجال كهربائي من نقطة (أ ← ب) فإن طاقة الوضع الكهربائية ستتغير وبالتالي سيحدث فرق في الجهد هناك.



الجهد المرتفع والجهد المنخفض

☑ لفحص مناطق الجهد (المرتفع أو المنخفض) نستخدم دائما شحنة اختبار موجبة ولا يجوز أبدًا التخطيط باستخدام شحنة اختبار سالبة لأننا بذلك نخالف الاصطلاح العالمي.

☑ عند حل المسائل الرياضية يمكن أن تكون الشحنة المسببة للمجال أو الموضوعة سالبة أو موجبة.

■ فحص مناطق الجهد في حال كانت الشحنة المسببة للمجال موجبة :

⊂ في الشكل تتحرك شحنة الاختبار الموجبة من الموقع (B) إلى (A) بفعل قوة خارجية بسبب قوة التنافر بينها وبين الشحنة المسببة للمجال.

⊂ هذا يعني أن شحنة الاختبار انتقلت من نقطة جهد منخفض (B) إلى نقطة جهد مرتفع (A)

■ فحص مناطق الجهد في حال كانت الشحنة المسببة للمجال سالبة :

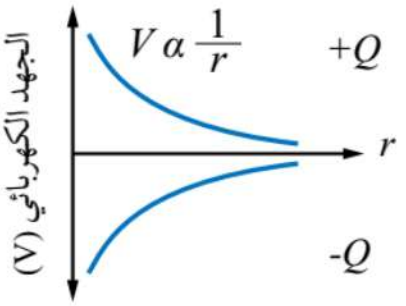
⊂ في الشكل تتحرك شحنة الاختبار الموجبة من الموقع (B) إلى (A) لوحدها وبدون قوة خارجية بسبب قوة التجاذب الكهربائية مع الشحنة المسببة للمجال.

⊂ هذا يعني أن شحنة الاختبار انتقلت من نقطة جهد مرتفع (B) إلى نقطة جهد منخفض (A)

المختصر المفيد

• يكون اتجاه المجال الكهربائي دائما باتجاه تناقص الجهد الكهربائي (اصطلاحا)

⊂ كلما ابتعدنا عن الشحنة الموجبة قل الجهد (علاقة عكسية مع المسافة).
⊂ كلما ابتعدنا عن الشحنة السالبة زاد الجهد (علاقة طردية مع المسافة).



سؤال وضح ما المقصود بالجهد الكهربائي بين نقطتين؟

هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة موجبة عند انتقالها في المجال الكهربائي.

- لحساب الشغل المبذول من قبل (قوة خارجية أو كهربائية) عند نقل شحنة بين نقطتين أو فرق الجهد بين نقطتين نستخدم العلاقات الآتية :

$$V_{A\to B} = \frac{\pm \Delta PE}{q} = \frac{W_{F\,ext\ or\ electric\,A\to B}}{q}$$

$$W_{F\,ext\,A\to B} = q\Delta V_{A\to B} = q\Delta(V_B - V_A) = +\Delta PE$$

$$W_{F\,electric\,A\to B} = -q\Delta V_{A\to B} = -q\Delta(V_B - V_A) = -\Delta PE$$

الفرق في الجهد والتغير في الجهد

$$V_{ab} = V_b - V_a$$

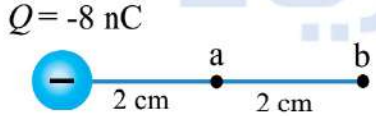
$$\Delta V_{ab} = V_b - V_a$$

$$V_{ab} = -V_{ba}$$

ملاحظات مهمة

- تزداد الطاقة الحركية لشحنة تتعرض لقوة كهربائية وتقل طاقة الوضع.
- تزداد طاقة الوضع لشحنة تتعرض لقوة خارجية وتقل الطاقة الحركية.

سؤال معتمداً على البيانات الموضحة في الشكل شحنة كهربائية نقطية سالبة مقدارها (-8 nC). احسب قيم الجهد عند النقاط (a) و (b) ثم جد الفرق في الجهد بين النقطتين (a) و (b).

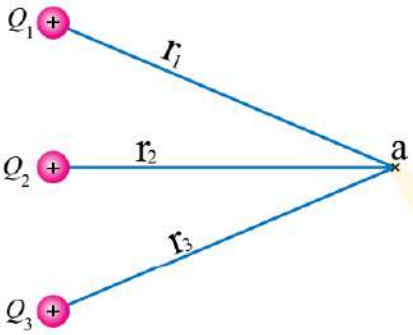


$$V_a = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^9\times(-8\times10^{-9})}{2\times10^{-2}} = -36\times10^2\ \text{V}$$

$$V_b = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^9\times(-8\times10^{-9})}{4\times10^{-2}} = -18\times10^2\ \text{V}$$

$$V_a - V_b = -36\times10^2 - -18\times10^2 = -36\times10^2 + 18\times10^2 = -18\times10^2\ \text{V}$$

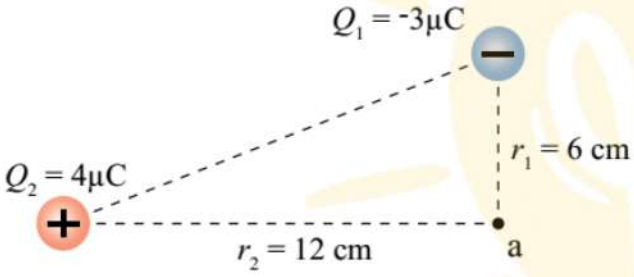
• لحساب الجهد الكهربائي عند نقطة والناشئ عن عدة شحنات نقطية نستخدم العلاقة:



$$V_A = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$$

$$V_A = \frac{kQ_1}{r_1} + \frac{kQ_2}{r_2} + \frac{kQ_3}{r_3} + \ldots$$

سؤال معتمدًا على البيانات الموضحة في الشكل احسب مقدار الجهد الكهربائي عند (a).



$$V_a = V_1 + V_2$$

$$V_1 = \frac{kQ_1}{r_1} = \frac{9\times10^9\times(-3\times10^{-6})}{6\times10^{-2}} = -4.5\times10^5 \text{ V}$$

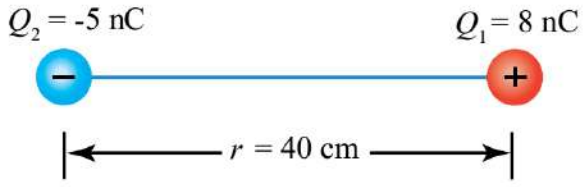
$$V_2 = \frac{kQ_2}{r_2} = \frac{9\times10^9\times(4\times10^{-6})}{12\times10^{-2}} = 3\times10^5 \text{ V}$$

$$V_a = V_1 + V_2 = -4.5\times10^5 + 3\times10^5 = -1.5\times10^5 \text{ V}$$

ملاحظات مهمة

✪ عند حساب جهد نقطة موجودة في موقع شحنة نقطية ما نقوم بإلغاء تأثير جهد هذه الشحنة على النقطة ونقوم بحساب الجهد الكهربائي لباقي الشحنات الكهربائية.

سؤال معتمدًا على البيانات الموضحة في الشكل احسب مقدار الجهد الكهربائي عند موقع الشحنة الثانية (الناشئ عن الشحنة الأولى).



$$V_2 = \frac{kQ_1}{r_1} = \frac{9\times10^9\times(-8\times10^{-6})}{40\times10^{-2}} = -18\times10^4 \text{ V}$$

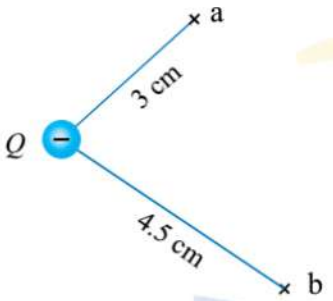
أُفكِّرُ: **إذا نُقلت شحنة اختبار ($+q$) بتسارع ثابت بواسطة قوة خارجية من اللانهاية إلى نقطة في مجال كهربائي فهل يساوي شغل القوة الخارجية التغير في طاقة الوضع؟ وضح إجابتك ..**

شغل القوة الخارجية بعد تجهيز المعادلة يكون مساويًا لطاقة وضع النقطة وليس التغير.

$$W_{F\,ext\,\infty\to A} = q\Delta V_{\infty\to A} = q\Delta(V_A - V_\infty) = q\Delta(V_A - 0) = q\Delta(V_A)$$

$$W_{F\,ext\,\infty\to A} = \Delta PE = PE_A - PE_\infty = PE_A - 0 = PE_A$$

سؤال **شحنة كهربائية (-0.05 μC) موضوعة في الهواء كما في الشكل، أحسب:**



أ - الجهد الكهربائي عند النقطتين (a) و (b).

$$V_a = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^9\times(-0.05\times10^{-9})}{3\times10^{-2}} = -1.5\times10^4\ V$$

$$V_b = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^9\times(-0.05\times10^{-9})}{4.5\times10^{-2}} = -1\times10^4\ V$$

ب - الفرق في الجهد الكهربائي بين النقطتين (a) و(b) ($V_a - V_b$).

$$V_a - V_b = -1.5\times10^4 - -1\times10^4 = -0.5\times10^4 = -5\times10^3\ V$$

تمرين **شحنة كهربائية موضوعة في الهواء والجهد الكهربائي الناشئ عنها عند نقطة (b) تبعد مسافة (0.08 m) عن تلك الشحنة يساوي (-4.5×10^3 V). أجب عما يأتي:**

أ - ما نوع الشحنة الكهربائية؟

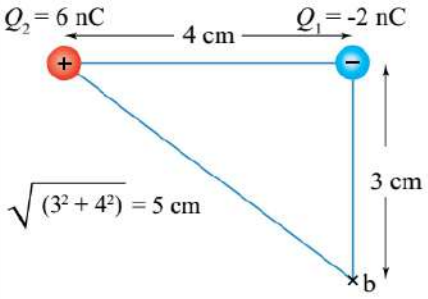
سالبة لأن الشحنة المسببة للمجال سالبة.

ب - ما مقدار الشحنة الكهربائية؟ هل يقد الجهد أم يزداد عند النقطة (b) كلما بعدت أكثر عن الشحنة؟

$$V = \frac{kQ}{r} \rightarrow Q = \frac{Vr}{k} = \frac{-4.5\times10^3\times0.08}{9\times10^9} = -4\times10^{-8}\ C$$

يزداد الجهد كلما ابتعدنا عن الشحنة السالبة لذلك يزداد الجهد عند النقطة (b) كلما زاد بعدها عن الشحنة.

سؤال شحنتان موضوعتان في الهواء كما في الشكل. بناءً على البيانات المُبينة في الشكل أحسب الجهد الكهربائي:



أ - عند النقطة (b).

$$V_b = V_1 + V_2$$

$$V_1 = \frac{kQ_1}{r_1} = \frac{9\times10^9\times(-2\times10^{-9})}{3\times10^{-2}} = -6\times10^2\ \text{V}$$

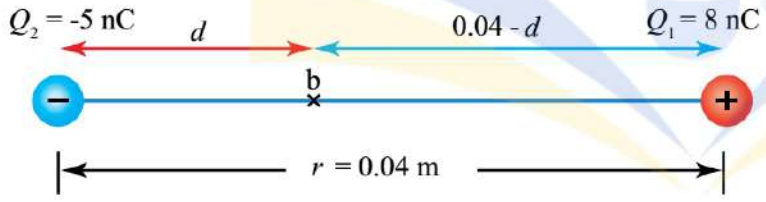
$$V_2 = \frac{kQ_2}{r_2} = \frac{9\times10^9\times(6\times10^{-9})}{5\times10^{-2}} = 10.8\times10^2\ \text{V}$$

$$V_b = V_1 + V_2 = -6\times10^2 + 10.8\times10^2 = 4.8\times10^2\ \text{V} = 480\ \text{V}$$

ب - عند موقع الشحنة الأولى (الناشئ عن الشحنة الثانية).

$$V_1 = \frac{kQ_2}{r_2} = \frac{9\times10^9\times(6\times10^{-9})}{4\times10^{-2}} = 13.5\times10^2\ \text{V}$$

سؤال شحنتان موضوعتان في الهواء (-5 nC, 8 nC) والمسافة بينهما (40 mm).
جد بعد نقطة عن الشحنة (-5 nC) تقع على الخط الواصل بين الشحنتين، بحيث يكون الجهد الكهربائي عندها يساوي صفرًا.



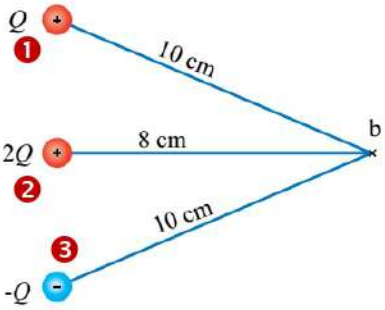
$$V_b = V_1 + V_2 = 0$$

$$V_1 = -V_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1} = -\frac{kQ_2}{r_2} \rightarrow \frac{Q_1}{r_1} = -\frac{Q_2}{r_2} \rightarrow \frac{8\times10^{-9}}{0.04-d} = -\frac{-5\times10^{-9}}{d}$$

$$\frac{8}{0.04-d} = \frac{5}{d} \rightarrow 8d = 5(0.04-d) \rightarrow 8d = 0.2-5d \rightarrow 13d = 0.2$$

$$\rightarrow d = 0.0154\ \text{m} = 15.4\times10^{-3}\ \text{m} = 15.4\ \text{mm}$$



تمرين (3) شحنات كهربائية $(Q\ ,\ 2Q\ ,\ -Q)$ موضوعة في الهواء كما في الشكل، فإذا علمت أن الجهد الكهربائي الناشئ عن الشحنة (Q) عند النقطة (b) يساوي (360 V) فأحسب:

أ - مقدار كل من الشحنات الكهربائية الثلاث.

$$V_1 = \frac{kQ}{r} \rightarrow Q = \frac{Vr}{k} = \frac{360\times10\times10^{-2}}{9\times10^{9}} = 400\times10^{-11}\ C = 4\times10^{-9}\ C$$

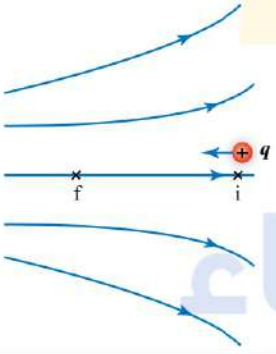
$$Q_1 = Q = 4\times10^{-9}\ C\ ,\ Q_2 = 2Q = 8\times10^{-9}\ C\ ,\ Q_3 = -Q = -4\times10^{-9}\ C$$

أ - الجهد الكهربائي عند النقطة (b).

$$V_b = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{kQ_1}{r_1} + \frac{kQ_2}{r_2} + \frac{kQ_3}{r_3}$$

$$= \frac{9\times10^{9}\times4\times10^{-9}}{10\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times8\times10^{-9}}{8\times10^{-2}} + \frac{9\times10^{9}\times-4\times10^{-9}}{10\times10^{-2}}$$

$$= \frac{9\times10^{9}\times8\times10^{-9}}{8\times10^{-2}} = 9\times10^{2}\ V = 900\ V$$



سؤال هل تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (q) عند نقلها من النقطة (i) إلى النقطة (f)؟

في هذه الحالة نحتاج إلى قوة خارجية لنقل الشحنة من (i) إلى (f) لذلك فإن القوة الخارجية تختزن شغلًا يختزن على شكل طاقة وضع كهربائية في الشحنة وبالتالي سيكون زيادة في طاقة الوضع الكهربائية.

أُفكِّرُ: وضعت شحنة كهربائية عند نقطة في مجال كهربائي، فرق بين الجهد الكهربائي وطاقة الوضع الكهربائية للشحنة الموضوعة عند تلك النقطة.

الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال كهربائي لا يعتمد على الشحنة الموضوعة عند تلك النقطة وإنما يعتمد على بعد النقطة ومقدار الشحنة المسببة للمجال وسماحية الوسط الكهربائي بينما طاقة الوضع الكهربائية للشحنة الموضوعة عند نقطة ما تعتمد على كل من مقدار الشحنة الموضوعة والجهد الكهربائي عند تلك النقطة.

ملاحظات مهمة

✪ نظام (المجال الكهربائي– الشحنة النقطية) نظام محافظ، والقوة الكهربائية قوة محافظة.

✪ في النظام المحافظ يكون مجموع الطاقة الميكانيكية للنظام ثابت بمعنى أن مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع الكهربائية يساوي مقدارًا ثابتًا.

$$ME = PE + KE = \text{Constant}$$

$$\Delta ME = \Delta PE + \Delta KE = 0$$

✪ نقصان طاقة الوضع يقابلها زيادة في الطاقة الحركية والعكس صحيح.

ملاحظة مهمة عند حل المسائل

• نقتصر في دراستنا على أن يكون الوسط المحيط في الشحنات هو الهواء لذلك نستخدم ثابت كولوم في الهواء $9\times10^{+9}$.

• لتحديد مناطق الجهد المرتفع والمنخفض نستخدم شحنة اختبار (q) دائما موجبة ويمنع التخطيط بسالبة لكن عند حل المسائل لحساب القوة الكهربائية أو المجال قد تكون شحنة الاختبار موجبة او سالبة حسب ما يتم ذكره في السؤال عند وضع الشحنة.

- إذا كانت الشحنة المسببة للمجال موجبة فان العلاقة بين المسافة والجهد عكسية.
- إذا كانت الشحنة المسببة للمجال سالبة فان العلاقة بين المسافة والجهد طردية.

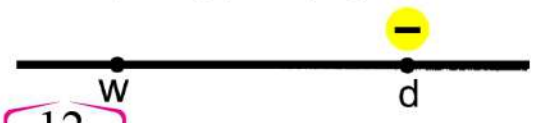
• يتم تعويض إشارة الشحنة السالبة (الموضوعة أو المسببة للمجال) عند حساب القوة الكهربائية أو المجال لأنها كميات قياسية ويعبر عنها بالمقدار.

✓ أتحقَّقُ: **صف العلاقة التي تربط بين الشغل الذي تبذله قوة خارجية والتغير في طاقة الوضع الكهربائية عند نقل بروتون من نقطة إلى أخرى بعكس اتجاه المجال. أي الجهدين أكبر، الجهد عند النقطة التي انتقل منها البروتون أم التي انتقل إليها؟**

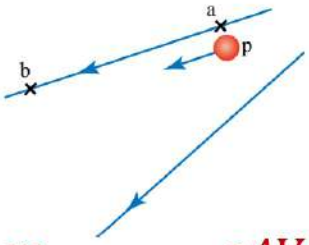
عند نقل شحنة موجبة عكس اتجاه المجال –أي إلى الطرف الموجب– نحتاج إلى قوة خارجية وبالتالي فإن طاقة الوضع ستزداد.

يكون جهد النقطة التي انتقل منها البروتون أقل من جهد النقطة التي انتقل إليها.

تدريب **عندما نقلنا إلكترون من النقطة (d) إلى النقطة (w) باتجاه مواز لخطوط المجال الكهربائي كما في الشكل المجاور ازدادت طاقة الوضع الكهربائية له. حدد اتجاه المجال الكهربائي:.**



سؤال تحرك بروتون من النقطة (a) إلى النقطة (b) باتجاه المجال الكهربائي كما في الشكل. إذا علمت أن فرق الجهد بين النقطتين ($V_b - V_a = -5V$) وشحنة البروتون (1.6×10^{-19} C)، فأحسب:



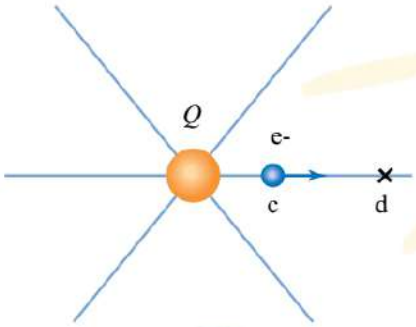
أ - شغل القوة الكهربائية المبذول لتحريك البروتون من (a) إلى (b).

$$W_{F\,ele\,a\to b} = -q\Delta V_{a\to b} = -q(V_b - V_a) = -1.6\times10^{-19}\times(-5) = 8\times10^{-19}\ \text{J}$$

ب - التغير في طاقة الوضع الكهربائية للبروتون.

$$W_{F\,ele\,a\to b} = -q\Delta V_{a\to b} = -\Delta PE = 8\times10^{-19}\ \text{J} \rightarrow \Delta PE = -8\times10^{-19}\ \text{J}$$

سؤال وُضع إلكترون في وضع السكون عند النقطة (c) في المجال الكهربائي للشحنة (Q) فتحرك بفعل قوة المجال الكهربائي للشحنة إلى النقطة (d) كما في الشكل ليخسر من طاقة وضعه الكهربائية (3.2×10^{-18} J) إذا علمت أن شحنة الإلكترون (-1.6×10^{-19} C)، فأجيب عما يأتي:



أ - حدد اتجاه خطوط المجال الكهربائي.

بما أن الإلكترون تحرك بفعل القوة الكهربائية عند نقله من (c) إلى (d) فهذا يعني أن المسببة للمجال سالبة وبالتالي تكون خطوط المجال داخلة في الشحنة (Q).

ب - أحسب مقدار فرق الجهد بين النقطتين (V_{cd}).

$$W_{F\,ele\,cd} = -q\Delta V_{cd} = -\Delta PE \rightarrow -q\Delta V_{cd} = -\Delta PE \rightarrow -qV_{cd} = -\Delta PE$$

$$-(-1.6\times10^{-19})\,V_{cd} = -(-3.2\times10^{-18}) \rightarrow V_{cd} = 20\ \text{V}$$

جـ - أيهما أكبر جهد النقطة (c) أم النقطة (d)؟

بما أن ($V_{cd} = V_d - V_c = 20$) موجب فهذا يعني أن (V_d) أكبر من (V_c).

د - أحسب مقدار الشغل الذي بذلته القوة الكهربائية في تحريك الإلكترون من النقطة (c) إلى النقطة (d).

$$W_{F\,ele\,c\to d} = -q\Delta V_{c\to d} = -q(V_d - V_c) = -(-1.6\times10^{-19})\times(20) = 32\times10^{-19}\ \text{J}$$

OR

$$W_{F\,ele\,c\to d} = -\Delta PE = -(-3.2\times10^{-18}) = +3.2\times10^{-18}\ \text{J} = +32\times10^{-19}\ \text{J}$$

أسئلة إضافية وإثرائية على الجهد الكهربائي الناشئ عن الشحنات النقطية

سؤال 1 شحنة كهربائية مقدارها (2×10^{-8} C) موضوعة عند النقطة (A) والتي جهدها (5 V) احسب ما يلي :

1 - طاقة الوضع الكهربائية للشحنة.

$$PE_A = V_A q = (5)\times2\times10^{-8} = 10\times10^{-8}\ J$$

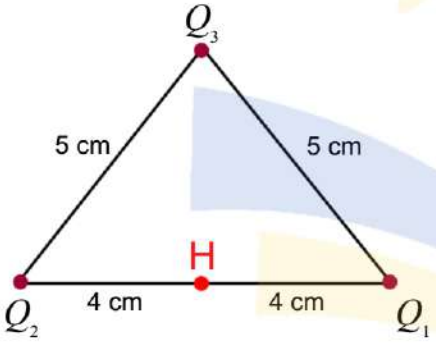
2 - الشغل اللازم لنقل الشحنة من النقطة (A← B) علمًا بأن (V_B=12 V).

$$W_{F\,ext\,A\to B} = -q\Delta V_{A\to B} = -q(V_B - V_A) = -(2\times10^{-8})\times(12-5) = -14\times10^{-8}\ J$$

3 - التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من (A← B).

$$W_{F\,ext\,A\to B} = -\Delta PE \rightarrow -14\times10^{-8} = -\Delta PE \rightarrow \Delta PE = 14\times10^{-8}\ J$$

سؤال 2 معتمدًا على الشكل التالي إذا علمت أن (Q_1=-2×10^{-9} C) و (Q_2=4×10^{-9} C) و (Q_3=3×10^{-9} C)



فاحسب كل مما يلي :

1- جهد النقطة (H).

$$V_H = V_1 + V_2 + V_3 = \frac{kQ_1}{r_1} + \frac{kQ_2}{r_2} + \frac{kQ_3}{r_3}$$

$$V_H = \frac{9\times10^9\times-2\times10^{-9}}{4\times10^{-2}} + \frac{9\times10^9\times4\times10^{-9}}{4\times10^{-2}} + \frac{9\times10^9\times3\times10^{-9}}{3\times10^{-2}}$$

$$V_H = 13.5\times10^2\ V = 1350\ V$$

2- التغير في طاقة وضع بروتون عند نقله من المالانهاية إلى النقطة (H).

$$\Delta PE_{\infty\to H} = PE_H - PE_\infty = PE_H - 0 = PE_H$$

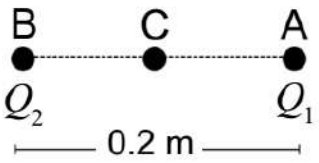
$$PE_H = V_H q = 1350\times1.6\times10^{-19} = 2160\times10^{-19}\ J$$

$$\Delta PE_{\infty\to H} = PE_H = 2160\times10^{-19}\ J$$

3- طاقة الوضع المختزنة في شحنة (1×10^{-6} C) وضعت عنده (H).

$$PE_H = V_H q = (1350)\times1\times10^{-6} = 1350\times10^{-6}\ J$$

سؤال 3 شحنتان نقطيتان (Q_1) و ($Q_2=4\times10^{-6}$ C) موضوعتان في الهواء عند النقطتين (A,B)، إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (C) الواقعة في منتصف المسافة بينهما يساوي صفرًا، معتمدًا على الشكل احسب مقدار الشحنة الأولى.

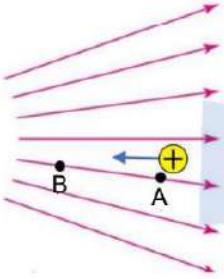


$$V_C = V_1 + V_2 = 0 \rightarrow V_1 = -V_2$$

$$\frac{kQ_1}{r_1} = -\frac{kQ_2}{r_2} \rightarrow \frac{Q_1}{r_1} = -\frac{Q_2}{r_2} \rightarrow \frac{Q_1}{0.1} = -\frac{4\times10^{-6}}{0.1}$$

$$\rightarrow Q_1 = -4\times10^{-6}\ \text{C}$$

سؤال 4 شحنة نقطية مقدارها (1×10^{-6} C) نقلت من النقطة (A) إلى (B) في مجال كهربائي بسرعة ثابتة كما في الشكل، فإذا بذلت القوة الخارجية شغلاً مقداره (6×10^{-6} J) فاحسب:



1- فرق الجهد بين النقطتين (A) و(B).

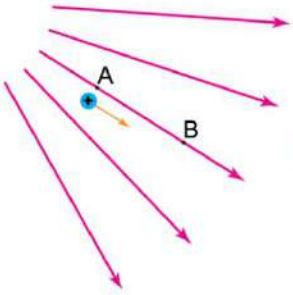
$$W_{F_{ext}AB} = q\Delta V_{AB} \rightarrow 6\times10^{-6} = (1\times10^{-6})V_{AB} \rightarrow V_{AB} = 6\ \text{V}$$

$$V_A - V_B = V_{BA} \rightarrow V_{BA} = -6\ \text{V}$$

2- الشغل الذي تبذله قوة كهربائية لنقل شحنة مقدارها (4×10^{-6} C) من (B) إلى (A).

$$W_{F_{ele}B\rightarrow A} = -qV_{BA} = -(4\times10^{-6})\times(-6) = 24\times10^{-6}\ \text{J}$$

سؤال 5 يبين الشكل بروتونًا يتحرك في مجال كهربائي تحت تأثير القوة الكهربائية فقط من النقطة (A) إلى النقطة (B)، إذا بذلت القوة الكهربائية عليه شغلاً مقداره (8×10^{-19} J) فاحسب كل ما يلي:



1- (V_{AB}).

$$W_{F_{ele}AB} = -qV_{AB} \rightarrow 8\times10^{-19} = (-1.6\times10^{-19})V_{AB} \rightarrow$$

$$V_{AB} = -5\ \text{V}$$

2- (V_{BA}).

$$V_{BA} = -V_{AB} \rightarrow V_{BA} = 5\ \text{V}$$

3- (ΔV_{AB}).

$$\Delta V_{AB} = V_{AB} = -5\ \text{V}$$

سؤال 6 نقطتان (A,B) موضوعتان ضمن مجال كهربائي، إذا كان ($V_{AB}=-4\ V$) و ($V_B=4\ V$) فاحسب:

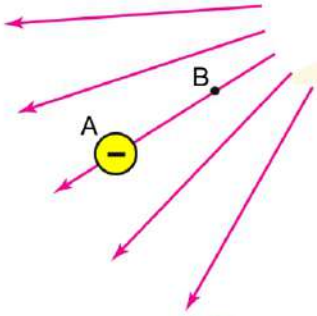
1- شغل القوة الخارجية لنقل بروتون من اللانهاية إلى النقطة (A) بسرعة ثابتة.

$$V_{AB} = V_B - V_A = -4 = (4 - V_A) \rightarrow V_A = 8\ V$$

2- شغل القوة الكهربائية اللازمة لنقل إلكترون من (A) إلى (B).

$$W_{F\,ele\,A\rightarrow B} = -qV_{AB} = -(-1.6\times10^{-19})\times(-4) = 6.4\times10^{-19}\ J$$

سؤال 7 يبين الشكل نقطتين في مجال كهربائي، وضعت شحنة سالبة عند النقطة (A) فتحركت نحو النقطة (B)، معتمدًا غلى الشكل أجب عما يلي:



1- حدد نوع القوة المؤثرة في الشحنة.

القوة الكهربائية.

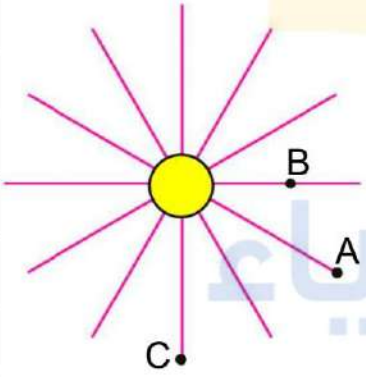
2- هل تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ام تقل.

يقل التغير في طاقة الوضع (وطاقة الوضع).

3- هل (V_{AB}) موجب أم سالب؟

جهد (A) أكبر من جهد (B) لأن الجهد يتناقص مع اتجاه المجال الكهربائي.

سؤال 8 يمثل الشكل النقاط (A,B,C) والتي تقع ضمن مجال كهربائي لشحنة نقطية، إذا علمت أن بُعد النقطة (A) يساوي بُعد النقطة (C) و ($V_{AB}=-3\ V$)، احسب ما يلي:



1- ما نوع الشحنة المولدة للمجال؟

بما أن الجهد يتناقص مع اتجاه المجال الكهربائي فهذا يعني أن الشحنة المسببة للمجال سالبة.

2- حدد اتجاه خطوط المجال الكهربائي.

بما أن الجهد يتناقص مع اتجاه المجال الكهربائي فهذا يعني أن الشحنة المسببة للمجال سالبة.

3- قارن بين (V_{AB}) و(V_{CB}).

بما أن بعد النقطة (A) مساوي لبعد (C) فهذا يعني أن لهما نفس الجهد الكهربائي وبالتالي سيكون ($V_{AB} = V_{CB}$).

سؤال 9 مجال كهربائي ناشئ عن شحنة نقطية، عند وضع شحنة كهربائية مقدارها (-8×10^{-13} C) تحت تأثير مجال تلك الشحنة عند النقطة (C) في الفراغ وُجد أن طاقة وضعها تساوي (288×10^{-14} J)، وعند وضعها عند النقطة (N) وُجد أن طاقة وضعها تساوي (96×10^{-14} J)، اعتمادًا على ذلك احسب ما يلي:

1- (ΔV_{CN}).

$$V_C = \frac{PE_C}{q} = \frac{288\times10^{-14}}{-8\times10^{-13}} = -36\times10^{-1}\ J = -3.6\ J$$

$$V_N = \frac{PE_N}{q} = \frac{96\times10^{-14}}{-8\times10^{-13}} = -12\times10^{-1}\ J = -1.2\ J$$

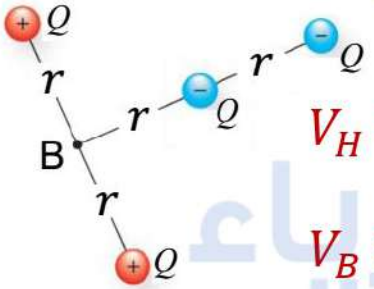
$$\Delta V_{CN} = V_{CN} = V_N - V_C = -1.2 - 3.6 = 2.4\ V$$

2- التغير في الطاقة الحركية عند انتقال الشحنة من (C) إلى (N).

$$\Delta KE_{C\to N} = -\Delta PE_{C\to N} = -(PE_N - PE_C) = -(96\times10^{-14} - 288\times10^{-14})$$

$$= -(-192\times10^{-14}) = 192\times10^{-14}\ J$$

سؤال 10 في الشكل المجاور احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (B)، إذا علمت أن ($r = 4cm$) و ($Q = 5\times10^{-6}$ C).



$$V_H = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_B = \frac{kQ}{r} + \frac{kQ}{r} + \frac{-kQ}{r} + \frac{-kQ}{2r}$$

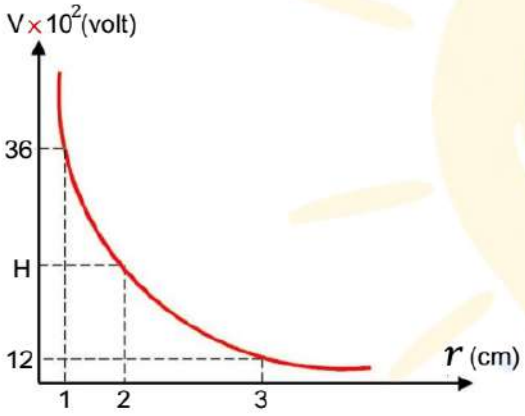
$$V_H = \frac{kQ}{r} + \frac{-kQ}{2r} = \frac{2kQ}{2r} + \frac{-kQ}{2r} = \frac{kQ}{2r}$$

$$V_H = \frac{9\times10^{9}\times5\times10^{-6}}{2\times4\times10^{-2}} = \frac{45}{8}\times10^{5}\ V$$

سؤال 11 إذا علمت أن الجهد الكهربائي عند النقطة (A) يساوي (8 V) احسب قيمة الجهد الكهربائي عند النقطة (B).

$$V_A = \frac{kQ}{r} = 8\ V \rightarrow V_B = \frac{kQ}{2r} = \frac{1}{2}\frac{kQ}{r} = \frac{1}{2}V_A = \frac{1}{2} \times 8 = 4\ V$$

سؤال 12 الشكل المجاور يمثل العلاقة بين الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية والبعد عن الشحنة النقطية، احسب:



1- قيمة الشحنة المسببة للمجال ونوعها.

$$V = \frac{kQ}{r} \rightarrow Q = \frac{Vr}{k}$$

$$Q = \frac{36\times10^{2}\times1\times10^{-2}}{9\times10^{9}} \rightarrow Q = 4\times10^{-9}\ C$$

2- قيمة (H).

$$V = \frac{kQ}{r} = \frac{9\times10^{9}\times4\times10^{-9}}{2\times10^{-2}} = 18\times10^{+2}\ V \rightarrow H = 18$$

3- طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في بروتون عند وضعه على بُعد (3 cm) من الشحنة.

$$PE = Vq = 12\times10^{+2}\times1.6\times10^{-19} = 19.2\times10^{-17}\ J$$

4- مقدار القوة الكهربائية المؤثرة على إلكترون عند وضعه على بُعد (2 cm) من الشحنة.

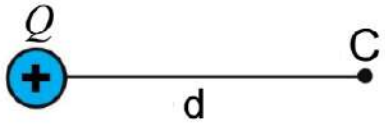
$$F = \frac{kQ_1Q_e}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times(4\times10^{-9})\times(1.6\times10^{-19})}{(2\times10^{-2})^2} = 14.4\times10^{-15}\ N$$

Another solution :

$$E_a = k\frac{Q}{r^2} = \frac{9\times10^{9}\times(4\times10^{-9})}{(2\times10^{-2})^2} = 9\times10^{+4}\ N/C$$

$$F = Eq = 9\times10^{+4}\times1.6\times10^{-19} = 14.4\times10^{-15}\ N$$

تدريب يبين الشكل المجاور شحنة نقطية موضوعة في الهواء، إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (C) يساوي (10 N/C) ومقدار الجهد الكهربائي عند النقطة (C) نفسها يساوي (6 V)، احسب كل من:



1- بعد النقطة (C) عن الشحنة (Q).

2- مقدار الشحنة (Q) ونوعها.

3- شغل القوة الخارجية المبذول لنقل شحنة (2×10^{-6} C) من المالانهاية إلى النقطة (C) بسرعة ثابتة.

تدريب يبين الشكل نقطة (B) تقع على الخط الواصل بين شحنتين نقطيتين، إذا كانت الشحنة الأولى موجبة و ($V_B= 0$ V)، فأجب عما يأتي:

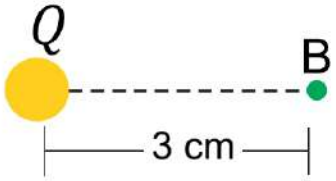
1- ما نوع الشحنة الثانية (Q_2)؟

2- أيهما أكبر مقدارًا الشحنة الأولى أم الثانية؟

تدريب شحنة مقدارها (1×10^{-6} C) نُقلت من المالانهاية بطاقة حركية مقدارها (16×10^{-6} J) فوصلت النقطة (H) بسرعة تساوي ربع سرعتها الابتدائية، أحسب مقدار (V_H).

تدريب وضعت شحنة نقطية (2×10^{-6} C) عند نقطة في مجال كهربائي، فاختزنت طاقة وضع كهربائية (4×10^{-5} J)، إذا أزيلت الشحنة السابقة ووضعت مكانها شحنة نقطية أخرى يساوي مثلي مقدار الشحنة السابقة فاحسب مقدار الجهد الكهربائي عند تلك النقطة.

تدريب في الشكل المجاور إذا علمت أن المجال الكهربائي عند النقطة (B) يساوي ($1\times10^{+7}$ N/C) باتجاه المحور السيني السالب فاحسب مقدار الجهد الكهربائية عند النقطة (B).

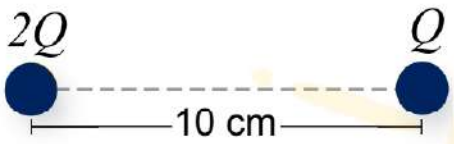


يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

أسئلة إضافية وإثرائية

سـؤال

شحنتان نقطيتان متماثلتان في النوع موضوعتان في الهواء، والمسافة بينهما (10 cm)، كما في الشكل. إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في النظام المكون منهما (72×10^{-2} J) فأحسب:

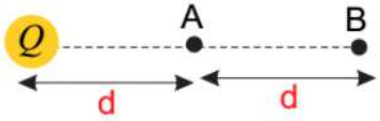


1- مقدار كل من الشحنتين.

2- الشغل الذي تبذله القوة الكهربائية لنقل شحنة (Q) من موقعها إلى اللانهاية.

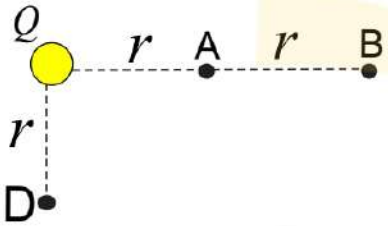
سـؤال

إذا علمت أن الجهد الكهربائي عند النقطة (B) يساوي ($-9\times10^{+5}$ V) والمجال الكهربائي عند النقطة (A) يساوي ($3\times10^{+7}$ N/C) فاحسب مقدار الشحنة المُسببة للمجال وحدد نوعها.



سـؤال

اعتمادًا على المعلومات المثبتة على الشكل، وإذا علمت أن (V_{AB}= 5 V)، فأجب عما يلي:

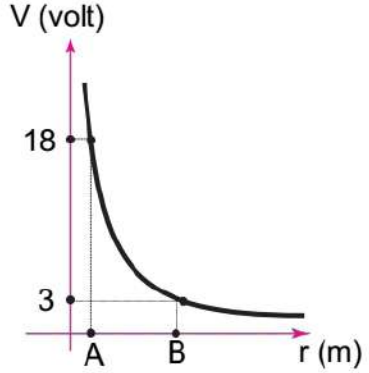


1- ما نوع الشحنة (Q)؟

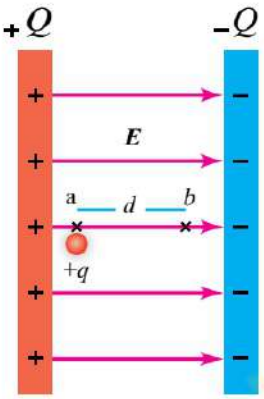
2- احسب مقدار (V_{AD}).

سـؤال

يمثل الرسم البياني العلاقة بين مقدار الجهد الكهربائي لشحنة نقطية وبعد النقطة عنها، مستعينًا بالمعلومات المثبتة على الرسم البياني جد النسبة بين ($\frac{r_A}{r_B}$).



● فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم :



- في حالة كان المجال الكهربائي منتظم نلاحظ صعوبة عند حساب جهد نقطة واحدة وذلك بسبب وجود الكثير من الشحنات على الصفائح ومسافات مختلفة.
- لحساب فرق الجهد بين أي نقطتين في مجال كهربائي منتظم نستخدم المعادلة الآتية :

$$V_{ab} = -Edcos\theta$$

مقدار المجال الكهربائي المنتظم : E , مقدار الإزاحة المقطوعة : d , الزاوية بين متجه المجال والإزاحة : θ

سؤال **يوضح الشكل أعلاه شحنة موجبة وضعت ضمن مجال كهربائي منتظم فتحركت بفعل القوة الكهربائية وقطعت إزاحة من النقطة (a) إلى النقطة (b). اثبت أن $(V_{AB} = -Edcos\theta)$.**

$$W_{F\,ele\,A\to B} = -qV_{AB} = -q(V_B - V_A) \quad , \quad W_{F\,ele\,A\to B} = Fdcos\theta \quad , \quad F = Eq$$

$$-q(V_B - V_A) = Fdcos\theta \rightarrow -q(V_B - V_A) = Eqdcos\theta \rightarrow -(V_B - V_A) = Edcos\theta$$

$$(V_B - V_A) = -Edcos\theta \rightarrow V_{AB} = -Edcos\theta$$

سؤال **ما هي العوامل التي يعتمد عليها فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم ؟**

1- مقدار المجال الكهربائي المنتظم.

2- مقدار الإزاحة بين النقطتين.

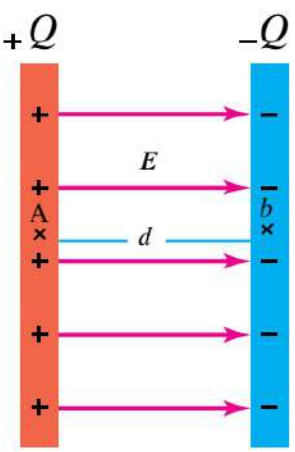
3- الزاوية بين اتجاه المجال واتجاه الإزاحة.

- لحساب فرق الجهد بين صفيحتين مشحونتين البعد بينهما (d) نفرض اصطلاحًا أن النقطة (A) تقع دائما على الصفيحة الموجبة و (B) تقع على الصفيحة السالبة فيكون :

$$(V_+ - V_-) = V_{-+} = -Edcos\theta \rightarrow V_{-+} = -Edcos180^o$$

$$V_{-+} = \Delta V = Ed \rightarrow \text{فرق الجهد بين اللوحين}$$

$$V_{\text{اللوحين}} = Ed$$

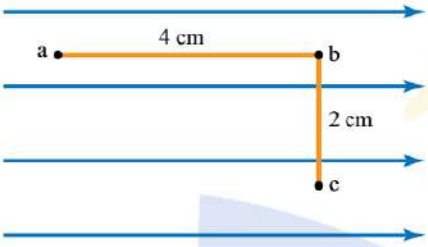


ملاحظات مهمة

- الجهد الكهربائي وفرق الجهد كمية قياسية وتقاس بوحدة (J/C) والتي تسمى فولت.
- المجال الكهربائي يقاس بوحدة (N/C) ولها وحدة مكافئة وهي (V/m) تم اشتقاقها من خلال قانون جهد اللوحين.
- أي جسم يتصل مع الأرض يصبح جهده مثل جهد الأرض يساوي صفرًا وكذلك الحال إذا قُمنا بوصل أحد الألواح مع الأرض يصبح جهده صفرًا..

سؤال اثبت أن وحدة المجال الكهربائي (N/C) والوحدة (V/m) متكافئتان.

$$E = \frac{V}{m} = \frac{\frac{J}{C}}{m} = \frac{J}{C.m} = \frac{N.m}{C.m} = \frac{N}{C} \rightarrow N/C \equiv V/m$$



سؤال مجال كهربائي منتظم مقداره $(2\times10^4\ V/m)$ تقع داخله (3) نقاط: (a,b,c) كما في الشكل، أحسب:

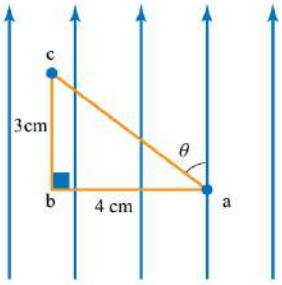
أ - فرق الجهد الكهربائي (V_{bc})، (V_{ab}).

$$V_{ab} = -Ed_{a\rightarrow b}cos\theta = -2\times10^4\times4\times10^{-2}\times\cos(0^o) = -800\ V$$

$$V_{bc} = -Ed_{b\rightarrow c}cos\theta = -2\times10^4\times2\times10^{-2}\times\cos(90^o) = 0\ V$$

ب - الشغل المبذول من قبل القوة الكهربائية لنقل شحنة موجبة مقدارها $(3\times10^{-9}\ C)$ من النقطة (a) إلى النقطة (b).

$$W_{F_{ele}\,a\rightarrow b} = -qV_{ab} = -(3\times10^{-9})\times(-800) = 2400\times10^{-9}\ J$$



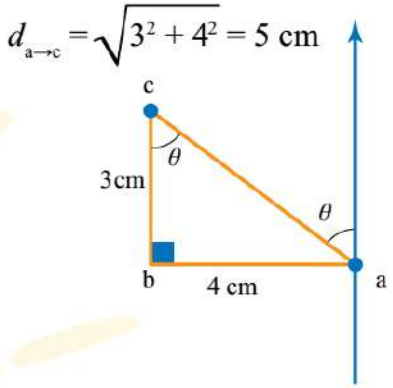
سؤال يمثل الشكل مجالاً كهربائيًا منتظمًا تقع داخله (3) نقاط (a,b,c). إذا علمت أن فرق الجهد الكهربائي بين (b) و (c) $(V_{bc} = -600\ V)$ فأحسب:

أ - مقدار المجال الكهربائي.

$$V_{bc} = -Ed_{b\rightarrow c}cos\theta \rightarrow -600 = -E\times(3\times10^{-2})(\cos(0^o)) \rightarrow E = 2\times10^4\ V/m$$

ب - فرق الجهد الكهربائي ($V_c - V_a$).

☑ الطريقة الأولى في الحل (a→c)



$V_{ac} = -Ed_{a\to c}\cos\theta = -2\times10^4\times5\times10^{-2}\times\cos(\frac{3}{5})$

$V_{ac} = -600$ V

☑ الطريقة الثانية في الحل (a→b→c)

$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$

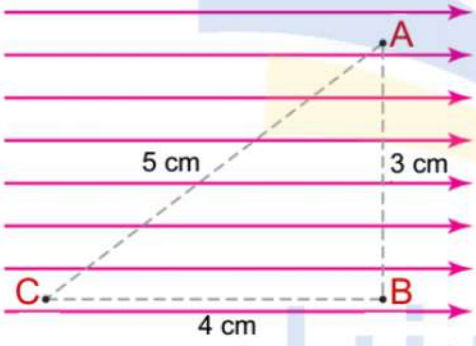
$V_{ab} = -Ed_{a\to b}\cos\theta = -2\times10^4\times4\times10^{-2}\times\cos(90°) = 0$ V

$V_{bc} = -600$ V

$V_{ac} = V_{ab} + V_{bc} \to V_{ac} = 0 + -600 = -600$ V

أسئلة إضافية وإثرائية على فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم

سؤال 1 يبين الشكل ثلاث نقاط (A,B,C) في مجال كهربائي منتظم مقداره ($2\times10^{+2}$ N/C)، معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل،



احسب (V_{AC}):

1 - عبر المسار (A→C).

$V_{AC} = -Ed_{A\to C}\cos\theta$

$V_{AC} = -2\times10^2\times5\times10^{-2}\times\cos(143.13°)$

$V_{AC} = -8$ V

2 - عبر المسار (A→B→C).

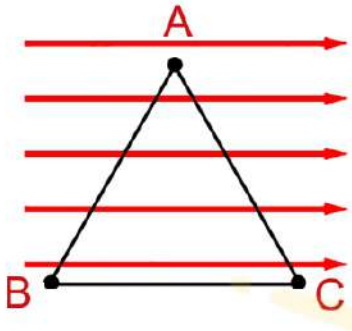
$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$

$V_{AB} = -Ed_{A\to B}\cos\theta = -2\times10^2\times3\times10^{-2}\times\cos(90°) = 0$ V

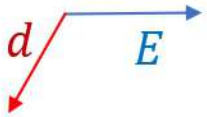
$V_{BC} = -Ed_{B\to C}\cos\theta = -2\times10^2\times4\times10^{-2}\times\cos(180°) = -8$ V

$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \to V_{AC} = 0 + -8 = -8$ V

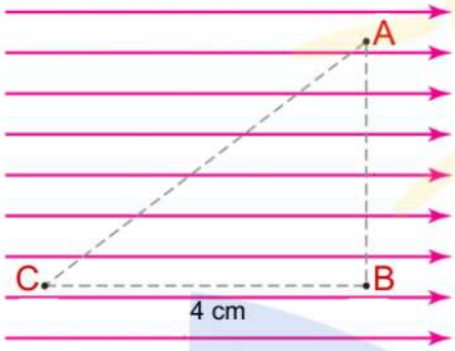
سؤال 2 مثلث متساوي الأضلاع طول ضلعه (10 cm) موضوع في مجال كهربائي منتظم مقداره (100 V/m)، احسب الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (-6×10^{-6} C) من النقطة (A) إلى النقطة (B).



$$V_{AC} = -Ed_{A\to C}\cos\theta$$
$$V_{AC} = -100\times10\times10^{-2}\times\cos(120^o)$$
$$V_{AC} = 5\ V$$
$$W_{F\,ele\,A\to C} = -qV_{AC} = -(-6\times10^{-6})\times(5) = 30\times10^{-6}\ J$$

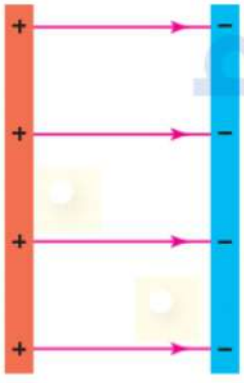


سؤال 3 يبين الشكل ثلاث نقاط (A,B,C) في مجال كهربائي منتظم مقداره ($2\times10^{+2}$ N/C)، معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل، احسب (V_{AC}):



$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$
$$V_{AB} = -Ed_{A\to B}\cos\theta$$
$$V_{AB} = -2\times10^{+2}\times d\times\cos(90^o) = 0\ V$$
$$V_{BC} = -Ed_{B\to C}\cos\theta = -2\times10^{+2}\times4\times10^{-2}\times\cos(180^o) = -8\ V$$
$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \to V_{AC} = 0 + -8 = -8\ V$$

سؤال 4 صفيحتان متوازيتان مشحونتان بشحنتين متساويتان فرق الجهد بين بينهما (24 V) والمسافة بينهما (10 cm)، احسب ما يلي:



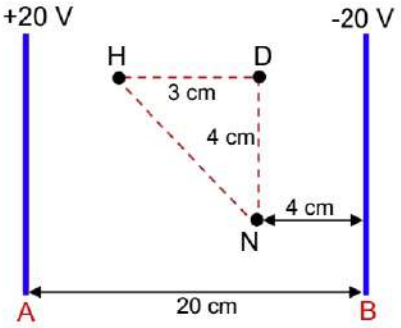
1 - مقدار المجال الكهربائي بين اللوحين.

$$V_{\text{اللوحين}} = V_+ - V_- = 24\ V = Ed \to 24 = E\times(10\times10^{-2})$$
$$\to E = 240\ V/m$$

2 - كثافة الشحنة السطحية على كل لوح.

$$\sigma = E\varepsilon_o = 240\times8.85\times10^{-12} = 2124\times10^{-12}\ C/m^2$$

سـؤال 5 معتمدًا على الشكل احسب كل ما يلي:



1 -المجال الكهربائي عند النقطة (H).

$V_{\text{اللوحين}} = V_+ - V_- = 20 - -20 = 40\ V$

$V_{\text{اللوحين}} = Ed \rightarrow 400 = E\times(20\times10^{-2})$

$\rightarrow E = 2000\ V/m = 2\times10^3\ V/m$

2 - القوة الكهربائية المؤثرة على إلكترون عند وضعه عند النقطة (D).

$F = Eq = 2\times10^3\times1.6\times10^{-19} = 3.2\times10^{-16}\ N$

3 - الشغل المبذول لنقل إلكترون من (N) إلى (H).

$V_{NH} = V_{ND} + V_{DH}$

$V_{ND} = -Ed_{A\rightarrow B}cos\theta = -2\times10^3\times4\times10^{-2}\times\cos(90^o) = 0\ V$

$V_{DH} = -Ed_{B\rightarrow C}cos\theta = -2\times10^3\times3\times10^{-2}\times\cos(180^o) = -60\ V$

$V_{NH} = V_{ND} + V_{DH} \rightarrow V_{NH} = 0 + -60 = -60\ V$

$W_{F_{ele}N\rightarrow H} = -qV_{NH} = -(-1.6\times10^{-19})\times(-60) = -96\times10^{-19}\ J$

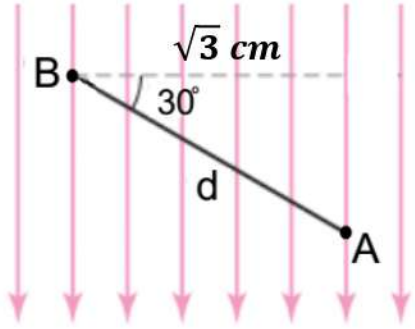
4 - جهد النقطة (N).

لإيجاد جهد نقطة في مجال كهربائي منتظم نحتاج لنقطة أخرى معلوم جهدها لذلك نستخدم اللوح السالب لأنه جهده معلوم وبالتالي يمكننا استخدام فرق الجهد بين هذه النقطة واللوح السالب.

$V_{N-} = V_- - V_N = -Ed_{N\rightarrow -}cos\theta = -2\times10^3\times4\times10^{-2}\times\cos(0^o) = -80\ V$

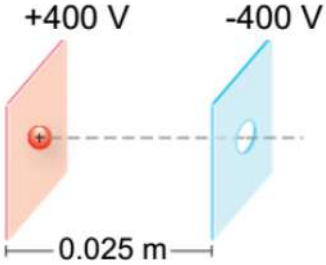
$V_{N-} = V_- - V_N = -80\ V \rightarrow -20 - V_N = -80\ V \rightarrow V_N = 60\ V$

سـؤال 6 تقع النقطتان (A,B) في مجال كهربائي منتظم مقداره ($4\times10^{+2}\ N/C$) والبعد بينهما (d)، معتمدًا على البيانات في الشكل احسب (V_{BA}).



يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

سؤال 7 يبين الشكل بروتونًا أطلق من السكون في الحيز بين صفيحتين مشحونتين متوازيتين معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل، احسب ما يلي:



1 -المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين مقدارًا واتجاهًا.

$V_{\text{اللوحين}} = V_+ - V_- = 400 - -400 = 800\ \text{V}$

$V_{\text{اللوحين}} = Ed \rightarrow 800 = E\times(0.025)$

$\rightarrow E = 32\times10^{3}\ \text{V/m}$

2 - القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون مقدارًا واتجاهًا.

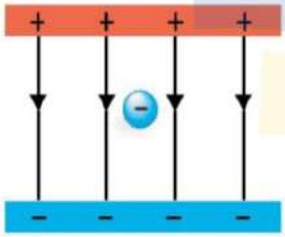
$F = Eq = 32\times10^{3}\times1.6\times10^{-19} = 51.2\times10^{-16}\ \text{N} = 512\times10^{-17}\ \text{N}$

3 - سرعة البروتون لحظة خروجه من الثقب في الصفيحة السالبة.

$$F = Eq = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{512\times10^{-17}}{1.67\times10^{-27}} = 3.06\times10^{+12}\ \text{m/s}^2$$

$v_2^2 = v_1^2 + 2ad = 0 + 2\times3.06\times10^{+12}\times0.025 = 0.153\times10^{+12}$

$v_2^2 = 0.153\times10^{+12} \rightarrow v_2 = 0.39\times10^{+6}\ \text{m/s}$



سؤال 8 صفيحتان متوازيتان أفقيتان فرق الجهد بينهما (20 V) والمسافة بينهما (5 cm) تتزن قطرة زيت شحنتها سالبة وكتلتها (4×10^{-4} kg) بين الصفيحتين، أوجد مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

$F = F_g \rightarrow Eq = mg$

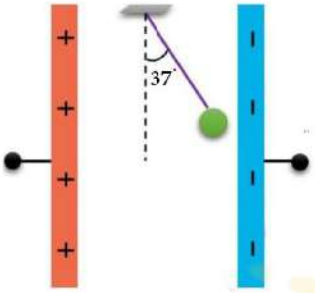
$V_{\text{اللوحين}} = V_+ - V_- = 20\ \text{V} = Ed \rightarrow 20 = E\times(5\times10^{-2}) \rightarrow E = 400\ \text{V/m}$

$$Eq = mg \rightarrow q = \frac{mg}{E} = \frac{4\times10^{-4}\times10}{400} = 10\times10^{-6}\ \text{C}$$

يمكنكم متابعتنا والتواصل معنا من خلال :

0795360003 مدرسة الفيزياء الأستاذ معاذ أمجد أبو يحيى

سؤال 9 كرة فلزية مشحونة وشحنتها ($6\times10^{-6}\ C$)، كتلتها ($2\times10^{-3}\ kg$) معلقة بخيط بين صفيحتين البعد بينهما ($4\times10^{-3}\ m$) وعندما وصلت الصفيحتان بمصدر فرق جهد اتزنت الكرة في وضع يميل فيه الخيط عن المحور الرأسي بزاوية (37^o) كما في الشكل، احسب فرق جهد المصدر.



$F_{Ty} = F_g \rightarrow F_T\, cos\theta = mg \rightarrow F_T\, cos37^o = 2\times10^{-3}\times10$

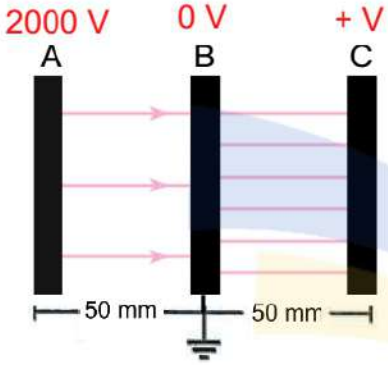
$F_T = 25\times10^{-3}\ N$

$F_{Tx} = F = Eq \rightarrow F_T\, sin\theta = Eq \rightarrow 2\times10^{-3}\times sin37^o = E\times6\times10^{-6}$

$E = 2\times10^{+2}\ V/m$

$V_{\text{جهد المصدر}} = V_{\text{اللوحين}} = Ed \rightarrow V_{\text{اللوحين}} = 2\times10^{+2}\times(4\times10^{-3}) \rightarrow V_{\text{اللوحين}} = 0.8\ V/m$

تدريب معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل احسب ما يلي:



1 - مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين (A) و (B).

2 - المجال الكهربائي بين الصفيحتين (B) و (C) مقدارًا واتجاهًا.

3 - جهد الصفيحة (C).

تدريب تحرك جسم شحنته ($2\times10^{-4}\ C$) وكتلته ($2\times10^{-12}\ kg$) من السكون، من اللوح الموجب إلى اللوح السالب في الحيز بين لوحين فلزيين مشحونين متوازيين، إذا كانت المسافة بين اللوحين ($1\times10^{-2}\ m$) وسرعة وصول الجسيم إلى اللوح السالب ($4\times10^{+4}\ m/s$)، فاحسب:

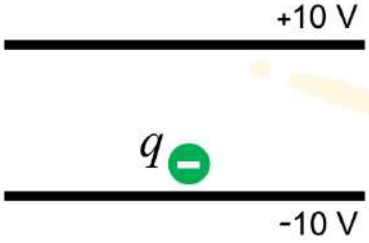
1 - فرق الجهد بين اللوحين.

2 - القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم أثناء حركته (بإهمال تأثير الجاذبية الأرضية).

أسئلة إضافية وإثرائية

سـؤال

في الشكل المجاور انطلق جسيم مشحون بشحنة ($-2\ nC$) بالقرب من الصفيحة السالبة ليتحرك على نحو حر ويصل الصفيحة الموجبة أثناء هذه الحركة، مستعينًا بالبيانات المثبتة على الشكل احسب كل مما يلي:

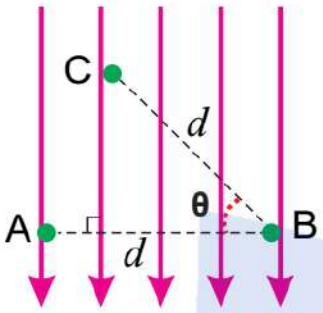


1- مقدار التغير في الطاقة الحركية.

2- مقدار التغير في طاقة الوضع الكهربائية للجسيم.

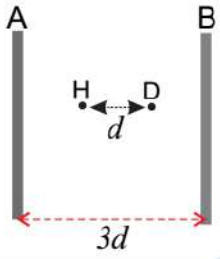
سـؤال

يمثل الشكل المجاور خطوط مجال كهربائي منتظم، ثبت عليه النقاط (A,B,C)، إذا علمت أن ($V_{BC}= -30\ V$)، فاحسب مقدار (V_{CA}).



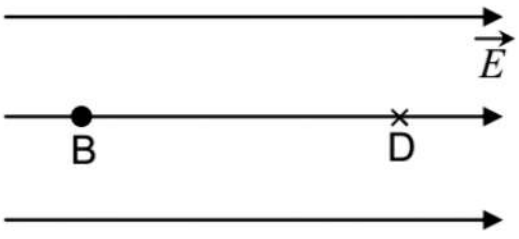
سـؤال

مسعينا بالبيانات المثبتة على الشكل، إذا علمت أن ($V_{DH}= 60\ V$) فأحسب مقدار (V_{BA}).



سـؤال

قُذف جسيم مشحون كتلته ($2\times10^{-8}\ kg$) وشحنته ($-2\times10^{-6}\ C$) من النقطة (B) بسرعة مقدارها ($2\times10^{+2}\ m/s$) كما في الشكل المجاور، فتوقف الجسيم عند النقطة (D) بعد ($1\times10^{-4}\ s$) من لحظة قذفه، بإهمال وزن الجسيم احسب فرق الجهد بين النقطتين (V_{BD}).



الدرس الثاني : الجهد الكهربائي لموصل مشحون

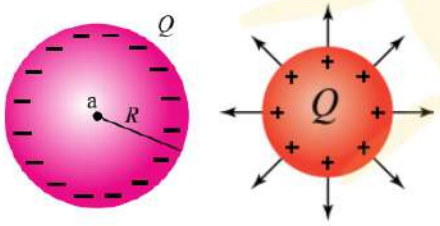
● الجهد الكهربائي للموصل الكروي المشحون

⊂ علمنا سابقا أن المجال الكهربائي داخل الموصل الكروي يساوي صفرًا وخارج الموصل الكروي يتم حساب مقداره من خلال قانون المجال الكهربائي.

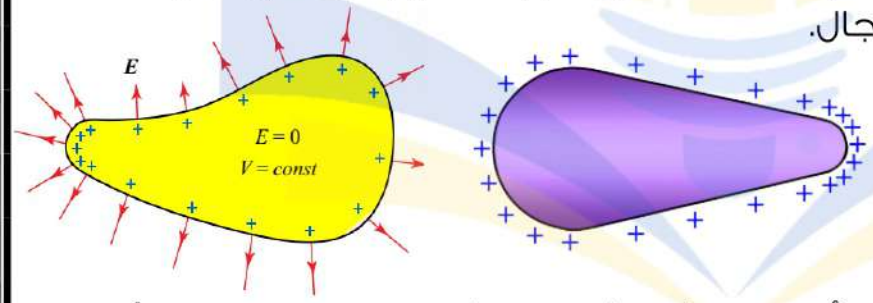
⊂ الشحنات في الموصل الكروي تتباعد عن بعضها وتستقر على السطح الخارجي للموصل بحيث تكون قوى التنافر بينها أقل ما يكون.

⊂ يختلف توزيع الشحنات حسب شكل الموصل :

☑ إذا كان الموصل الكروي منتظم الشكل مثل الموصل الكروي فإن الكثافة السطحية للشحنة تكون ثابتة عند أي نقطة فيه إذ تتوزع الشحنات بانتظام وكذلك خوط المجال الكهربائي.

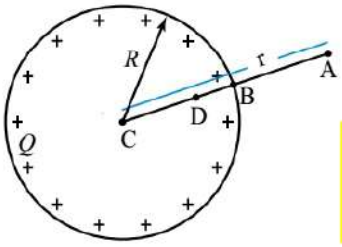


☑ إذا كان الشكل فإن الكثافة السطحية للشحنة تكون أكبر عند الرؤوس المدببة حيث تتقارب الشحنات وكذلك خطوط المجال.



⊂ الموصل الكروي المشحون المعزول أي يحمل شحنة كهربائية لكن هو غير متصل بالأرض ولا يوجد بجواره موصلات أخرى أو شحنات أخرى وهو المطلوب منا دراسته في المنهاج.
أما إذا كان متصلًا بالأرض أو موجود بجوار موصلات أخرى أو شحنات أخرى فعندئذ يكون موصل كروي مشحون غير معزول فيكون هنالك جهد كهربائي ناشئ عن شحنة الموصل وجهد ناشئ عن الشحنات المؤثرة وهذا النوع غير مطلوب منا دراسته في هذا المنهاج.

● الجهد الكهربائي خارج الموصل الكروي :

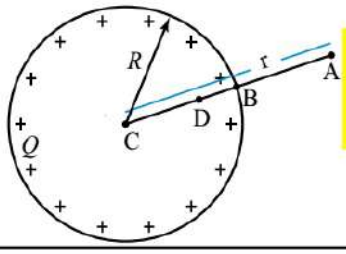


الجهد الكهربائي خارج الموصل الكروي المشحون يماثل تمامًا الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية مساوية لشحنة الموصل وموضوعه عند مركزه.

$$V_A = \frac{kQ}{r}$$

r : المسافة بين النقطة ومركز الموصل الكروي ، Q : شحنة الموصل الكروي ، k : ثابت كولوم

● الجهد الكهربائي على سطح الموصل الكروي :

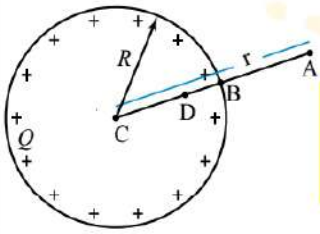


الجهد الكهربائي على سطح الموصل الكروي المشحون يعطي بالعلاقة :

$$V_{sph} = V_B = \frac{kQ}{R}$$

R : نصف قطر الموصل الكروي

● الجهد الكهربائي داخل الموصل الكروي :



الجهد الكهربائي عند أي نقطة داخل الموصل الكروي المشحون يعطي بالعلاقة :

$$V_D = V_C = \frac{kQ}{R}$$

R : نصف قطر الموصل الكروي

ملاحظات مهمة

✪ تكون الشحنات مستقرة على سطح الموصل الكروي مما يعني أن القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة تساوي صفرا.

✪ لا نبذل شغلًا عند نقل أي شحنة بين نقطتين على سطح الموصل وهذا يعني أن فرق الجهد بين أي نقطتين على سطح الموصل يساوي صفرًا.

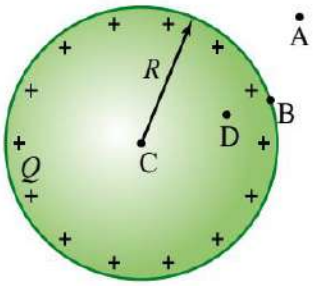
✪ لا نبذل شغلًا عند نقل شحنة نقطية بين أي نقطتين داخل الموصل أو من نقطة داخل الموصل إلى نقطة على سطح أو العكس يساوي صفرًا..

✓ أتحقَّقُ: **صف تغيرات الجهد الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون بشحنة موجبة في أثناء الانتقال من مركز الموصل إلى اللانهاية.**

يبقى الجهد ثابتًا من مركز الموصل حتى سطحه ثم يبدأ بالتناقص تدريجيًا مع زيادة المسافة حتى يؤول إلى الصفر في اللانهاية.

✓ أتحقَّقُ: **صف تغيرات الجهد الكهربائي الناشئ عن موصل كروي مشحون بشحنة سالبة في أثناء الانتقال من مركز الموصل إلى اللانهاية.**

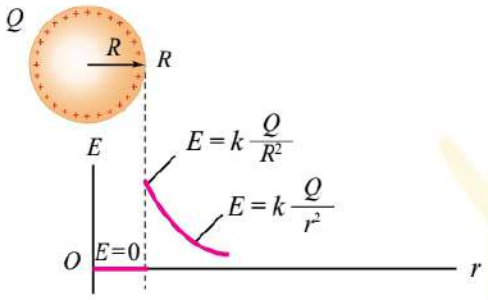
يبقى الجهد ثابتًا (جهد سالبة لأن الشحنة سالبة) من مركز الموصل حتى سطحه ثم يبدأ بالازدياد تدريجيًا مع زيادة المسافة حتى يؤول إلى الصفر في اللانهاية.



؟ سؤال **قارن بين الجهد الكهربائي للنقاط في الشكل.**

$$V_C = V_D = V_B > V_A$$

● العلاقة بين المجال الكهربائي والبعد عن مركز الموصل الكروي.



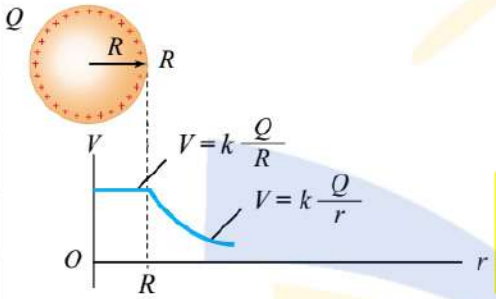
- المجال الكهربائي داخل الموصل يساوي صفرًا.
- يمكننا حساب مقدار المجال الكهربائي عند أي نقطة على سطح الموصل باستخدام قانون المجال الكهربائي.

$$E = \frac{kQ}{R^2}$$

- كلما زاد بعد النقطة خارج الموصل الكروي عن مركز الموصل كلما قل المجال الكهربائي.

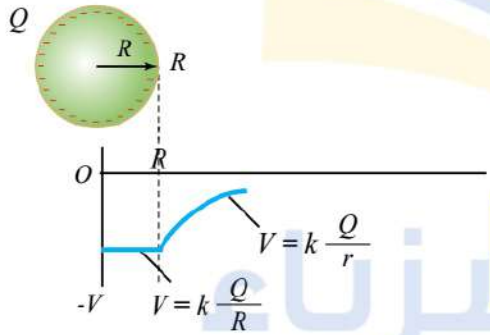
$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

● العلاقة بين الجهد الكهربائي والبعد عن مركز الموصل الكروي.



- يبقى الجهد ثابتًا من مركز الموصل حتى سطحه.
- يمكننا حساب مقدار الجهد عند أي نقطة على سطح الموصل أو داخله باستخدام قانون الجهد الكهربائي.

$$V = \frac{kQ}{R}$$



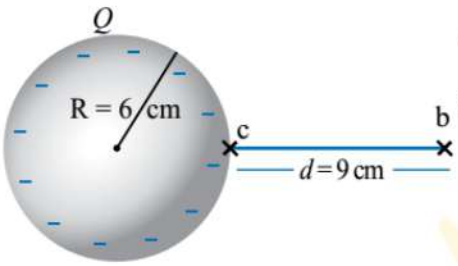
- الجهد الكهربائي خارج الموصل الكروي المشحون يماثل تمامًا الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية مساوية لشحنة الموصل وموضوعه عند مركزه.

$$V = \frac{kQ}{r}$$

- كلما ابتعدنا عن الشحنة الموجبة قل الجهد (علاقة عكسية مع البعد).
- كلما ابتعدنا عن الشحنة السالبة زاد الجهد (علاقة طردية مع البعد).

مدرسة الفيزياء

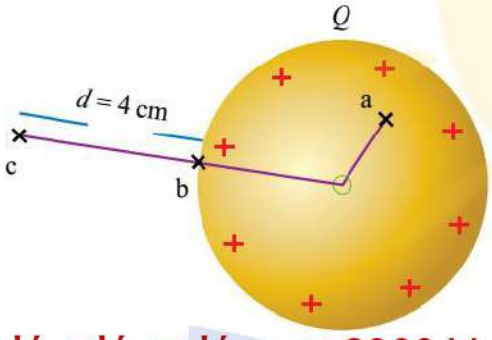
سؤال كرة من الألمنيوم نصف قطرها (6 cm) موضوعة في الهواء ومشحونة بشحنة (−12 μC). كما في الشكل. جد الجهد الكهربائي عند كل من النقطتين (b) و (c).



$$V_c = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times(-12\times10^{-6})}{6\times10^{-2}} = -18\times10^{+5}\ V$$

$$V_b = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^{9}\times(-12\times10^{-9})}{15\times10^{-2}} = -72\times10^{+4}\ V$$

سؤال موصل كروي من النحاس نصف قطره (4 cm) مشحون ومعزول، موضوع في الهواء كما في الشكل، إذا علمت أن جهد النقطة (a) يساوي (2000 V) فأحسب:



أ - جهد الموصل الكروي.

$$V_a = V_b = V_{sph} = 2000\ V$$

ب - شحنة الموصل.

$$V_a = k\frac{Q}{R} \rightarrow Q = \frac{V_a R}{k} = \frac{2000\times(4\times10^{-2})}{9\times10^{+9}} = 0.88\times10^{-8}\ C$$

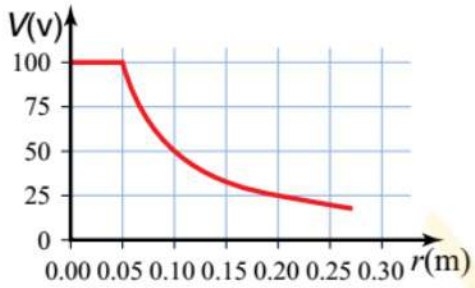
جـ - الشغل الذي تبذله القوة الكهربائية لنقل شحنة (−8 nC) من النقطة (c) إلى النقطة (b).

$$V_c = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^{+9}\times(0.88\times10^{-8})}{8\times10^{-2}} = 1000\ V$$

$$W_{F_{ele}\,c\rightarrow b} = -qV_{cb} = -q(V_b - V_c) = -(-8\times10^{-9})\times(2000-1000) = 8\times10^{-6}\ J$$

تمرين كرة موصلة ومشحونة نصف قطرها (R) وجهدها (V)، جد بدلالة (V) جهد نقطة تبعد مسافة (4R) عن مركزها.

$$V = k\frac{Q}{R} \rightarrow V' = k\frac{Q}{4R} = \frac{1}{4}k\frac{Q}{R} = \frac{1}{4}V$$



سؤال يمثل الرسم البياني في الشكل العلاقة بين الجهد الكهربائي والبعد عن مركز موصل كروي مشحون.

معتمدًا على الشكل جد:

أ - نصف قطر الموصل.

نصف قطر الموصل : (0.05 m)

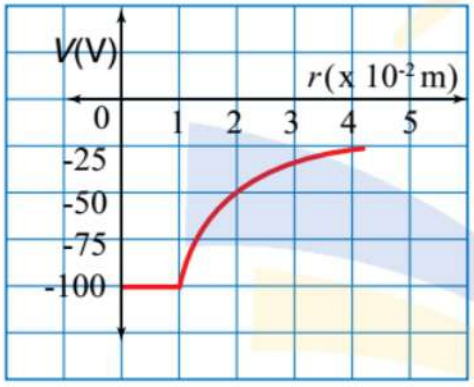
ب - الجهد الكهربائي عند نقطة تبعد (20 cm) عن مركز الموصل.

$V = 25\ V$

جـ - شحنة الموصل.

$V_{sph} = 100\ V$

$$V_{sph} = k\frac{Q}{R} \rightarrow Q = \frac{V_{sph}R}{k} = \frac{100\times(5\times10^{-2})}{9\times10^{+9}} = 0.55\times10^{-9}\ C$$



سؤال يمثل الرسم البياني في الشكل العلاقة بين الجهد الكهربائي والبعد عن مركز موصل كروي مشحون بشحنة سالبة، معتمدًا على الشكل جد:

أ - جهد الموصل الكروي ونصف قطره.

$V_{sph} = -100\ V\ ,\ R = 1\times10^{-2}\ m$

ب - الشغل المبذول من قبل القوة الكهربائية لنقل شحنة (+6 nC) من نقطة تبعد (4 cm) إلى نقطة تبعد (2 cm) عن مركز الموصل.

$$W_{F_{ele}4\rightarrow2} = -qV_{4\rightarrow2} = -q(V_2 - V_4) = -(6\times10^{-9})\times(-50--25) = 150\times10^{-9}\ J$$

جـ - الشغل المبذول من قبل القوة الخارجية لنقل شحنة (+10 nC) من نقطة تبعد (1 cm) إلى نقطة تبعد (5 cm) عن مركز الموصل.

$$V_{sph} = k\frac{Q}{R} \rightarrow Q = \frac{V_{sph}R}{k} = \frac{-100\times(1\times10^{-2})}{9\times10^{+9}} = \frac{-1}{9}\times10^{-9}\ C$$

$$V_{5\ cm} = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^{+9}\times(\frac{-1}{9}\times10^{-9})}{5\times10^{-2}} = -20\ V$$

$$W_{F_{ext}1\rightarrow5} = qV_{1\rightarrow5} = q(V_5 - V_1) = (10\times10^{-9})\times(-20--100) = 800\times10^{-9}\ J$$

سؤال موصل كروي مشحون بشحنة (+4 nC) وجهده (600 V)، أحسب جهد نقطة (B) تبعد (4 cm) عن سطح الموصل الكروي.

$$V_{sph} = k\frac{Q}{R} \rightarrow R = \frac{kQ}{V_{sph}} = \frac{9\times10^{+9}\times(4\times10^{-9})}{600} = 6\times10^{-2}\ \text{cm}$$

$$V_B = k\frac{Q}{r} = \frac{9\times10^{+9}\times(4\times10^{-2})}{10\times10^{-2}} = 36\times10^{+1}\ \text{V} = 360$$

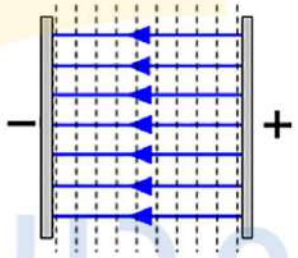
سطوح تساوي الجهد

سؤال وضح ما هو المقصود بسطح تساوي الجهد؟

هو السطح الذي يكون الجهد الكهربائي عند نقاطه جميعها متساويًا ويساوي قيمة ثابتة.

سؤال ما هي خصائص سطوح تساوي الجهد؟

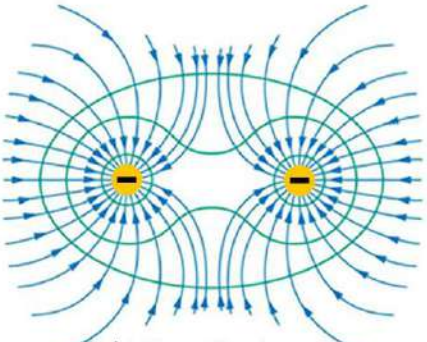
- تكون متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي.
- جميع النقاط الواقعة على سطوح تساوي الجهد يكون لها نفس مقدار الجهد.
- لا يتم بذل شغل لنقل شحنة كهربائية بين نقطتين على سطح تساوي جهد.
- سطوح تساوي الجهد للشحنة النقطية تكون كروية (دوائر مغلقة) مركزها الشحنة.
- سطوح تساوي الجهد للصفيحتين تكون متوازية والمسافات بينها متساوية.



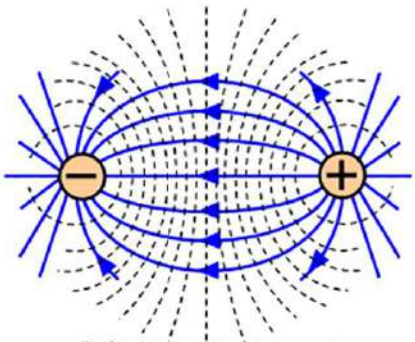
سطوح تساوي الجهد الناشئة عن صفيحتين متوازيتين

سطوح تساوي الجهد الناشئة عن شحنة نقطية سالبة

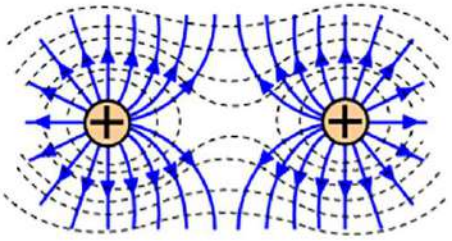
سطوح تساوي الجهد الناشئة عن شحنة نقطية موجبة



سطوح تساوي الجهد الناشئة عن شحنتين سالبتين



سطوح تساوي الجهد الناشئة عن شحنتين مختلفتين



سطوح تساوي الجهد الناشئة عن شحنتين موجبتين

سؤال **ما الفهم أو التصور الذي تسهم به السطوح متساوية الجهد؟**

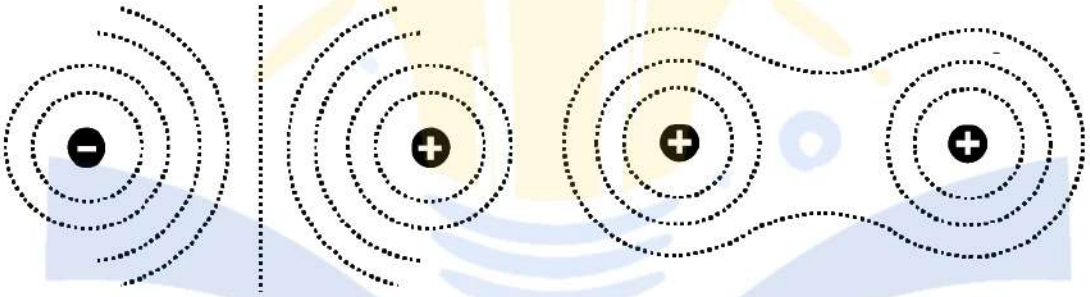
تسهم في فهم وتصور قيم الجهود حول شحنة كهربائية أو توزيع من الشحنات.

سؤال **اذكر خاصيتين متلازمتين تربط بين سطوح تساوي الجهد وخطوط المجال الكهربائي.**

أولا : سطوح تساوي الجهد دائما تعامد خطوط المجال الكهربائي .
ثانيا : سطوح تساوي الجهد تتقارب وتتباعد حيثما تقاربت وتباعدت خطوط المجال الكهربائي في المجال غير المنتظم وتتوازي وتتساوى المسافات بين سطوح تساوي الجهد أينما توازت خطوط المجال كما في المجال المنتظم.

ملاحظات مهمة

- في الشحنات المتشابهة تكون سطوح تساوي الجهد متداخلة وفي الشحنات المختلفة تكون سطوح تساوي الجهد منفصلة.



- يعتبر سطح الموصل المشحون سطح تساوي جهد.
- إذا كانت الشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع كما في الشكل أعلاه على اليسار يكون بينهما خط يسمى بخط انعدام الجهد وجميع النقاط الواقعة على هذا الخط يكون جهدها يساوي صفرًا.

سؤال **فسر ما يلي :**

(1) تتقارب سطوح الجهد كلما اقتربنا من الشحنة النقطية وتتباعد كلما ابتعدنا عن الشحنة النقطية.

لأنه كلما اقتربنا من الشحنة تزداد قيمة المجال فتتقارب سطوح تساوي الجهد وكلما ابتعدنا عن الشحنة قل المجال فتتباعد سطوح تساوي الجهد.

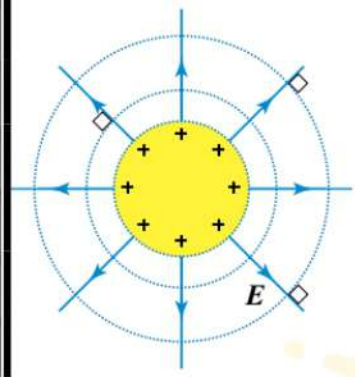
(2) تكون سطوح تساوي الجهد للصفيحتين متوازية والمسافات بينها متساوية.

لأن المجال الكهربائي منتظم.

(3) سطوح تساوي الجهد لا تتقاطع.

لأنها لو تقاطعت عند نقطة ما لوجدنا أكثر من قيمة للجهد الكهربائي عند تلك النقطة وهذا غير ممكن.

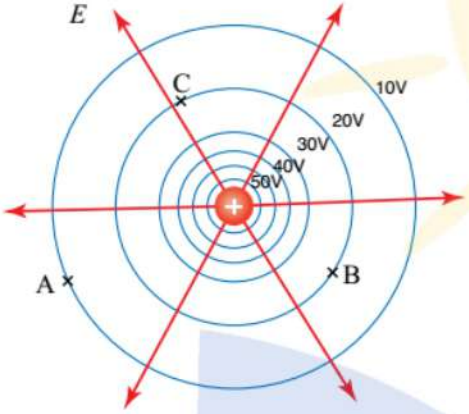
سؤال أثبت أن سطوح تساوي الجهد تكون دائما متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي ؟



بما أنه لا يوجد فرق في الجهد بين أي نقطتين واقعتين على سطوح تساوي الجهد فلا يلزم بذل شغل لنقل شحنة على سطح تساوي الجهد.

$W = Fd\cos\theta = 0$ ← ويكون ذلك صحيحا فقد عندما يكون ($\cos\theta = 0$) أي أن ($\theta = 90^o$) أي عندما يتعامد متجه الازاحة مع متجه المجال.

سؤال يبين الشكل المجاور سطوح تساوي جهد لشحنة نقطية أجب عما يلي :



أ) هل الجهد عند النقطتين (B) و(C) متساوي؟

نعم لأنه سطح تساوي جهد.

ب) أيهما أكبر مجال (C) أم مجال (A) ؟ فسر اجابتك ..

مجال (C) أكبر لأنها أقرب إلى الشحنة.

جـ) ما مقدار الجهد الكهربائي لكل نقطة في الشكل؟

$$V_B = V_C = 20\ V\ ,\ V_A = 10\ V$$

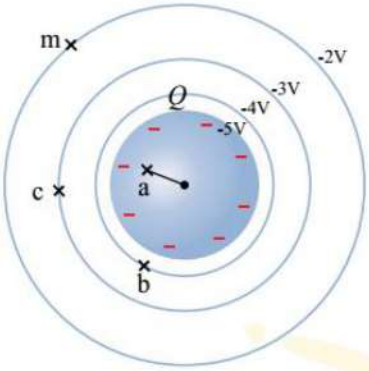
أتحقَّقُ: وضح المقصود بسطح تساوي الجهد. ما العلاقة بين سطوح تساوي الجهد وخطوط المجال الكهربائي؟

- هو السطح الذي يكون الجهد الكهربائي عند نقاطه جميعها متساويًا ويساوي قيمة ثابتة.
- كلما اقتربنا من الشحنة تزداد قيمة المجال فتتقارب سطوح تساوي الجهد وكلما ابتعدنا عن الشحنة قل المجال فتتباعد سطوح تساوي الجهد.
- تكون سطوح الجهد متعامدة مع خطوط المجال الكهربائي.

سؤال كرة موصلة نصف قطرها (3 cm) موضوعة في الهواء، وتحمل شحنة كهربائية سالبة مقدارها (50 nC). احسب مقدار جهد الكرة.

$$V_{sph} = k\frac{Q}{R} = \frac{9\times10^{+9}\times(50\times10^{-9})}{3\times10^{-2}} = 150\times10^{+2}\ V = 15000\ V$$

سؤال بناءً على الشكل الذي يمثل سطوح تساوي الجهد لموصل كروي مشحون بشحنة سالبة، أحسب:



أ - فرق الجهد (V_{bc}) و (V_{ba}).

$$V_{bc} = V_c - V_b = -3 - -4 = +1 \text{ V}$$

$$V_{ba} = V_a - V_b = -5 - -4 = -1 \text{ V}$$

ب - الشغل الذي تبذله القوة الخارجية لنقل إلكترون بسرعة ثابتة من النقطة (m) إلى النقطة (c).

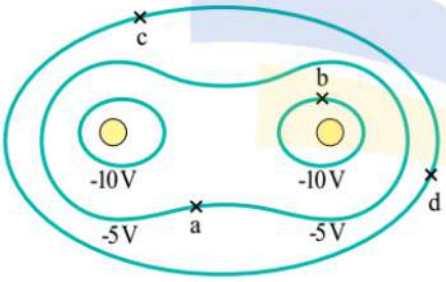
$$W_{F\,ext\,m\to c} = qV_{m\to c} = q(V_c - V_m) = -(1.6\times10^{-19})\times(-3 - -2) =$$

$$W_{F\,ext\,m\to c} = 1.6\times10^{-19} \text{ J}$$

جـ - شحنة الموصل علمًا بأنه نصف قطره (9 cm).

$$V_{sph} = k\frac{Q}{R} \rightarrow Q = \frac{V_{sph}R}{k} = \frac{-5\times(9\times10^{-2})}{9\times10^{+9}} = -5\times10^{-11} \text{ C} = -50 \text{ pC}$$

سؤال يبين الشكل سطوح تساوي الجهد لشحنتين نقطيتين متساويتين في المقدار. أجيب عما يأتي:



أ - ما إشارة كل من الشحنتين؟

الشحنتان سالبتان، لأن سطح تساوي الجهد المحيط بكل شحنة جهده سالب كما أن شكل سطوح تساوي الجهد يدل على أن الشحنتين من النوع نفسه.

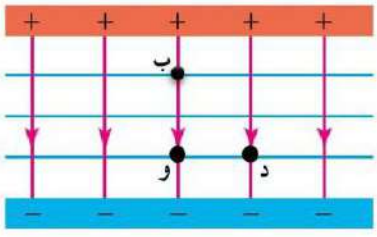
ب - احسب فرق الجهد (V_{ab}).

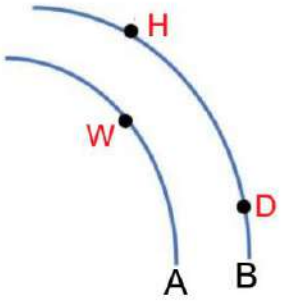
$$V_{ab} = V_b - V_a = -10 - -5 = -5 \text{ V}$$

جـ - هل يلزم شغل لنقل بروتون من النقطة (c) إلى النقطة (d)؟ وضح ذلك..

لا يلزم شغل لأن كل من النقطتين (c) و (d) تعقان على سطح تساوي الجهد نفسه وبالتالي جهد كل منهما متساوي وفرق الجهد بينهما يساوي صفرًا والشغل كذلك يساوي صفرًا.

تدريب بناء على الشكل الآتي أي النقاط (د،و،ب) تملك أعلى جهد ؟ ولماذا ؟





سؤال (A,B) سطحان من سطوح تساوي الجهد و(H,D,W) نقاط موجودة على السطحين، إذا كان (V_D= 25 V) و (V_W= 35 V) فأحسب :

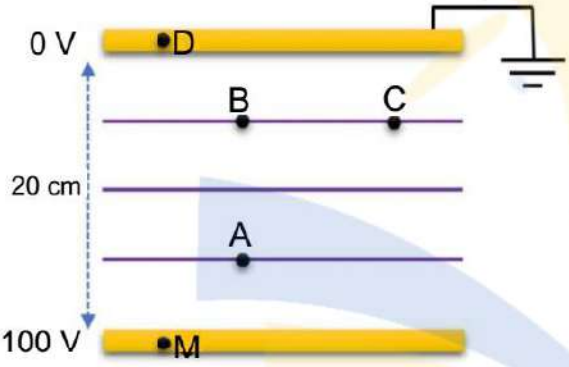
أ - فرق الجهد (V_{WH}) و(V_{DH}).

$$V_D = V_H = 25\ V$$
$$V_{DH} = V_H - V_D = 25-25 = 0\ V$$
$$V_{WH} = V_H - V_W = 25-35 = -10\ V$$

ب - الشغل اللازم لنقل شحنة (5×10^{-6} C) من النقطة (W) إلى النقطة (D).

$$W_{F_{ele}W\to D} = -qV_{W\to D} = -q(V_D - V_W) = -(5\times10^{-6})\times(25-35) = 50\times10^{-6}\ J$$

سؤال يبين الشكل سطوح تساوي الجهد في الحيز بين صفيحتين متوازيتين، أجب عما يلي:



أ - هل النقاط (B,C) متساوية في الجهد؟ فسر اجابتك.

نعم لأنه سطح تساوي جهد.

ب - حدد اتجاه المجال بين اللوحين.

يكون اتجاه المجال الكهربائي مع اتجاه تناقص الجهد الكهربائي وبالتالي اتجاه المجال نحو ($+y$).
أو يمكننا معرفة اتجاه المجال من خلال تحديد إشارة كل لوح حيث اللوح الذي في الأسفل شحنته موجبة لأنه الجهد موجب وبالتالي اللوح الآخر سالب.

جـ - احسب المجال عند النقطة (A).

$$V_{\text{اللوحين}} = V_+ - V_- = 100 - -0 = 100\ V$$
$$V_{\text{اللوحين}} = Ed \to 100 = E\times(20\times10^{-2}) \to E = 5\times10^{+2}\ V/m$$

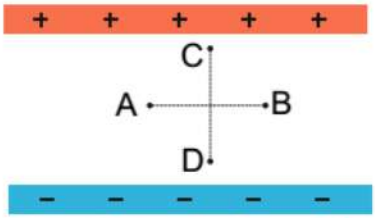
د - احسب الجهد عند النقطة (A).

$$V_{A-} = V_- - V_A = -Ed_{A\to-}\cos\theta = -5\times10^{+2}\times15\times10^{-2}\times\cos(0^\circ) = -75\ V$$

$$V_- - V_A = -75\ V \to 0 - V_A = -75\ V \to V_A = +75\ V$$

هـ - كيف تفسر بأن المجال بين اللوحين مجال منتظم!

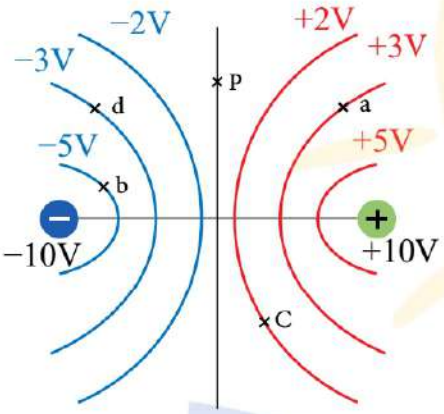
لأن سطوح تساوي الجهد في حالة المجال الكهربائي المنتظم تكون متوازية والمسافات بينها متساوية.



سؤال مستعينًا بالشكل المجاور، احسب مقدار التغير في طاقة الوضع عند نقل شحنة (5×10^{-6} C) من النقطة (B) إلى النقطة (A).

التغير في طاقة الوضع عند انتقال الشحنة بين كل من النقطتين (c) و (d) سيكون صفرًا لأن كل من النقطتين تقعان على سطح تساوي الجهد نفسه وبالتالي جهد كل منهما متساوي وفرق الجهد بينهما يساوي صفرًا والشغل كذلك يساوي صفرًا.

سؤال يبين الشكل سطوح تساوي الجهد لشحنتين نقطيتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع. أجيب عما يأتي:



أ - أي النقاط جهدها يساوي صفرًا؟

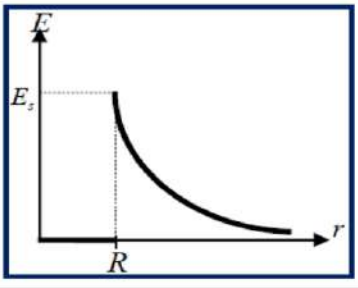
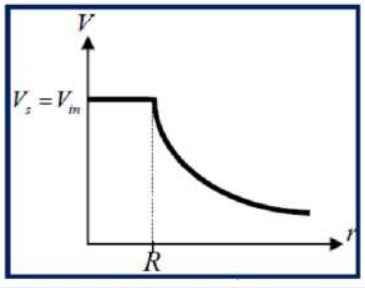
النقطة (p) لأنه تقع على سطح انعدام الجهد.

ب - احسب فرق الجهد لكل ما يلي (V_{bd}),(V_{da}),(V_{dp}).

$$V_{bd} = V_d - V_b = -3--5 = 2\ V$$
$$V_{da} = V_a - V_d = 3--3 = 6\ V$$
$$V_{dp} = V_p - V_d = 0--3 = 3\ V$$

جـ - احسب الشغل المبذول لنقل شحنة (-5×10^{-6} C) من النقطة (d) إلى النقطة (a).

$$W_{F\,ele\,d\to a} = -qV_{d\to a} = -q(V_a - V_d) = -(-5\times10^{-6})\times(3--3) = 30\times10^{-6}\ J$$

وجه المقارنة	المجـــــــال الكهربائي	الجهـــــــد الكهربائي
خـارج الموصـل (r>R)	$E = k\frac{\lvert q\rvert}{r^2}$ r البعد عن المركز	$V = k\frac{q}{r}$ r : البعد عن المركز
على سطـح الموصـل (r=R)	$E = k\frac{\lvert q\rvert}{R^2}$ R: نصف قطر الموصل	$V_s = k\frac{q}{R}$ R: نصف قطر الموصل
داخـل الموصـل (r<R)	$E_{in} = 0$	$V_{in} = V_s = k\frac{q}{R}$
التمثيل البيـاني		

أسئلة إضافية وإثرائية

? سـؤال

احسب مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة نقطية موجبة مقدارها (6 μC) من نقطة ما على سطح تساوي جهد (5 V) إلى نقطة أخرى على سطح تساوي جهد (6 V) ثم إعادتها مرة أخرى إلى النقطة نفسها على سطح تساوي الجهد (5 V).

? سـؤال

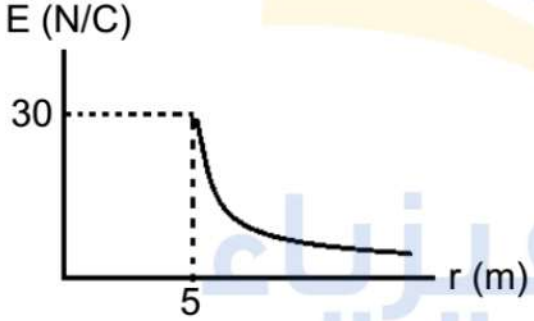
شحنت كرة فلزية نصف قطرها (20 cm) بشحنة موجبة مقدارها (3 μC). معتمدًا على البيانات السابقة احسب مقدار الشغل المبذول في نقل شحنة نقطية موجبة مقدارها (25 μC) من المالانهاية إلى مركز الكرة.

? سـؤال

موصل كروي قطره (6 cm) وفرق الجهد بينه وبين الأرض (30 V) احسب مقدار شحنة الموصل الكروي.

? سـؤال

يمثل الرسم البياني في الشكل العلاقة بين المجال الكهربائي والبعد عن مركز موصل كروي مشحون بشحنة سالبة، معتمدًا على الشكل جد:



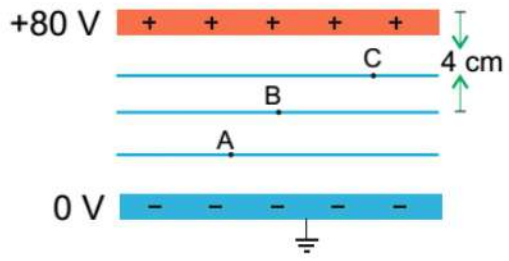
أ - جهد الموصل الكروي ونصف قطره.

ب - شدة المجال الكهربائي على سطح الموصل الكروي.

جـ - شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد (10 cm) عن سطح الموصل.

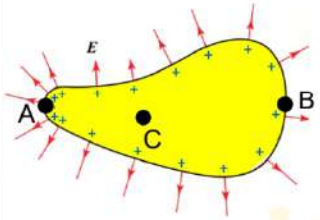
? سـؤال

الشكل يمثل سطوح تساوي الجهد الكهربائي لمجال كهربائي منتظم، احسب مقدار المجال الكهربائي بين اللوحين وجهد النقطة (A).



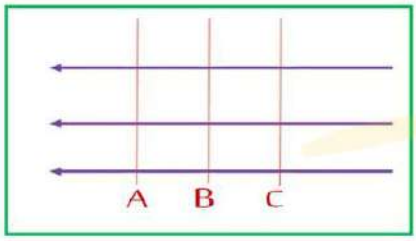
أسئلة إضافية وإثرائية

? سـؤال



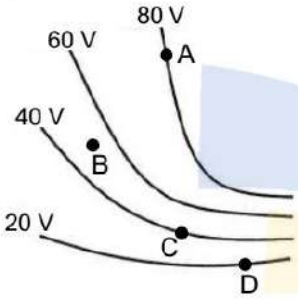
الشكل المجاور يمثل موصل مخروطي مشحون ومعزول، إذا علمت أن ($V_A = 100\ V$) فاحسب مقدار لشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها ($-2\ \mu C$) من النقطة (A) إلى النقطة (B).

? سـؤال



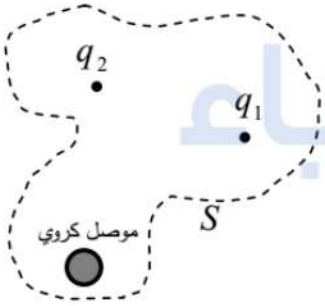
رتب سطوح الجهد التالية (A , B , C) تنازليا حسب قيمة جهد كل منها.

? سـؤال



يبين الشكل المجاور سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية ، ما هي النقطة التي يكون المجال الكهربائي عندها أكبر ما يمكن؟

? سـؤال



الشكل المجاور يبين موصل كروي مشحون نصف قطره (5 cm) موضوع بالقرب من الشحنتين النقطيتين ($q_1 = 7\ nC$) و ($q_2 = -3\ nC$) إذا علمت أن التدفق الكهربائي الكلي الذي يجتاز السطح المغلق (s) يساوي صفرًا فاحسب الجهد الكهربائي للموصل والناشئ عن شحنته فقط.