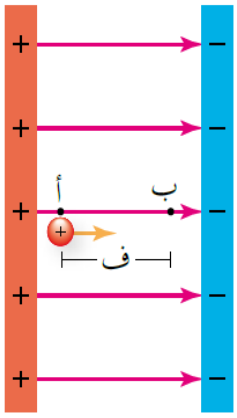
فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم

Electric Potential Difference in a Uniform Electric Field

يبين الشكل شحنة موجبة وضعت ضمن مجال كهربائي منتظم (مـ)، فتحركت بفعل القوة الكهربائية (ق$_ك$) ، وقطعت إزاحة (ف) من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)؛ فإن القوة الكهربائية تبذل شغلاً، نعبر عنه بالعلاقة:



$$\overleftarrow{ش_ك} = \overleftarrow{ق_ك} \cdot \overleftarrow{ف}_{أ\leftarrow ب}$$

$$\overleftarrow{ش_ك} = \overleftarrow{ق_ك} \cdot \overleftarrow{ف}_{أ\leftarrow ب}$$

بتعويض $\overleftarrow{ق_ك} = \overleftarrow{مـ}$ سـ.

$$\overleftarrow{ش_ك} = سـ. \left(\overleftarrow{مـ} \cdot \overleftarrow{ف}_{أ\leftarrow ب} \right)$$

$$\overleftarrow{ش_ك} = سـ. \, مـ \, ف_{أ\leftarrow ب} \, جتا\theta$$

يمكن أن نعبر عن شغل القوة الكهربائية كما يلي:

$$\overleftarrow{ش_ك}_{أ\leftarrow ب} = -سـ. \, (جـ_ب - جـ_أ)$$

$$= -سـ. \, (جـ_ب - جـ_أ) = سـ. \, مـ \, ف_{أ\leftarrow ب} \, جتا\theta$$ أي أن :

وباختصار الشحنة (سـ.) من الطرفين:

$$- (جـ_ب - جـ_أ) = مـ \, ف_{أ\leftarrow ب} \, جتا\theta$$

أي ان:

$$\boxed{جـ_{أ ب} = مـ \, ف_{أ\leftarrow ب} \, جتا\theta}$$

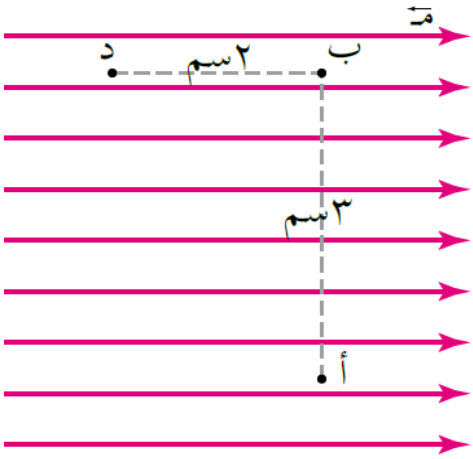
تستخدم هذه العلاقة لحساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم.

حيث (مـ): مقدار المجال الكهربائي المنتظم،و(ف $_{أ\leftarrow ب}$): الإزاحة من (أ) إلى (ب)، و(θ) : الزاوية المحصورة بين اتجاهي المجال الكهربائي والإزاحة؛(٠ ≤ θ ≤ ١٨٠) .

وبالاعتماد على هذه العلاقة يمكن القول إن المجال الكهربائي (مـ = $\frac{جـ}{ف}$) مقياس للتغير في الجهد مع تغير الموقع.

اعداد المعلم مصطفى دعمس

مثال(١): يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره (١.٣) نيوتن/ كولوم. معتمداً على الشكل، احسب (جـ ب د) و(جـ أ ب)



الحل:

١) نطبق العلاقة:

$جـ_{ب د} = مـ \times ف_{ب \leftarrow د} \times جتا\theta$

$\theta = ١٨٠^\circ$

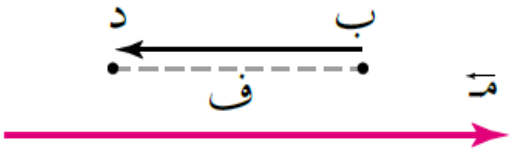
$جـ_{ب د} = ١.٣ \times ١٠^{-٢} \times ٢ \times ١-$

$= ٠.٢$ فولت

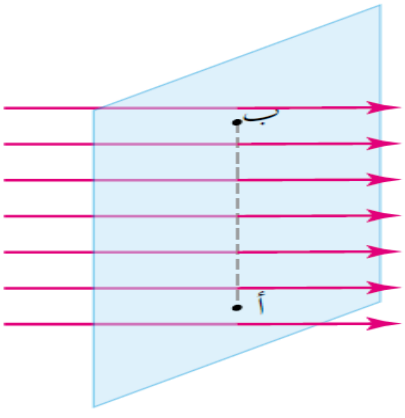
٢) $جـ_{أ ب} = مـ \times ف_{أ \leftarrow ب} \times جتا\theta$

$جـ_{أ ب} = ١.٣ \times ١٠^{-٢} \times ٣ \times جتا ٩٠ = صفر$

جـ أ - جـ ب = صفر، جـ أ = جـ ب



والنقاط جميعها الواقعة على الخط الواصل بين النقطتين (أ)و(ب) متساوية في الجهد، ويسمى السطح الذي تقع تقع عليه هذه النقاط **سطح تساوي الجهد**. لاحظ الشكل

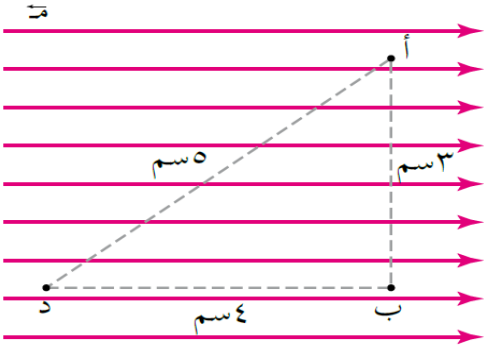


اعداد المعلم مصطفى دعمس

مثال(٢): يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره (٢ x ١٠^-١) نيوتن/ كولوم. معتمداً على الشكل، احسب احسب (جـ أد) في حالتين:

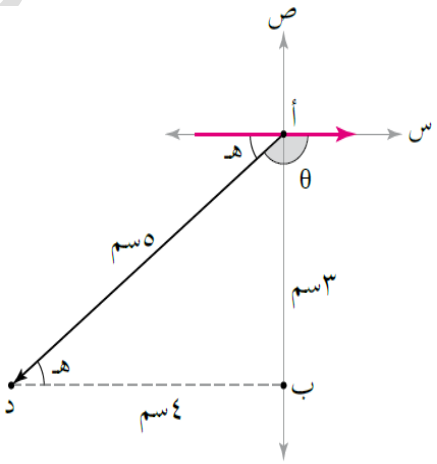
١- عبرالمسار (أ ←د)

٢- عبرالمسار (أ ← ب ←د)



الحل:

١) لحساب فرق الجهد بين النقطتين (أ،د) عبرالمسار (أ ←د) نحتاج إلى تحديد الزاوية(θ) كما في الشكل



حيث جتاθ = - جتاهـ = -$\frac{٤}{٥}$

جـ$_{أد}$ = مـ ف$_{أ←د}$ جتاθ

جـ$_{بد}$= -٢x ١٠^-١ x ٥ x ١٠^-١ x $\frac{٤}{٥}$-

= -٨ فولت

٢)) لحساب فرق الجهد بين النقطتين (أ،د) عبرالمسار (أ ←ب←د) :

جـ$_{أد}$= جـ$_{أب}$ + جـ$_{بد}$

جـ$_{أد}$ = مـ ف$_{أب}$ جتا ٩٠ + مـ ف$_{دب}$ جتا ١٨٠

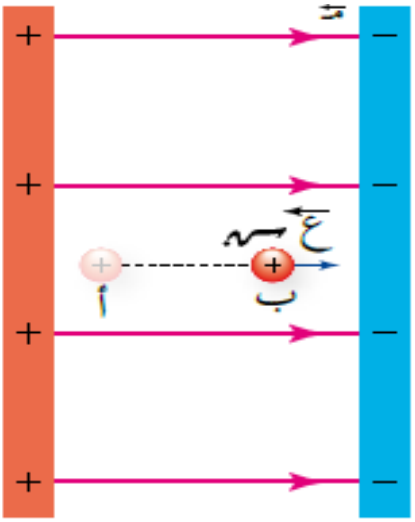
= ٢x١٠^-١x ٣ x ١٠^-١x٠+ ٢ x ١٠^-١x ٤ x ١٠^-١x-١

جـ$_{أد}$= -٨ فولت

نستنتج مما سبق:

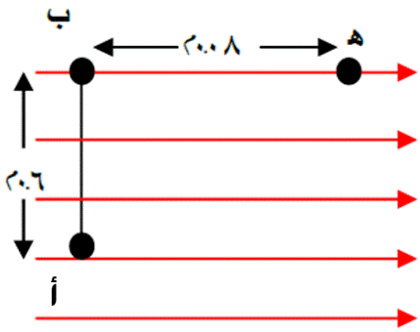
ان فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم ثابت ولا يعتمد على المسار، وهذا يعود إلى أن القوة الكهربائية قوة محافظة،وشغلها لا يعتمد على المسار .

اعداد المعلم مصطفى دعمس



سؤال (١): يتحرك بروتون شحنته (ش) وكتلته (ك) من السكون من النقطة (أ) عند الصفيحة الموجبة إلى النقطة (ب) السالبة عند الصفيحة في الحيز بين صفيحتين كما في الشكل إذا كان فرق الجهد (جـ) بين النقطتين (أ،ب) فأثبت أن سرعة البروتون بعد قطعه الإزاحة بين الصفيحتين تعطى بالعلاقة ا لآتية:

$$ع = \sqrt{\frac{٢ \times ش \times جـ}{ك}}$$



سؤال(٢): يمثل الشكل مجالا كهربائياً منتظماً مقداره (١) فولت /م، (أ , ب , هـ) نقاط واقعة داخله , اعتماداً على الابعاد المبينة بالشكل :

أ- احسب الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها(١×١٠^{-٩}) كولوم من هـ الى أ بسرعة ثابتة

ب- حدد نقطتان على الشكل فرق الجهد بينهما يساوي صفراً. فسر ذلك.

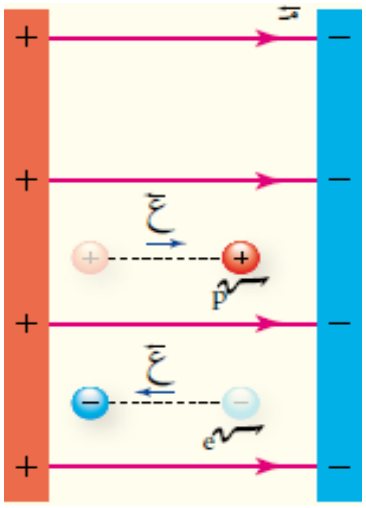
◆ مراجعة (٢-٤)

١- يقاس المجال الكهربائي بوحدة (نيوتن/كولوم) وتبين المعادلة ($م = \frac{جـ}{ف}$) إن وحدة قياس المجال الكهربائي (فولت/م). أثبت أن الوحدتين متكافئتان.

٢- تحرك إلكترون و بروتون من السكون في مجال كهربائي منتظم باتجاهين متعاكسين كما هو مبين في الشكل ،فقطع كل منهما الإزاحة نفسها. إذا علمت أن كتلة الإلكترون تعادل $\frac{١}{١٨٤٠}$ من كتلة البروتون تقريباً، فقارن بين كل مما يأتي في نهاية الإزاحة:

أ- سرعة الإلكترون وسرعة البروتون.

ب- الطاقة الحركية لكل منهما.



إعداد المعلم مصطفى دعمس