

# الواثق في الفيزياء

الفصل الثاني - المستوى الثالث

الجهد الكهربائي

توجيهي الفرع العلمي و الصناعي

إعداد الأستاذ / محمد حسني الخضراء

٠٧٩٠٧٧٢٤٠٣

## الفصل الثاني : الجهد الكهربائي

يستخدم الجهد الكهربائي لقياس كمية الطاقة التي تدفع الإلكترونات للحركة من مكان الى آخر .

ويعرف الجهد الكهربائي بأنه مقدار طاقة الوضع الكهربائي لكل وحدة شحنة موضوعة عند نقطة في مجال كهربائي.

رياضيا :

ج : الجهد الكهربائي (جول/كولوم) = فولت

ط : طاقة الوضع

ش : الشغل

س : الشحنة الموجودة في النقطة.

$$ج = \frac{ط}{س} = \frac{ش}{س} \leftarrow \text{النقطة}$$

\* الجهد الكهربائي كمية قياسية أي أن نعوض الإشارة السالبة.

س : ماذا نقصد بطاقة الوضع وكيف نقيس طاقة الوضع لجسم عند نقطة ما؟

ج : طاقة الوضع هي الطاقة التي تختزن في نظام ( الشحنة الكهربائية - المجال الكهربائي) وهي طاقة ترتبط بقوى المجال عموماً.

وتعرف طاقة الوضع لنقطة ما بأنها الشغل المبذول في تحريك وحدة الشحنات الكهربائية من المالا نهائية الى تلك النقطة ( دون احداث أي تغيير في الطاقة الحركية لها)، بشرط اختيار نقطة يكون الجهد عندها يساوي صفراً.

\* نظام ( الشحنة الكهربائية - المجال الكهربائي) : هو نظام يتكون من شحنة كهربائية في مجال كهربائي خارجي.

\* لا يتغير الجهد الكهربائي عند نقطة، وذلك لأن النسبة بين (ط و س) الى الشحنة ثابتة أما اذا تغيرت طاقة الوضع الكهربائية الى الشحنة عند انتقالها من نقطة الى أخرى ضمن المجال الكهربائي فهذا يعني أنه يوجد فرق في الجهد الكهربائي بين النقطتين.

- تغيرات تحدث على طاقة الوضع وتؤثر على الجهد:

(أ) اذا تحررت الشحنة (س) من القوة الخارجية فإنها تعود الى النقطة التي كانت فيها بحيث تتحول طاقة الوضع الكهربائية الى طاقة حركية.

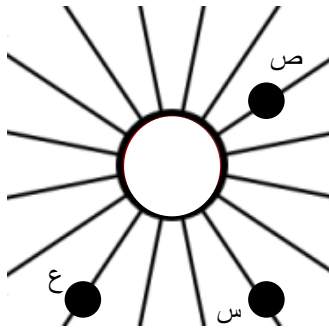
(ب) اذا انشغلت الشحنة من نقطة جهد منخفض الى جهد مرتفع فإن التغيير في طاقة الوضع للشحنة يكون موجب والعكس صحيح.

(ج) عند وضع شحنة موجبة في مجال كهربائي منتظم تتحرك مع اتجاه المجال الكهربائي وتقع طاقة الوضع التي تمتلكها؛ وذلك بسبب الزيادة في الطاقة الحركية وقل الجهد من مرتفع الى جهد منخفض.

(د) طاقة الوضع في المالانهاية تساوي صفر وهي نقطة اصطلحت لإيجاد طاقة الوضع عند نقطة ما.

### اسئلة على الجهد الكهربائي :

سؤال (١) : ثلاث نقاط (س،ص،ع) تقع ضمن المجال الكهربائي لشحنة نقطية، بعد النقطة (س) عن الشحنة يساوي بعد النقطة (ع)، (ج س = ٣ فولت)، جد ما يلي :



(أ) أي النقطتين (س،ص) يكون الجهد عندها أعلى؟

(ب) ما نوع الشحنة المولدة للمجال؟

(ج) حدد اتجاه المجال الكهربائي؟

(د) قارن بين (ج س = ٣) و (ج ص = ٤) ؟

الإجابة:

(أ) ج س = صفر

ج س - ج ص = صفر ج س < ج ص

(ب) الشحنة سالبة.

ج) داخل في الشحنة لهما البعد نفسه عن الشحنة.

د)  $ج س = ج ع$  ، لان لهما البعد نفسه عن الشحنة .

$$(ج س - ج ص) = (ج س - ج ع)$$

سؤال (٢) : نقطة (س) تقع على الخط الواصل بين شحنتين نقطيتين، اذا كانت ( $س١$ ) موجبة و  $ج س =$  صفر ، فجد ما يلي :

أ) نوع الشحنة ( $س٢$ ) ؟

ب) أيهما أكبر مقداراً ( $س١$ ) أم ( $س٢$ ) ؟

الإجابة :

أ)  $س٢$  سالبة.

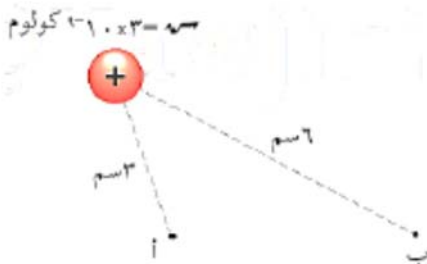
ب) عندما يكون  $ج س =$  صفر ←  $ج١ + ج٢ =$  صفر

$$ج١ = ج٢$$

$$\frac{س١}{ف١} = \frac{س٢}{ف٢} \quad \leftarrow \quad ف١ > ف٢ \quad \leftarrow \quad س١ > س٢$$

سؤال (٣) : شحنة نقطية  $س = ٣ \times ١٠^{-٩}$  كولوم، ونقطتان (أ) ، (ب) تبعدان عن الشحنة مسافة ( $س٣$ ) و ( $س٦$ ) ، جد ما يلي:

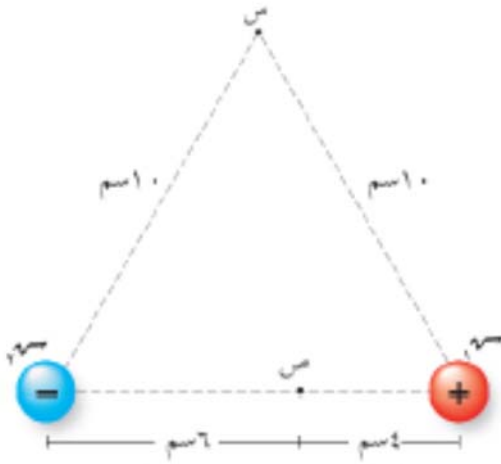
أ) فرق الجهد (ج ا ب)



ب) فرق الجهد (ج ا ب) إذا كانت  $س = ٣$  نانوكولوم ؟

الإجابة :

سؤال (٤) : شحنتين نقطيتين موضوعتين في الهواء  $q_1 = 4 \times 10^{-6}$  كولوم ،  $q_2 = -4 \times 10^{-6}$  كولوم ، احسب جهد كل من النقطتين (س) ، (ص) ، بالاستعانة بالبيانات المثبتة على الشكل .



الإجابة :

## - فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين :

يعرف بأنه التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة عند انتقالها بين هاتين النقطتين في مجال كهربائي .  
ويعطى بالعلاقة الرياضية التالية:

$$\Delta \phi = \int_{\text{ج ابتدائية}}^{\text{ج نهائية}} \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\Delta \phi = \phi_{\text{ج نهائية}} - \phi_{\text{ج ابتدائية}}$$

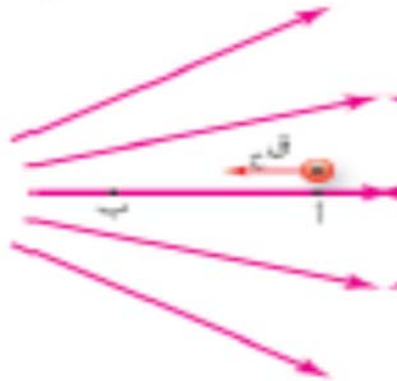
في حال حركة الشحنة تحت تأثير قوة خارجية

$$W_{\text{ش خ}} = q(\phi_{\text{ج نهائية}} - \phi_{\text{ج ابتدائية}})$$

\* إذا أثرت قوة خارجية في شحنة (س) ونقلتها بسرعة ثابتة من نقطة (أ) إلى نقطة (ب) ضمن مجال كهربائي فإن الشغل الذي تبذله القوة الخارجية (شخ) يظهر على شكل تغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

$$W_{\text{ش خ}} = q(\phi_{\text{ب}} - \phi_{\text{أ}})$$

$$W_{\text{ش خ}} = q(\phi_{\text{ج نهائية}} - \phi_{\text{ج ابتدائية}})$$



حركة شحنة في مجال كهربائي بسرعة ثابتة  
بتأثير قوة خارجية

تؤدي حركة الشحنة الحرة الموجبة تحت تأثير القوة الكهربائية الى نقصان طاقة الوضع الكهربائية المخزنة فيها ويقابل ذلك زيادة مساوية في الطاقة الحركية ،

فالقوة الكهربائية تبذل شغلاً (ش<sub>ك</sub>) على الشحنة تحول طاقة الوضع الكهربائية المخزنة فيها الى طاقة حركية أي أن :

$$\text{ش ك} = - \Delta \text{ط و} = \Delta \text{ط ح}$$

وعندما تتحرك شحنة سالبة في المجال الكهربائي من النقطة (ب) الى النقطة (أ) تحت تأثير القوة الكهربائية، فحركة الشحنة الحرة ( الموجبة أو السالبة) باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها يؤدي الى نقصان طاقة الوضع الكهربائي المخزنة فيها ويقابل ذلك زيادة في طاقتها الحركية.

$$\text{ش ك} = \text{س.ح} \cdot (\text{ج نهائية} - \text{ج ابتدائية})$$

## - الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية:

الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية (ش) موضوعة في الهواء عند نقطة على بعد (ف)، من الشحنة يعطى بالعلاقة التالية:

$$\begin{aligned} \text{ف : بعد النقطة عن الشحنة المولدة} \\ \text{للمجال الكهربائي} \\ \text{أ} = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon} \text{ وفي الهواء او الفراغ} \\ \text{أ} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{1}{\epsilon} \end{aligned}$$

$$\text{ج} = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon} \cdot \frac{1}{\text{ف}}$$

$$\text{ج} = 9 \times 10^9 \cdot \frac{1}{\text{ف}}$$

إن إشارة الجهد تساعدنا على ترتيب النقاط من الأقل جهداً إلى الأعلى جهداً، إن اتجاه المجال الكهربائي يكون دائماً باتجاه تناقص الجهد الكهربائي.



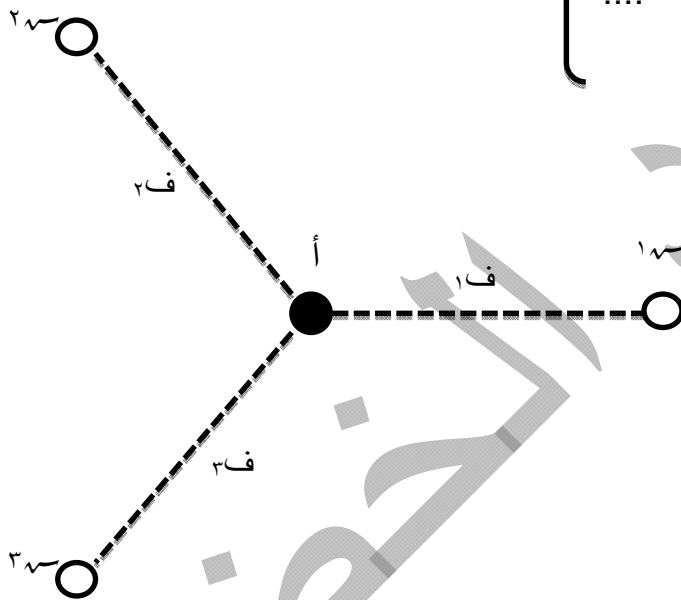
ومن خلال هذه الرسومات نلاحظ العلاقة بين تغير الجهد الكهربائي واتجاه خطوط المجال الكهربائي.



يكون الجهد عند تلك النقطة ناتج عند المجموع الجبري للجهد الكلي الناشئة عن كل هذه الشحنات .  
طريقة حساب الجهد الكهربائي عند نقطة تقع في مجال شحنات نقطية.

$$ج\ النقطة = ج_١ + ج_٢ + ج_٣ + ..... + ج_n$$

$$ج\ النقطة = \left( \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \dots + \frac{q_n}{r_n} \right)$$



- طاقة الوضع الكهربائية لنظام يتألف من شحنتين نقطيتين:

عند وجود شحنتان موجبتان بعيدتان جداً عن بعضهما فإن الشحنة الاولى لا تطلب بذل شغل عن نقلها من نقطة الى المالا نهائية لأنها منقولة إلى منطقة لا يوجد فيها مجال كهربائي ، أما عن نقل الشحنة الثانية من المالا نهائية الى نقطة بسرعة ثابتة فيتطلب التأثير بقوة خارجية تبذل شغلاً لأنها ستدخل مجالاً كهربائياً.

ويمكننا أن نحسب طاقة الوضع عند وجود شحنتان بينهما مسافة عن طريق:

$$ط_و = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \leftarrow \quad ط_و = \frac{q_1 q_2}{f}$$

إذا كانت الشحنتان متشابهتان في النوع، فإن طاقة الوضع للنظام تكون موجبة؛ وذلك لأن الشحنتين كانتا بعيدتين جداً وتقريبهما على بعد (ف) من بعضهما بسرعة ثابتة يتطلب التأثير بقوة خارجية في احدهما فتبدل شغلاً للتغلب على قوة التنافر الكهربائي، وهذا الشغل يطر على شكل زيادة في طاقة الوضع الكهربائي المخزنة في النظام.

أما إذا كانت الشحنتان مختلفتان في النوع فإن طاقة الوضع الكهربائي للنظام تكون سالبة؛ وذلك لأن الشحنتين بعيدتين جداً، وتقريبهما على بعد (ف) من بعضهما بسرعة ثابتة يتطلب التأثير بقوة خارجية في احدهما بعكس اتجاه قوة التجاذب الكهربائي، فتبدل القوة الخارجية طاقة من النظام فتصبح طاقة الوضع الكهربائي للنظام سالبة.

- الشحنتان المنقولة لا نحسب جهدها، بل نحسب جهد الشحنتان المحيطة بها، وكذلك في طاقة الوضع للشحنة، نحسب جهود الشحنتان المحيطة بها.
- لحساب الشغل المبذول لزيادة المسافة أو تقليل المسافة بين شحنتين فإننا نحرك الشحنة الأصغر، ونبقى الشحنة الأخرى في مكانها.

### اسئلة على فرق الجهد بين نقطتين

سؤال (١): ماذا نعني بقولنا إن فرق الجهد بين نقطتين يساوي (١٢) فولت؟؟

الإجابة:

أي أن التغير في طاقة الوضع الكهربائي لوحدة الشحنتان عند انتقالها بين النقطتين يساوي (١٢) جول.

سؤال (٢): نقطتان (د) ، (هـ) ضمن مجال كهربائي ، اذا كان (جوه = -٤ فولت) و (جوه = ٨ فولت) ، فاحسب :

(أ) شغل القوة الكهربائية المبذول لنقل الكترول من النقطة (د) الى النقطة (هـ).

(ب) شغل القوة الخارجية المبذول لنقل بروتون من اللانهاية الى النقطة (د) بسرعة ثابتة.

(ج) مقدار التغير في طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون والبروتون في الفرعين السابقين.

الإجابة :

$$(أ) \text{ شك} = e_s = (جوه - جوه) = ٨ - (-٤) = ١٢ \text{ فولت}$$

$$= ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times (-٤) = -٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$= ٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$(ب) \text{ ش خ} = p_s = (جوه - جوه) = ٨ - (-٤) = ١٢ \text{ فولت}$$

$$\text{ش خ} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times (-٤) = -٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$(ج) \Delta \text{ طوه} = - \text{شك} = -١٢ \text{ فولت} = -٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$\Delta \text{ ط و} = \text{ش خ} = -٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

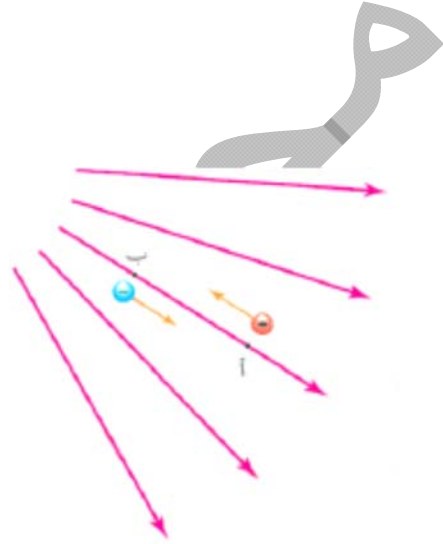
$$جوه = جوه - جوه = ٨ - (-٤) = ١٢ \text{ فولت}$$

سؤال (٣) : شحنة نقطية  $(+2 \times 10^{-9})$  كولوم نقلت من النقطة (أ) الى النقطة (ب) في مجال كهربائي بسرعة ثابتة، اذا بذلت القوة الخارجية شغلاً  $(4 \times 10^{-9})$  جول، فجد ما يلي :

(أ) فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين ب و أ (ج ب- ج أ) .

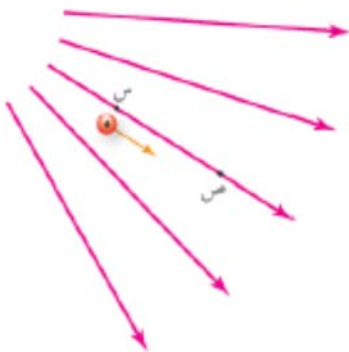
(ب) الشغل الذي تبذله قوة خارجية لنقل شحنة  $(-2 \times 10^{-9})$  كولوم من (ب) الى (أ) بسرعة ثابتة .

الإجابة:



سؤال (٤) : بروتوناً يتحرك في مجال كهربائي تحت تأثير القوة الكهربائية فقط من النقطة (س) الى النقطة (ص) فإذا بذلت القوة الكهربائية عليه شغلاً  $(8 \times 10^{-19})$  جول، فاحسب الجهد (ج ص س) :

الإجابة :



- سؤال (٥) : شحنة كهربائية  $2 \times 10^{-8}$  كولوم ، موضوعة عند النقطة (أ) التي جهدها (٥ فولت) ، جد ما يلي :
١. طاقة الوضع الكهربائية للشحنة.
  ٢. الشغل اللازم لنقل الشحنة من موقعها عند (أ) الى النقطة (ب) التي جهدها ١٢ فولت.
  ٣. التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من (أ) الى (ب) .

الإجابة:

سؤال (٦) : شحنة كهربائية ( $٤ \times ١٠^{-٦}$  كولوم) موضوعة عند النقطة أ التي جهدها (٧) فولت ، احسب ما يلي :

١ . طاقة الوضع الكهربائية للشحنة.

٢ . الشغل المبذول لنقل الشحنة من (أ) الى النقطة (ب) التي جهدها ١٥ فولت.

٣ . التغير في طاقة وضع الشحنة عند نقلها من (أ) الى (ب).

الإجابة:

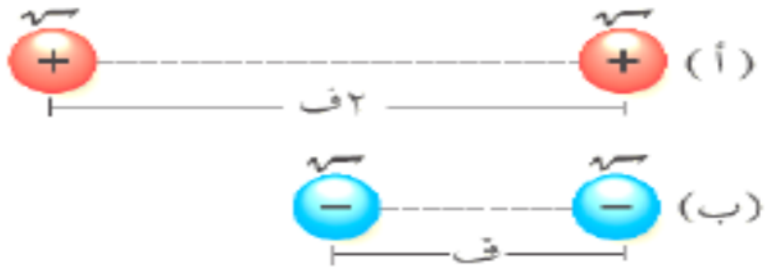
## أسئلة على طاقة الوضع

سؤال (١) : نظام يتألف من شحنتين نقطتين سالبتين طاقة وضعه الكهربائية موجبة، فما تفسير ذلك ؟

الإجابة:

لوضع شحنتان متشابهتان في الإشارة على بعد (ف) من بعضهما فإن ذلك يتطلب التأثير بقوة خارجية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية وستبذل القوة الخارجية شغلاً يظهر على شكل زيادة في طاقة الوضع الكهربائية للنظام لذلك تكون إشارة طاقة الوضع الكهربائية موجبة.

سؤال (٢) : معتمد على البيانات المثبتة في الشكل والذي بين نظامين للشحنات (أ،ب) قارن بين مقدار طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في كل نظام .



الإجابة :

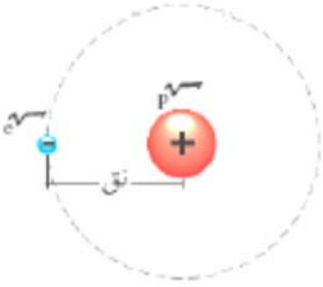
$$ط_{وب} = \frac{أ}{س_٢} ف$$

$$ط_{وا} = \frac{أ س_١}{س_٢} ف$$

$$ط_{وا} = \frac{أ}{س_٢} ف$$

$$ط_{وا} = \frac{1}{2} ط_{وب}$$

سؤال (٣) : يفصل بين الالكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين مسافة  $(١٠^{-١١} \times ٥,٢٩)$  م تقريباً، احسب طاقة الوضع الكهربائية لذرة الهيدروجين.

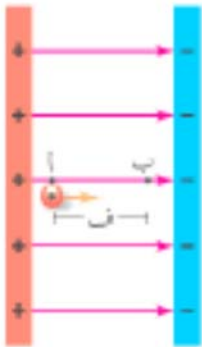


الاجابة :

-----

- فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم :

اذا وضعت شحنة موجبة ضمن مجال كهربائي منتظم (م) ، فتحركت بفعل القوة الكهربائية (قك) وقطعت ازاحة (ف) من النقطة (أ) الى النقطة (ب) فإن القوة الكهربائية تبذل شغلاً .





ولحساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم :

$$ج ا ب = م ف ا ب جتا \theta$$

م : مقدار المجال الكهربائي المنتظم.

ف ا ب : الإزاحة من (أ) الى (ب)

$\theta$  : الزاوية المحصورة بين اتجاهي المجال الكهربائي

$$الإزاحة \geq 0 \geq \theta \geq 180$$

إذا كان البعد بين الصفيحتين (ف) وكانت (أ) نقطة تقع على الصفيحة الموجبة، و (ب) تقع على الصفيحة السالبة، فإن (ج) (اب) في هذه الحالة يساوي فرق الجهد بين الصفيحتين ويرمز له بالرمز (ج)

رياضياً:

$$ج = م . ف$$

أسئلة على الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم :

سؤال (١) : يقاس المجال الكهربائي بوحدته (نيوتن/كولوم) وتبين المعادلة ( $م = \frac{ج}{ف}$ ) أن وحدة قياس المجال الكهربائي ( فولت/م ) ، أثبت أن الوحدتين متكافئتين.

$$\frac{\text{جول}}{\text{كولوم}} = \text{فولت}$$

الاجابة :

$$\frac{\text{فولت}}{\text{م}} = \frac{\text{جول}}{\text{كولوم.م}} = \frac{\text{نيوتن.م}}{\text{كولوم.م}} = \text{نيوتن / كولوم}$$

$$\text{جول} = \text{نيوتن . م}$$

سؤال (٢) : تحرك الكترون وبروتون من السكون داخل مجال كهربائي منتظم باتجاهين متعاكسين، فقطع كل منهما الإزاحة نفسها، اذا علمت ان كتلة الالكترتون تعادل  $\frac{1}{8401}$  من كتلة البروتون تقريبا، فقارن بين كل مما يأتي في نهاية الإزاحة .

(أ) سرعة الإلكترتون وسرعة البروتون.

(ب) الطاقة الحركية لكل منهما.

الاجابة :

$$ط ح = \frac{1}{2} ع^2 ك = ج ش$$

$$ع^2 ك = ٢ ج ش$$

$$ع = \sqrt{\frac{٢ ج ش}{ك}}$$

(أ)  $ك_e > ك_p$  ← سرعة الإلكترتون اكبر

(ب) بما أنهما تحركا عبر فرق الجسد نفسه ولهما الشحنة نفسها، فإن الطاقة الحركية لهما متساوية  $\Delta ط ح = \Delta ج ش$

سؤال (٣) : ثلاث نقاط ( أ، ب، د ) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره (٣١٠) نيوتن/كولوم، بالاستعانة بالبيانات المثبتة على الشكل، احسب:



١ - ج ب د .

٢ - ج ا ب .

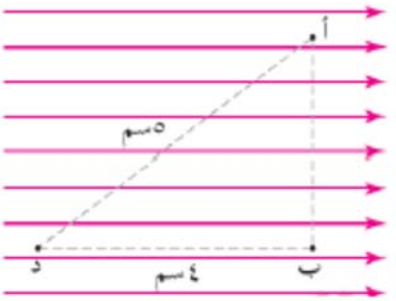
الإجابة :

سؤال (٤) : ثلاث نقاط (أ، ب، د) في مجال كهربائي منتظم مقداره  $(2 \times 10^2)$  نيوتن/كولوم، بالاستعانة بالبيانات المثبتة في الشكل، احسب (ج ا د) في حالتين :

١. عبر المسار (أ ← د)

٢. عبر المسار (أ ← ب ← د)

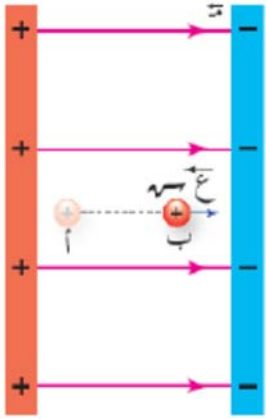
الإجابة:



سؤال (٥) : يتحرك بروتون شحنته (س.) وكتلته (ك) من السكون من النقطة (أ) عند الصفيحة الموجبة الى النقطة (ب) عند الصفيحة السالبة في الحيز بين الصفيحتين، اذا كان فرق الجهد (ج) بين النقطتين (أ ، ب)، فأثبت أن سرعة البروتون بعد قطعه الإزاحة بين الصفيحتين تعطى بالعلاقة التالية:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{ج} \cdot \text{س}}{\text{ك}}}$$

الاجابة :



سؤال (٦) : تحرك بروتون شحنته  $(1,6 \times 10^{-19})$  كولوم، وكتلته  $(1,67 \times 10^{-27})$  كغ ، من السكون من نقطة (أ) عند اللوح الموجب الى نقطة (ب) عند اللوح السالب في الحيز بين لوحين موصلين متوازيين مشحونين بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة (٤سم) ، اذا كان المجال الكهربائي بين اللوحين (٦٢٥ نيوتن/ كولوم)، احسب ما يلي :

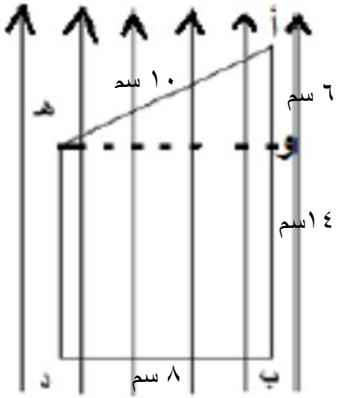
١. فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين.

٢. التغير في طاقة وضع البروتون عند انتقاله بين اللوحين.

٣. سرعة البروتون بعد قطعه هذه الإزاحة.

الإجابة :

سؤال (٧) : يؤثر مجال كهربائي منتظم  $٣١٠$  فولت / م في اتجاه الصادات الموجب، مستعيناً بالبيانات على الشكل جد ما يلي:

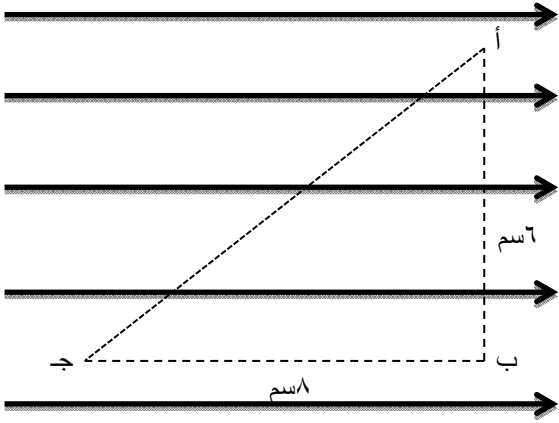


١. ج ا ب
٢. ج ب د
٣. ج د ا
٤. ج ه ا

الإجابة :

سؤال (٨) : مجال كهربائي منتظم (٣١٠) فولت / م ، أ ، ب ، ج ثلاث نقاط في المجال

أ ب = ٦ م ، ب د = ٨ م ، ج د ما يلي :



١. ج ب د

٢. ج ا ب

٣. ج د ا

٤. ج ا د

٥. الشغل المبذول لنقل شحنة  $٣ \times ١٠^{-٦}$

كولوم من النقطة أ ← د

٦. القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة  $-٤ \times ١٠^{-٦}$  كولوم عند وضعها في مجال.

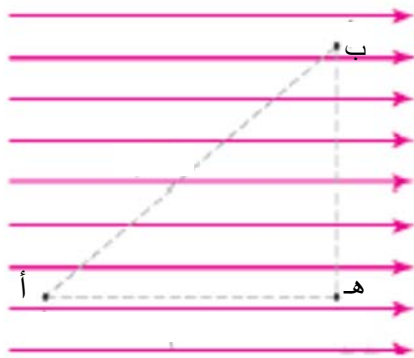
الإجابة:

## - سطوح تساوي الجهد :

سطح تساوي الجهد : هو السطح الذي يكون الجهد عند نقاطه جميعها متساوياً ويساوي قيمة ثابتة.

- لا يلزم بذل شغل لنقل شحنة على سطح تساوي الجهد.
- تكون سطوح تساوي الجهد دائماً عمودية على خطوط المجال الكهربائي.
- سطوح تساوي الجهد للشحنة النقطية تبدو كروية الشكل وتكون أكثر تقارباً بالقرب من الشحنة وذلك لأن المجال الكهربائي للشحنة النقطية مجال غير منتظم يثل كلما ابتعدنا عن الشحنة وحيثما تقاربت سطوح تساوي الجهد دل ذلك على قيمة كبيرة للمجال الكهربائي. أما سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين فتظهر متوازية والمسافات بينها متساوية لتدل على أن المجال الكهربائي منتظم.

في الشكل التالي :



بالاعتماد على النقاط جميعها الواقعة على السطح الواصل بين (ب) و (هـ) متساوية الجهد، لذا يدعى سطحاً متساوي الجهد.

- بما أنه لا يوجد فرق في الجهد بين النقاط الواقعة على سطح متساوي الجهد ، لذا لا يوجد تغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة اذا تحركت عبر هذا السطح، أي أن القوة ات تبذل شغلاً عند انتقال الشحنة عبر هذا السطح.

بما أن  $ج د = ج ب$

$$ج ا - ج ب = ج ا - ج د \quad \leftarrow \quad ج ا ب = ج ا د$$

ان الشحنة تتحرك على نحو حر في المجال الكهربائي المنتظم من الجهد العالي ( ج ا ) الى الجهد ( ج د ) .

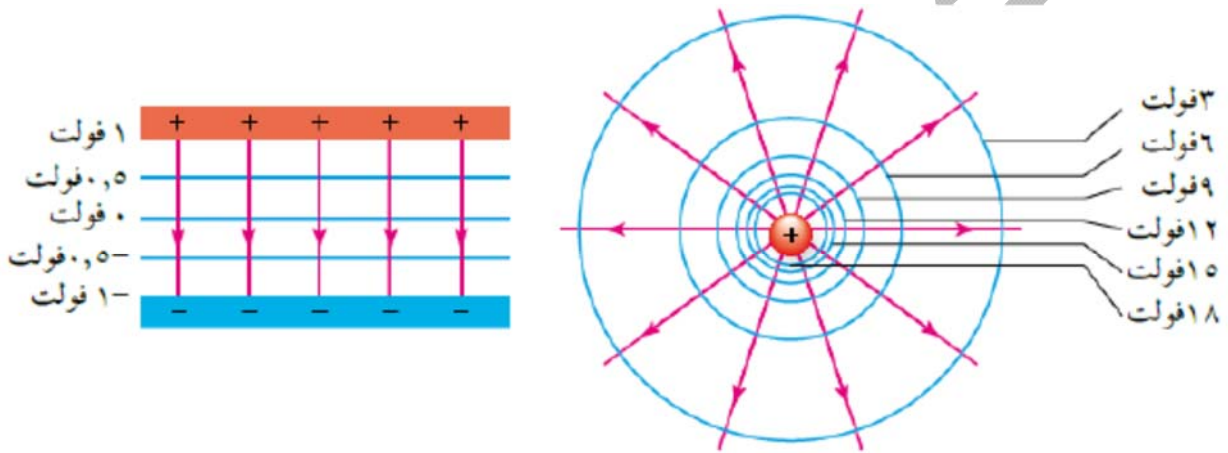
لايجاد ( $\theta$ ) نتحرك من النقطة الأولى الى الثانية بخط مستقيم، ونحدد اتجاه المجال عندها، ونحدد الزاوية بين التحرك واتجاه المجال الكهربائي .

لحساب سرعة الجسم نستخدم العلاقة :

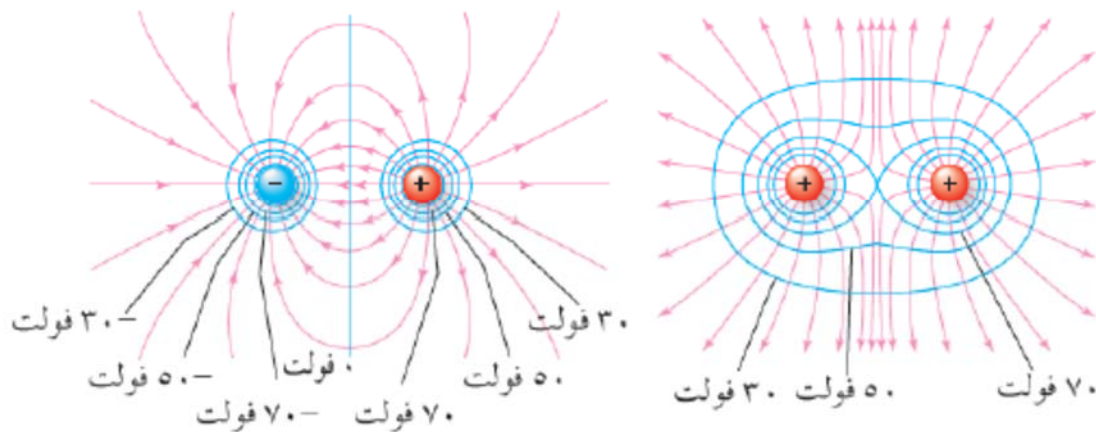
$$ع = \sqrt{\frac{٢ ج د}{ك}}$$

- سطوح تساوي الجهد في بعض الحالات :

- سطوح تساوي الجهد في الشحنة النقطية تكون كروية الشكل حول تلك الشحنة النقطية ، وتكون اكثر تقاربا بالقرب من الشحنة .
- سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين فتظهر متوازية و المسافات بينها متساوية لتدل على ان المجال الكهربائي منتظم .



بعض الرسومات لسطوح تساوي الجهد لتوزيع بعض من الشحنات الكهربائية :

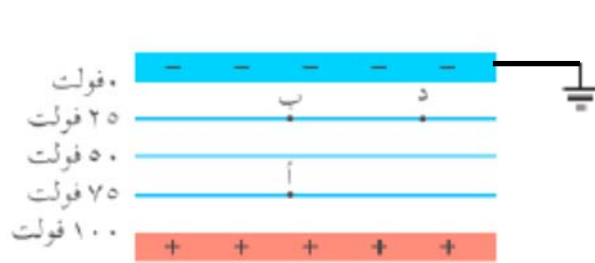


بما انه لا يوجد فرق في الجهد بين النقاط الواقعة على سطوح تساوي الجهد فانه لا يلزم بذل شغل لنقل شحنة على سطح تساوي الجهد .



## اسئلة على سطوح تساوي الجهد

سؤال (١): سطوح تساوي الجهد في الحيز صفيحتين موصلتين متوازيتين، احسب :



(أ) فرق الجهد (جـ ب)

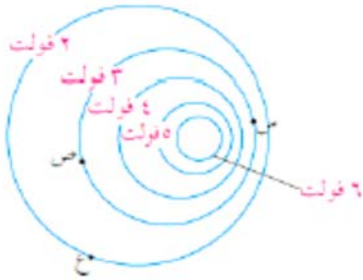
(ب) شغل القوة الكهربائية المبذول عند نقل شحنة (٢) نانوكولوم (ب) الى (د) .

الإجابة :

$$(أ) \text{ جـ ب} = \text{جـ د} - \text{ب} = 75 - 25 = 50 \text{ فولت}$$

$$(ب) \text{ ش ب} \leftarrow \text{أ} = \text{ش} (\text{جـ د} - \text{ب}) = 2 \times 10^{-9} \times (75 - 25) = \text{صفر}$$

سؤال (٢) : بعض سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية، معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل ، أجب عما يلي:



أ . هل الجهد عند النقطة (س) يساوي الجهد عند النقطة (ص)؟؟ فسر اجابتك.

ب . قارن بين مقدار المجال الكهربائي عند النقطتين (س) و (ص)، مفسراً اجابتك.

ج . احسب شغل القوة الخارجية اللازم لنقل بروتون من النقطة (ع) الى النقطة (ص) بسرعة ثابتة.

الإجابة :

أ . (س ، ص) نقطتان تقعان على سطح تساوي الجهد نفسه، لذلك  $ج س = ج ص = ٣$  فولت

ب. المجال عند (س) أكبر بدليل تقارب سطوح تساوي الجهد في المنطقة التي توجد فيها النقطة (س) .

$$ج. ش ع \leftarrow ص = p \cdot \Delta \phi = (ج ص - ج ع)$$

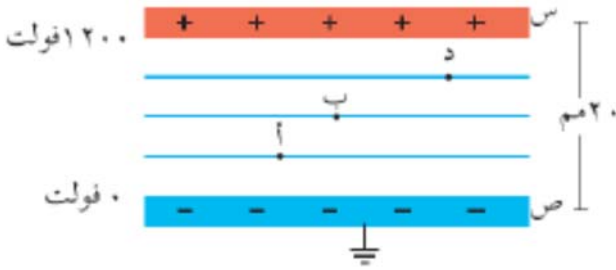
$$= (٢ - ٣) p$$

$$= ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول.}$$

سؤال (٣) : صفيحتان موصلتان متوازيتان شحنت الصفيحة (س) بشحنة موجبة، ووصلت الصفيحة (ص) بالأرض فشحنت بالحث بشحنة سالبة، ويبين الشكل التالي سطوع تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين ، جد ما يلي:

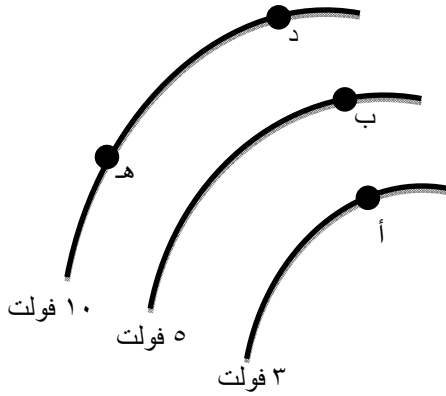
١. المجال الكهربائي بين الصفيحتين مقداراً واتجاهاً.

٢. الجهد الكهربائي عند النقاط (أ ، ب ، د) .



الإجابة :

سؤال (٤) : الشكل المجاور يمثل ثلاث سطوح تساوي جهد ، احسب:



١ . فرق الجهد بين أ و ب ( ج ا ب ) .

٢ . جهد النقطة د .

٣ . الشغل المبذول لنقل شحنة  $(2 \times 10^{-6})$  كولوم من ( أ ← ب ) .

٤ . الشغل المبذول لنقل شحنة  $(5 \times 10^{-6})$  كولوم من ( د ← هـ ) .

٥ . طاقة الوضع الكهربائية المخزنة في شحنة مقدارها

$(-3 \times 10^{-6})$  كولوم موضوعة عند النقطة (ب) .

الإجابة:

## اسئلة اضافية على الجهد الكهربائي

سؤال (١) : شحنتان نقطيتان (  $q_1$  ،  $q_2$  ) موجبتان والمسافة بينهما (ف) ، أثبت أن الجهد الكهربائي عند نقطة انعدام المجال الكهربائي تعطى بالعلاقة :

$$V = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2}$$

الاجابة :

سؤال(٢): مثلث متساوي الأضلاع عطول ضلعه (٣,٠) م ، جد:



١. المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) ؟  $m/s = 200$  نيوتن/ كولوم (+س)

٢. القوة المؤثرة في الكترون موضوع عند النقطة (س) ؟  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  نيوتن (-س)

٣. طاقة وضع الشحنة ( $q$ ) ؟  $U = 1.2 \times 10^{-10}$  جول

٤. طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون يوضع عند (س) ؟؟  $U = 0$  جول

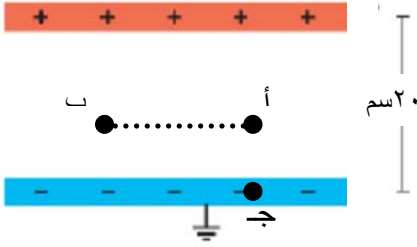
٥. أين تقع نقطة انعدام المجال ان وجدت؟ لا يوجد

٦. الشغل اللازم لجعل المسافة بين الشحنتين (٢,٠ م)؟ ش =  $60 \times 10^{-1}$  جول

الاجابة :

محمد الخطيب

السؤال (٣) : صفيحتين مستويتين متقابلتين مشحونتين بشحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين نوعاً والمسافة بينهما ٢٠ سم، جهد اللوح العلوي ٤٠ فولت ، استعن بالبيانات المثبتة على الشكل ، جد ما يلي:



١. المجال المنتظم بينهما.
٢. فرق الجهد بين ( أ ، ب ) .
٣. الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها  $-1 \times 10^{-6}$  كولوم من ج الى أ .

الإجابة :

(١)  $m = 200$  نيوتن/كولوم .

(٢) جاب = صفر (  $\theta = 90^\circ$  ) .

(٣) ج د ا = ١٠ فولت (  $\theta = 0$  ) .

السؤال (٤) : مجال كهربائي منتظم مقداره ٣٠٠ نيوتن/كولوم ( هـ ، ع ) مثلث قائم الزاوية ( و ) ، مغمور في المجال المنتظم كما في الشكل، استعن بالبيانات المثبتة على الشكل ثم أجب عما يلي:



(١) أي نقطتين يكون جهدهما متساوي؟

(٢) فرق الجهد بين ( و ع )

الإجابة :

$$(١) ج د و = م . ف . جتا \theta$$

$$= م . ف . جتا ٩٠ = صفر$$

ج ا = ج ب لأنه سطح تساوي جهد متعامد خطوط المجال .

$$(٢) ج و ع = ١٢٠٠ فولت$$