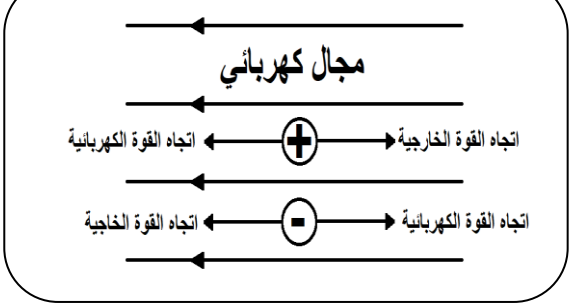
# ملخص قوانين الفصل الثاني
# الجهد الكهربائي

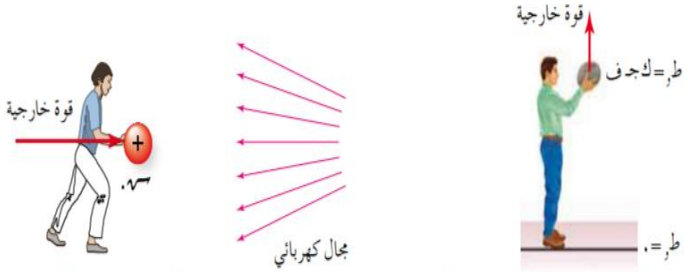
| المصطلح | القانون | وحدة القياس | ملاحظات |
|---|---|---|---|
| الجهد الكهربائي لشحنة نقطية | $جـ = \frac{ش}{ف}$ | فولت | الجهد الكهربائي كمية غير متجهة يتم تعويض الاشارة السالبة للشحنة لان الجهد كمية قياسية ،وقد يكون هذا الجهد موجبًا أو سالبًا تبعًا لنوع الشحنة المولدة للمجال الكهربائي. |
| الجهد الكهربائي لعدة شحنات | $جـ_{كلي} = جـ_1 + جـ_2 + جـ_3 + ....$<br>$جـ = ش (\frac{1}{ف_1} + \frac{1}{ف_2} + \frac{1}{ف_3} + ...)$ | فولت | إشارة الجهد الكهربائي تساعدنا على ترتيب النقاط من الأقل جهدا إلى الأعلى جهدا ، فيكون اتجاه المجال الكهربائي دائما باتجاه تناقص الجهد الكهربائي . |
| الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال منتظم | $جـ_{أ ب} = مـ ف_{أ هـ ب}$ جتا $\theta$<br>$جـ = مـ ف$ (جتا $\theta = 1$) | فولت | إذا كان المجال يعامد الإزاحة ( $\theta = ٩٠$) فإن $\Delta$ جـ = صفرا ، وتكون جميع النقاط الواقعة على الخط العمودي على المجال متساوية في الجهد لذلك لا يوجد تغير في طاقة الوضع عند نقل وحدة الشحنات بينها وكذلك فانه لا يوجد تغير في الشغل المبذول عند ذلك. |
| الشغل الكهربائي | $ش_{غ} = ش . (جـ_{نهائية} - جـ_{ابتدائية})$<br>$\overleftarrow{ش_ك} = \overleftarrow{ق_ك} . ف_{أ هـ ب}$ | جول | عند تحريك الشحنة مع اتجاه القوة الكهربائية ، تبذل القوة الكهربائية شغلا موجبا على الشحنة وذلك لأن اتجاه الإزاحة مع اتجاه القوة الكهربائية |
| السرعة | $ع = \sqrt{\frac{٢ ش جـ}{ك}}$ | م/ ث | حساب سرعة الجسيمات الذرية المتحركة عبر فرق جهد كهربائي عالٍ |
| طاقة الوضع الكهربائية | $ط_و = ش . \Delta جـ$ | جول | $ط_{و\infty} = ٠$ |
| بعض العلاقات المهمة | الشغل = ق ف جتا$\theta$<br>طاقة الوضع ($ط_و$) = ك ج ف<br>الطاقة الحركية ($ط_ح$) = $\frac{1}{2}$ ك ع$^2$<br>$\Delta ط_م = \Delta ط_ح + \Delta ط_و$ = صفر<br>$\Delta ط_ح = - \Delta ط_و$ | | |

ملاحظة :
١- يتم تعويض الاشارة السالبة للشحنة لان الجهد كمية قياسية .
٢- جميع النقاط الواقعة على سطوح تساوي الجهد لها نفس قيمة الجهد.
٣- يكون الشغل كهربائيا عند تحريك الشحنة الموجبة مع اتجاه المجال الكهربائي وتحريك الشحنة السالبة بعكس اتجاه المجال الكهربائي .



## اشكال قوى المجال لطاقة الوضع

تُحدث الأرض في الحيز المحيط بها مجالًا يسمى مجال الجاذبية الأرضية، وتشكل الأرض مع أي جسم يقع ضمن مجالها نظامًا، يُعرف بنظام( الجسم– الأرض )، يظهر فيه شكل من أشكال الطاقة يسمى طاقة الو ضع، وهي طاقة ترتبط بقوى المجال عمومًا. وبالمثل، إذا و ضعت شحنة كهربائية في مجال كهربائي خارجي فإن الشحنة والمجال يشكلان نظامًا، يسمى نظام (الشحنة الكهربائية – المجال الكهربائي)، وتختزن في النظام طاقة تسمى طاقة وضع كهربائية.




(أ): طاقة الوضع في مجال الجاذبية الأرضية. (ب): طاقة الوضع الكهربائية في المجال الكهربائي.

**كيف تنشأ طاقة الوضع ؟ وعلى ماذا يعتمد مقدارها؟**

في مجال الجاذبية الأرضية لكي نحسب طاقة الوضع لجسم عند موقع ما، نحتاج إلى موقع مرجعي تكون طاقة الوضع عنده صفراً. ففي الشكل (أ) ، يمكن القول إن الجسم يختزن طاقة وضع نتيجة وجوده على ارتفاع ما عن سطح الأرض ؛ على فرض ان سطح الأرض يمثل الموقع المرجعيّ.

في المجال الكهربائي أصطلح على أن اللانهاية (∞) هي النقطة المرجعية التي تكون طاقة الوضع عندها صفرًا؛ (ط∞ = ٠). ولبناء النظام المبين في الشكل (ب) ،نفترض أن الشحنة الكهربائية ( ٣ش.) في اللانهاية، ولنقلها إلى نقطة ضمن المجال الكهربائي ب سرعة ثابتة نؤثر فيها بقوة خارجية تساوي القوة الكهربائية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه، وعندئذ تبذل القوة الخارجية شغلاً يختزن في الشحنة الكهربائية على شكل طاقة وضع كهربائية(ط)، حيث تبقى طاقتها الحركية ثابتة (Δط = ٠).

### العلاقة بين الشغل والجهد

١. اذا كان الشغل موجب هذا يعني ان جهد النقطة المنقول اليها الشحنة اعلى من جهد النقطة المنقول منها الشحنة .
٢. اذا كان الشغل سالب هذا يعني ان جهد النقطة المنقول اليها الشحنة اقل من جهد النقطة المنقول منها الشحنة .
٣. اذا كان الشغل صفر هذا يعني ان جهد النقطة المنقول اليها الشحنة مساويا لجهد النقطة المنقول منها الشحنة .

## الجهدَ الكهربائي عند نقطة

يمثل مقدار طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة موضوعة عند نقطة في مجال كهربائي الجهدَ الكهربائيَّ عند تلك النقطة، ويعطى بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$\text{جـ} = \frac{\text{ط}_{\text{و}}}{٣ش.}$$

حيث،(جـ ): الجهدَ الكهربائي عند نقطة

والجهد الكهربائي كمية قياسية، يقياس في النظام العالمي للوحدات بوحدة (جول/ كولوم) وتعرف بالفولت. فعندما نقول أن الجهد الكهربائي عند نقطة (١) فولت فهذا يعني أنه إذا وضعت شحنة كهربائية مقدارها (١) كولوم عند تلك النقطة، فإنها ستختزن طاقة وضع كهربائية مقدارها( ١) جول. ويتخذ الجهد الكهربائي عند نقطة ما قيمة محددة، ولا يعتمد على ( ٣ش.). فإذا تغيرت ( ٣ش.) فإن طاقة الوضع (ط)، تتغير بحيث تبقى النسبة $\frac{\text{ط}_{\text{و}}}{٣ش.}$ ثابتة.

### فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين:

إذا تغيرت طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عند انتقالها من نقطة إلى أخرى ضمن المجال الكهربائي فهذا يعني يوجد فرق في الجهد الكهربائي بين النقطتين.

**فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين**: هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة عند انتقالها بين هاتين النقطتين في مجال كهربائي، ويعطى بالعلاقة الرياضية الآتية:

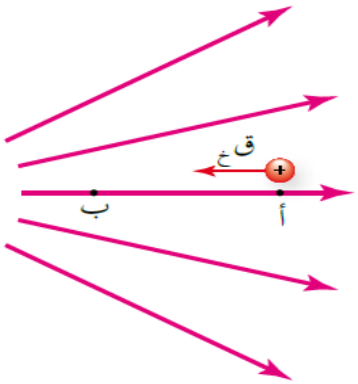
$$\Delta \text{جـ} = \frac{\Delta \text{ط}_{\text{و}}}{٣ش.}$$

$$\Delta \text{جـ} = \frac{\Delta \text{ط}_{\text{و}}}{٣ش.} = \text{جـ}_{٢} - \text{جـ}_{١} = \frac{\text{ش}_{\text{خ}}}{٣ش.}$$

وعليه يمكن التعبير عن شغل القوة الخارجية بالعلاقة الرياضية الآتية:

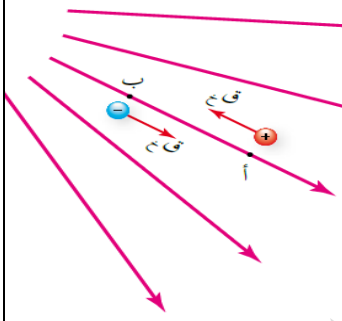
شغل القوة الخارجية = الشحنة المنقولة × فرق في الجهد الكهربائي بين النقطتين

$$\text{ش}_{\text{خ}} = ٣ش. (\text{جـ}_{\text{نهائية}} - \text{جـ}_{\text{ابتدائية}})$$




**حركة شحنة في مجال كهربائي بسرعة ثابتة بتأثير قوة خارجية.**

**مثال ( ٢ – ١ ):** شحنة نقطية (+٢× ١٠$^{-٩}$) كولوم ، نقلت من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) في مجال كهربائي بسرعة ثابتة ، كما يبين الشكل إذا بذلت القوة الخارجية شغلاً (١٤ ×١٠$^{-٩}$) جول ، فاحسب




١.فرق الجهد جـ ب أ

٢. الشغل الذي تبذله قوة خارجية لنقل شحنة (-٢ × ١٠$^{-٩}$ ) كولوم من (ب)إلى (أ) بسرعة ثابتة.

**الحل:**

١- لحساب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (ب،أ)،نطبق العلاقة:

ش أ←ب = س. ( جـ ب - جـ أ )

١٤ ×١٠$^{-٩}$ = +٢× ١٠$^{-٩}$ ×( جـ ب - جـ أ )

×( جـ ب - جـ أ ) = ٧ فولت

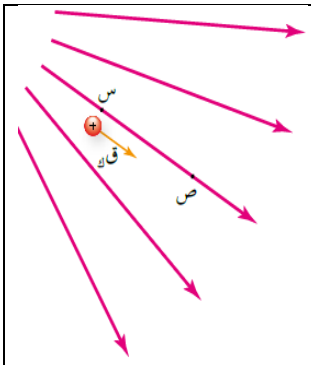
٢- لحساب الشغل اللازم لنقل الشحنة كهربائية من النقطة (ب) إلى النقطة (أ)

ش ب←أ = س. ( جـ أ - جـ ب)

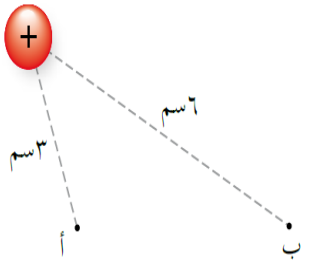
= -٢ × ١٠$^{-٩}$ × -٧ = ١٤ ×١٠$^{-٩}$

لاحظ : جـ ب أ = جـ أ ب

**مثال (٢- ٢):** يبين الشكل بروتوناً يتحرك في مجال كهربائي تحت تأثير القوة الكهربائية فقط من النقطة (س) إلى النقطة (ص) فإذا بذلت القوة الكهربائية عليه شغلاً (٨ × ١٠$^{-١٩}$ ) جول ، فاحسب ،فرق الجهد (جـص س).



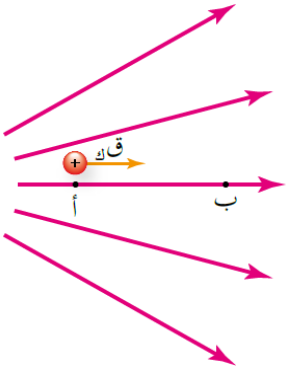

مثال (٢- ٣): يبين الشكل شحنة نقطية ( ش= + ٣ نانو كولوم)، ونقطتان ( أ)و (ب) تبعدان عن الشحنة مسافة (٣) سم و(٦) سم وعلى الترتيب. جد:




١- فرق الجهد (جـاب).

٢- فرق الجهد (جـاب) إذا كانت ( ش= - ٣ نانو كولوم).

**ماذا يحدث إذا تركت الشحنة حرة؟**




إذا تركت الشحنة الكهربائية (+ش) حرة الحركة في مجال كهربائي كما في الشكل، فإنها تتأثر بالقوة الكهربائية فقط وتنتقل من النقطة (أ) إلى النقطة (ب). فتقل طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فيها ، ويقابل ذلك زيادة مساوية في الطاقة الحركية . وهنا يمكننا القول بأن القوة الكهربائية تبذل شغلا كهربائيا على الشحنة تحول طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فيها إلى طاقة حركية . ويكون نظام (الشحنة الكهربائية - المجال الكهربائي) نظام محافظ أي أن الطاقة الكلية الميكانيكية للنظام محفوظة:

Δ ط م = Δ ط ح + Δ ط ك = صفر

Δ ط ح = - Δ ط ك

ويحدث الأمر نف سه عندما تتحرك شحنة سالبة في المجال الكهربائي من النقطة(ب) إلى النقطة (أ) تحت تأثير القوة الكهربائية فقط فحركة لشحنة الحرة (+ش أو -ش) باتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها يؤدي إلى نقصان طاقة الوضع الكهربائية المختزنة فيها، ويقابل ذلك زيادة مساوية في طاقتها الحركية. عليه يمكن التعبير عن شغل القوة الكهربائية بالعلاقة الرياضية الآتية :

ش خ = - س. ( جـ نهائية - جـ ابتدائية )

**الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية**

وجد تجريبيًّا أن الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية (ش) موضوعة في الهواء تبعد عن نقطة على بعد (ف) من الشحنة يعطى بالعلاقة الرياضية التالية:

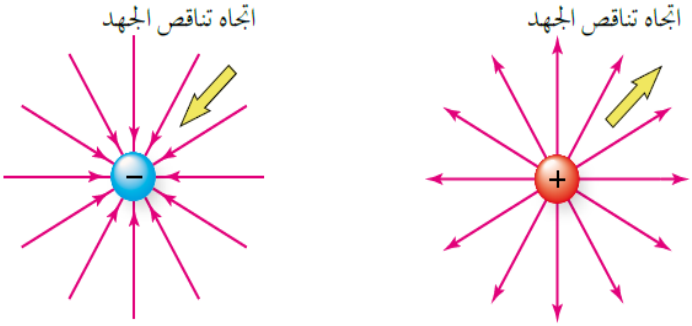
$$جـ = \frac{أ\ ش}{ف}$$

ومن هذه العلاقة نلاحظ أن الجهد الكهربائي يعتمد على مقدار الشحنة المولدة للمجال الكهربائي (ش) ونوعها،وبعد النقطة عن الشحنة المولدة للمجال الكهربائي (ف)،والسماحية الكهربائية للهواء. وقد يكون هذا الجهد الكهربائي موجبًا أو سالبًا تبعًا لنوع الشحنة (ش) المولدة للمجال الكهربائي.

**العلاقة بين تغير الجهد الكهربائي واتجاه خطوط المجال الكهربائي.**

إن اشارة الجهد تساعدنا على ترتيب النقاط ، من الأقل جهدًا إلى الأعلى جهدًا .

**إن اتجاه المجال الكهربائي يكون دائمًا باتجاه تناقص هذا الجهد الكهربائي.** انظر الشكل.

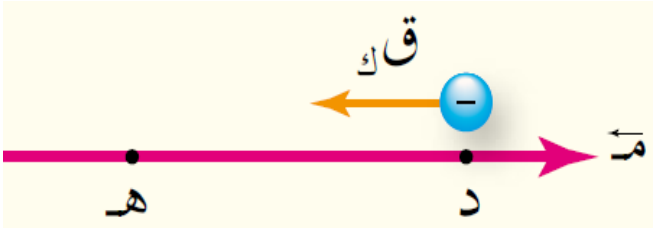



**مراجعة(٢-١)**

١- *ماذا نعني بقولنا إن فرق الجهد بين نقطتين يساوي ( ١٢ ) فولت.*

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

٢- نقطتان (د)،(هـ) ضمن مجال كهربائي. انظر الشكل إذا كان (جـ د هـ = - ٤) فولت،و(جـ هـ = ٨) فولت فاحسب




أ- شغل القوة الكهربائية المبذول لنقل إلكترون من النقطة (د) إلى النقطة (هـ).

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

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

الحل: أ) ش خ = e - = ش ( جـ هـ - جـ د )،حيث جـ هـ د = - جـ د هـ

= - ( - ١.٦ x ١٠$^{-١٩}$ ) × ٤ = ٦.٤ x ١٠$^{-١٩}$ جول

ب) ش خ = p = ش ( جـ د - جـ ∞ )،حيث جـ د = -٤ +٨= ٤ فولت

= ١.٦ x ١٠$^{-١٩}$ × ٤ = ٦.٤ x ١٠$^{-١٩}$ جول

ج )التغير في طاقة وضع الإلكترون الكهربائية = Δ ط

= - ش ك = - ٦.٤ x ١٠$^{-١٩}$ جول

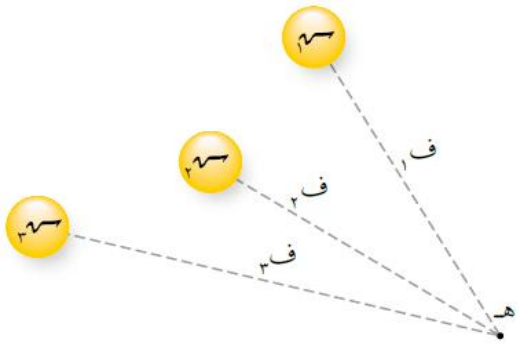
التغير في طاقة وضع البروتون الكهربائية = Δ ط

= ش ك = ٦.٤ x ١٠$^{-١٩}$ جول

**ماذا يحدث لجهد النقطة إذا وقعت في مجال شحنات نقطية عدة؟**

بما ان الجهد الكهربائي كمية قياسية فإن الجهد الكهربائي عند نقطة مثل (هـ) يساوي المجموع الجبري للجهود الناشئة عن كل هذه الشحنات ، أي أن:

$$جـ_{هـ} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣} + \cdots$$



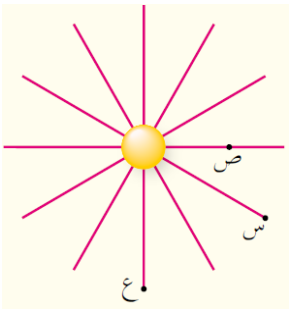

*الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية عدة*

وهذا يعني أنه يمكن حساب الجهد عند نقطة تقع في مجال شحنات نقطية عدة من العلاقة:

$$جـ = أ\ (\frac{ش_{١}}{ف_{١}} + \frac{ش_{٢}}{ف_{٢}} + \frac{ش_{٣}}{ف_{٣}} + \cdots)$$

## مراجعة (٢-٢):

١- يبين الشكل ثلاث نقاط (س،ص،ع) ضمن المجال الكهربائي لشحنة نقطية، بُعد النقطة (س) عن الشحنة يساوي بُعد النقطة (ع). و(جـ س ص = ٣ فولت ) أجب عما يأتي:




أ- أي النقطتين يكون الجهد عندها أعلى؟ (جـ س > جـ ص )

ب- ما نوع الشحنة المولدة للمجال الكهربائي؟ (سالبة)

ج- حدد اتجاه المجال الكهربائي.( باتجاه الشحنة)

د- قارن بين (جـ س ص) و (جـ ص ع)

جـ س = جـ ع لأن لهما البعد نفسه عن الشحنة.

(جـس- جـص) =- (جـص- جـع)

ف١

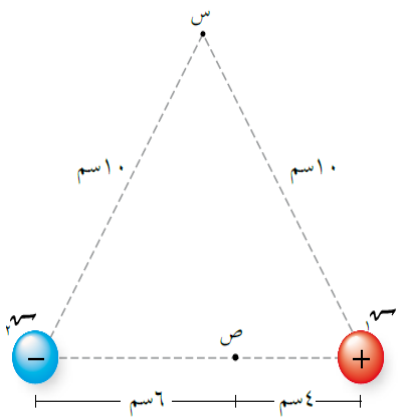
٢- يبين الشكل نقطة (س) تقع على الخط الواصل بين شحنتين نقطيتين ،إذا كانت ( ش٢) موجبة و(جـ س = صفر)، فأجب عما يأتي:

أ- ما نوع الشحنة ( ش٢) ؟(سالبة)

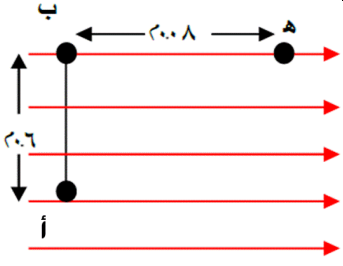
ب- أيهما أ كبر مقدارًا ( ش١) أم ( ش٢)؟

(بما أن النقطة أقرب إلى( ش١)، ف١< ف٢، فإن ش١ > ش٢)

**مثال (٢- ٤):** يبين الشكل شحنتين نقطيتين موضوعتين في الهواء ( ش١= ٤، ش٢= -٤) ميكرو كولوم معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل احسب جهد كل من النقطتين (س) و (ص).




**سؤال:** يمثل الشكل مجالا كهربائياً منتظماً مقداره (١٠) 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.

**ماذا نعني بقولنا ان الجهد عند نقطة (- ٦) فولت وعند نقطة أخرى (٦ ) فولت ؟**

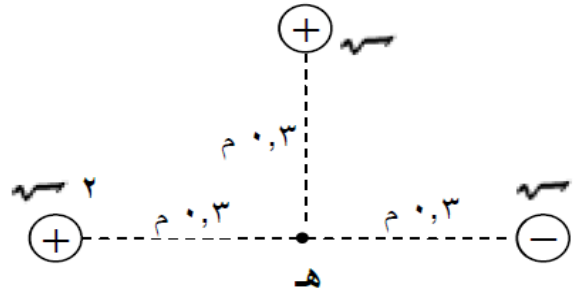
(٦ فولت ): اي انه يلزم قوة خارجية تبذل شغل مقداره (٦) جول على شحنة نقطية موجبة لنقلها الى تلك النقطة وهذا الشغل يختزن في الشحنة على شكل طاقة وضع.

(-٥ فولت ): اي انه قوة المجال تبذل شغل مقداره (٦ ) جول يعمل على سحب شحنة نقطية موجبة مقدارها (١) كولوم باتجاه القوة المؤثرة فيها الى تلك النقطة.

**شتوية ٢٠١٩ :** ثلاث شحنات كهربائية موضوعة في الهواءكما في الشكل المجاور, إذا علمت أن ( ش=٦× ١٠$^{-٩}$ ) كولوم احسب:

١- الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) .

٢- الشغل الذي تبذله قوة خارجية لنقل شحنة (٢× ١٠$^{-٦}$) كولوم من المالانهاية الى النقطة (هـ) بسرعة ثابتة.




١- جـهـ = ٩ × ١٠$^{٩}$ × { $\frac{ش١}{ف١}$ + $\frac{ش٢}{ف٢}$ + $\frac{ش٣}{ف٣}$ }

= ٩ × ١٠$^{٩}$ × { $\frac{٦ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ + $\frac{-٦ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ + $\frac{٢ \times ٦ \times ١٠^{-٩}}{٣ \times ١٠^{-٢}}$ }

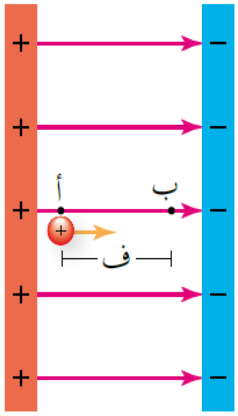
جـهـ = ٣٦٠ فولت

ش ∞ ← هـ = ش. ( جـ هـ - جـ ∞ )

= ٦ × ١٠$^{-٩}$ (٠ – ٣٦٠) = ٧٢ × ١٠$^{-٥}$ جول

## ❖ كيف يمكن حساب فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم؟

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




$$\overleftarrow{ش_{ك}} = \overleftarrow{ق_{ك}} \cdot ف_{أ\leftarrow ب}$$

بتعويض $\overleftarrow{ق_{ك}} = \overleftarrow{مـ}$ س.

$$\overleftarrow{ش_{ك}} = س. \left(\overleftarrow{مـ} \cdot ف_{أ\leftarrow ب}\right)$$

$$\overleftarrow{ش_{ك}} = س. مـ ف_{أ\leftarrow ب} جتا\theta$$

يمكن أن نعبر عن شغل القوة الكهربائية كما يلي:

$$\overleftarrow{ش_{ك}}_{أ\leftarrow ب} = -س. (جـ_{ب} - جـ_{أ})$$

$$-س. (جـ_{ب} - جـ_{أ}) = س. مـ ف_{أ\leftarrow ب} جتا\theta$$ أي أن :

وباختصار الشحنة ( س. ) من الطرفين:

$$-(جـ_{ب} - جـ_{أ}) = مـ ف_{أ\leftarrow ب} جتا\theta$$

أي ان:

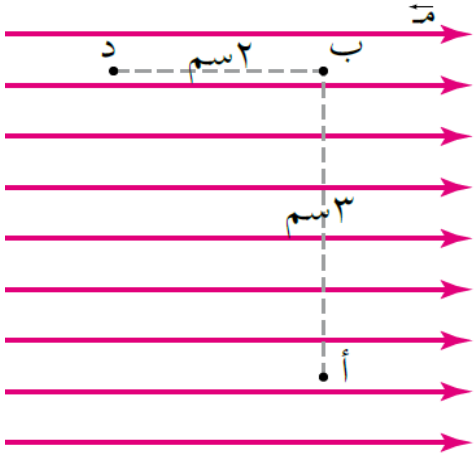
$$جـ_{أ ب} = مـ ف_{أ\leftarrow ب} جتا\theta$$

**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.

**مثال (٢- ٦):** يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره ( $١٠^{٣}$ ) نيوتن/ كولوم. معتمدًا على الشكل، احسب (جـ ب د)و(جـ أ ب)




الحل:

١) نطبق العلاقة:

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

$$\theta = ١٨٠°$$

$$جـ_{ب د} = ١٠^{٣} \times ٢ \times ١٠^{-٢} \times -١$$

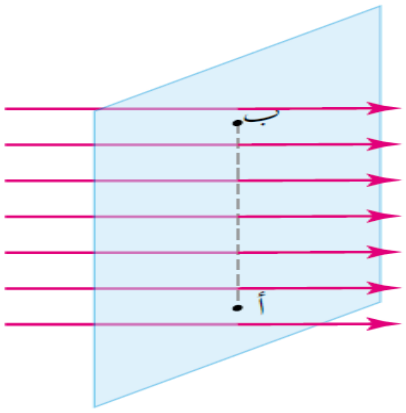
$$= ٢٠ \text{ فولت}$$

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

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

جـ أ - جـ ب = صفر، جـ أ = جـ ب

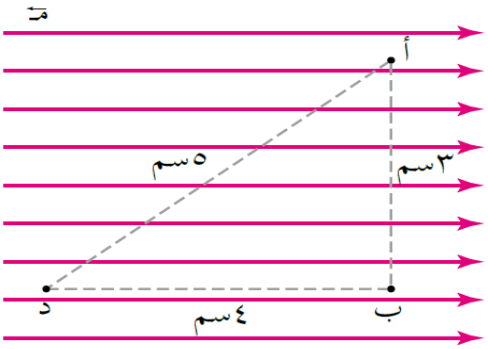
والنقاط جميعها الواقعة على الخط الواصل بين النقطتين (أ)و(ب) متساوية في الجهد، ويسمى السطح الذي تقع عليه هذه النقاط **سطح تساوي الجهد.** لاحظ الشكل



**مثال (٢- ٧):** يبين الشكل ثلاث نقاط (أ،ب،د) ضمن مجال كهربائي منتظم مقداره (٢ x ١٠ $^{٢}$) نيوتن/كولوم. معتمدًا على الشكل، احسب احسب (جـ أ د) في حالتين:

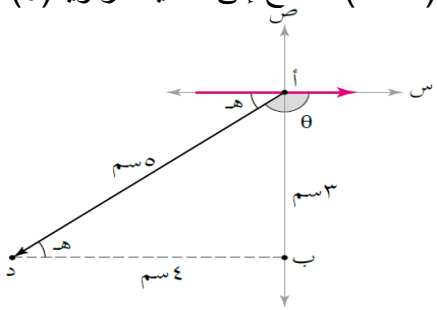
١- عبر المسار (أ ← د)

٢- عبر المسار (أ ← ب ← د)




الحل:

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




حيث جتاθ = - جتاهـ =- $\frac{٤}{٥}$

جـ $_{أ د}$ = مـ ف $_{أ د}$ جتا$\theta$

جـ $_{ب د}$= -٢x ١٠ $^{٢}$ x ٥ x ١٠ $^{-٢}$ x- $\frac{٤}{٥}$

= -٨ فولت

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

جـ أ د = جـ أ ب + جـ ب د

جـ أ د = مـ ف $_{أ ب}$ جتا ٩٠ + مـ ف $_{د ب}$ جتا ١٨٠

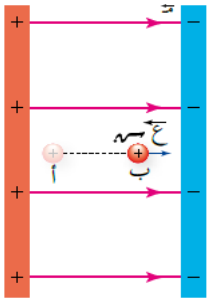
= ٢x١٠ $^{٢}$ x ٣ x ١٠ $^{-٢}$x ٠+ ٢ x ١٠ $^{٢}$ x ٤ x ١٠ $^{-٢}$x-١

جـ أ د = -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 .**

*مثال (٢- ٨): 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 وقطعه الإزاحة بين الصفيحتين تعطى بالعلاقة الآتية:*




ع = $\sqrt{\frac{٢ \text{ش جـ}}{ك}}$

الحل: يتحرك البروتون تحت تأثير القوة الكهربائية، ويحسب (ش$_{ك}$) من العلاقة:

ش$_{ك}$ $_{أ ب}$ = - ش (جـ$_{ب}$ - جـ$_{أ}$)

وبما أن النظام محافظ فإن: ش$_{ك}$ = Δ ط$_{ح}$ = ط$_{ح ب}$ - ط$_{ح أ}$

ولأن البروتون تحرك من السكون فإن: - ش (جـ$_{ب}$ - جـ$_{أ}$) = ط$_{ح ب}$ - ٠

وبتعويض (ط$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$^{٢}$) وبإعادة ترتيب الحدود:

ش (جـ$_{أ}$ - جـ$_{ب}$ ) = $\frac{١}{٢}$ ك ع$_{ب}^{٢}$

ع$^{٢}$ = $\frac{٢ \text{ش جـ}_{أ ب}}{ك}$

ع = $\sqrt{\frac{٢ \text{ش جـ}}{ك}}$

*من هذه العلاقة يمكن حساب سرعة الجسيمات الذرية المتحركة عبر فرق جهد كهربائي عالٍ، حيث تتحرك هذه الجسيمات بسرعة كبيرة يصعب قياسها عمليًا.*

**◆ مراجعة (٢-٤)**

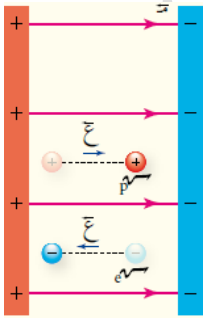
١- يقاس المجال الكهربائي بوحدة (نيوتن/كولوم) وتبين المعادلة (مـ = $\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$ ) إن وحدة قياس المجال الكهربائي (فولت/م). أثبت أن الوحدتين متكافئتان.

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

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

أ- سرعة الإلكترون وسرعة البروتون.

ب- الطاقة الحركية لكل منهما.




**الحل:**

أ- ك$_{e}$ < ك$_{p}$ ⇦سرعة الإلكترون أكبر

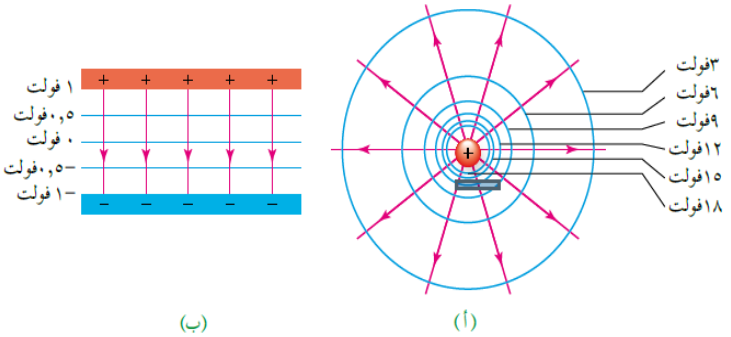
ب- بما أنهما تحركا عبر فرق الجهد نفسه ولهما الشحنة نفسها فإن الطاقة الحركية لهما متساوية:

Δ ط$_{ح}$ = Δ جـ ش

## (٢-٥): سطوح تساوي الجهد

يسمى السطح الذي يكون الجهد عند نقاطه جميعها متساوياً ويساوي قيمة ثابتة **سطح تساوي الجهد** .

يبين الشكل سطوح تساوي الجهد لشحنة نقطية كما في الشكل(أ) وسطوح تساوي الجهد بين صفيحتين متوازيتين كما في الشكل(ب).ادرس الشكل جيداً، أجب عن الأسئلة الآتية:



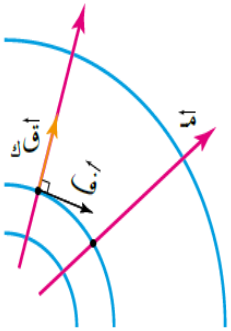

١- صف سطوح تساوي الجهد في الشكلين.

٢- في أي منطقة تتقارب سطوح تساوي الجهد في الشكل(أ)، أبعيدًا عن الشحنة أم بالقرب منها؟ ما علاقة ذلك بمقدار المجال الكهربائي؟

٣- ما الزاوية التي تصنعها سطوح تساوي الجهد مع خطوط المجال الكهربائي؟

**علل: سطوح تساوي الجهد دائمًا عمودية على خطوط المجال الكهربائي**

بما أنه لا يوجد فرق في الجهد الكهربائي بين أي نقطتين واقعتين على سطح تساوي الجهد فإنه **لا يلزم شغل لنقل شحنة على سطوح تساوي الجهد وعليه تكون سطوح تساوي الجهد دائمًا عمودية على خطوط المجال الكهربائي**،انظر الشكل.




ويمكن أثبات ذلك من العلاقة:

ش = ق ف

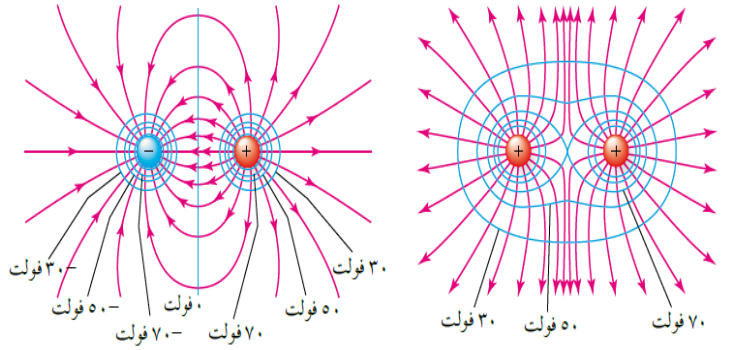
بما أن ش ك = صفر،

فإن جتا θ = صفر، ويكون ذلك صحيحًا عندما ( θ = ٩٠° ) ؛ أي عندما يتعامد اتجاه الإزاحة مع اتجاه القوة الكهربائية التي تكون باتجاه المجال الكهربائي.

**علل: سطوح تساوي الجهد تكون أكثر تقاربًا بالقرب من الشحنة؟**

لأن المجال الكهربائي للشحنة النقطية مجال غير منتظم، يقل كلما ابتعدنا عن الشحنة وحيثما تقاربت سطوح تساوي الجهد دل ذلك على قيمة كبيرة للمجال الكهربائي.

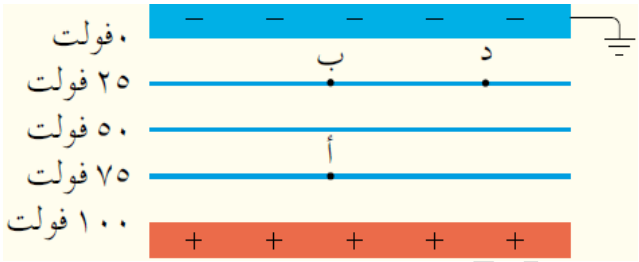
يوضح الشكل سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية، استنتج من الشكل **خصائص سطوح تساوي الجهد**.




| سطوح تساوي الجهد | شحنة نقطية | صفيحتين متوازيتين |
|---|---|---|
| **المجال الكهربائي** | غيرمنتظم | منتظم |
| **شكل السطوح** | كروية الشكل وهمية | ألواح وهمية متوازية |
| **قيمة الجهد على السطح** | متساوية | متساوية |
| **تقارب السطوح** | المسافات بين السطوح غيرمتساوية، وتكون أكثر تقاربًا بالقرب من الشحنة؛ لأن المجال الكهربائي للشحنة النقطية مجال غير منتظم. | الحيز بين الصفيحتين تظهر متوازية والمسافات بينها متساوية لتدل على أن المجال الكهربائي منتظم. |
| **الزاوية التي تصنعها** | عمودية على خطوط المجال الكهربائي | عمودية على خطوط المجال الكهربائي |

**مراجعة (٢-٥):**

١- يبين الشكل سطوح تساوي الجهد في الحيز بين صفيحتين متوازيتين موصلتين،احسب:




أ- فرق الجهد (جـ أ ب)

ب- شغل القوة الكهربائية المبذول عند نقل شحنة ( ٢ ) نانوكولوم من (ب) إلى (د).

الحل:

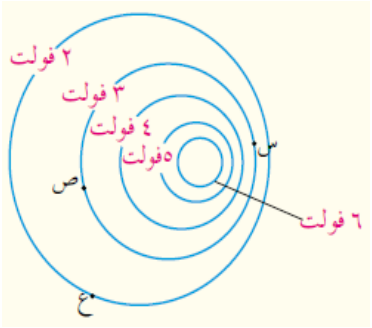
أ) جـ أ ب = جـ أ - جـ ب = ٧٥ ــ ٢٥ = ٥٠ فولت

الحل

ش ب د = - ش ( جـ د - جـ ب ) = صفر

٢- يوضح الشكل سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية، معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل ،أجب عما يلي:

أ- هل الجهد عند النقطة (س ) يساوي الجهد عند النقطة (ص ) فسر إجابتك.




ب- قارن بين مقدار المجال الكهربائي عند النقطتين (س ) و (ص) مفسرًا إجابتك.

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

**الحل:**

أ- (س، ص) نقطتان تقعان على سطح تساوي الجهد نفسه لذلك جـس=جـص= ٣فولت.

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

ج- ش ع ص = - ش ( جـ ص - جـ ع )

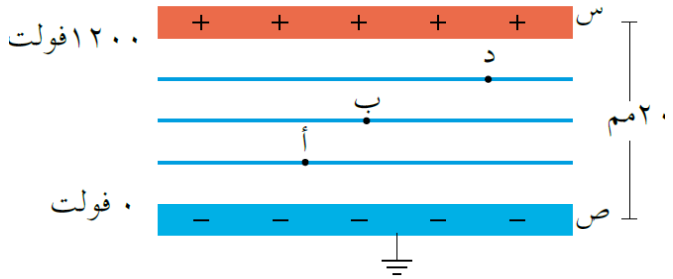
ش p = (٣- ٢)

= ١٠ ^-١٩^ x ١,٦ جول

**مثال (٢-٩):** صفيحتان موصلتان متوازيتان شحنت الصفيحة (س) بشحنة موجبة، وو صلت الصفيحة (ص)بالأرض فشحنت بالحث بشحنة سالبة، ويبين الشكل سطوح تساوي الجهد في الحيز بين الصفيحتين. احسب:

١- المجال الكهربائي بين الصفيحتين مقدارًا واتجاهًا.

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




**الحل:** ١- مـ = $\frac{\Delta جـ}{ف}$ = $\frac{٠-١٢٠٠}{٢٠ \times ١٠^{-٣}}$ = ٦ × ١٠ ^٤^ فولت/م

ويكون اتجاه المجال الكهربائي نحو المحور الصادي السالب؛ أي من الصفيحة الموجبة إلى الصفيحة السالبة.

٢- بما أن المجال الكهربائي بين الصفيحتين منتظم فالمسافات بين سطوح تساوي الجهد متساوية؛ وعليه فإن:

ف أ ص = $\frac{ف}{٤}$ = $\frac{٢٠}{٤}$ = ٥ مم

جـ أ ص = مـ ف أ ص = ٦ × ١٠ ^٤^ × ٥ × ١٠ ^-٣^ = ٣٠٠ فولت

وبالمثل:

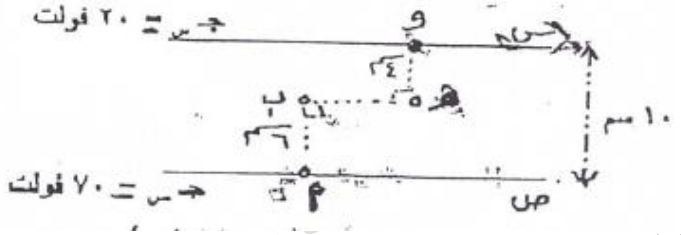
جـ ب = ٦٠٠ فولت

جـ د = ٩٠٠ فولت

**وزارة:** يوضح الشكل المجاور لوحين فلزيين متوازيين (س،ص) ، بالاعتماد على القيم المثبتة بالشكل،احسب:

١) الجهد الكهربائي عند النقطة (ب)؟

٢) كتلة جسيم شحنته (٢ x ١٠ ^-٨^) كولوم متزن عند النقطة (هـ).




الحل:

١- جـ س ص = مـ ف س ص

٧٠ ــ ٢٠ = مـ ١٠ x x ١٠ ^-٢^

مـ = ٥٠٠ فولت/م

جـ أ ب = مـ ف أ ب جتا ٠

٧٠ - جـ ب = ٥٠٠ x ٦ x ١٠ ^-٢^ x ١

٧٠ - جـ ب = ٣٠ ⟸ جـ ب = ٤٠ فولت

٢- الوزن = قك

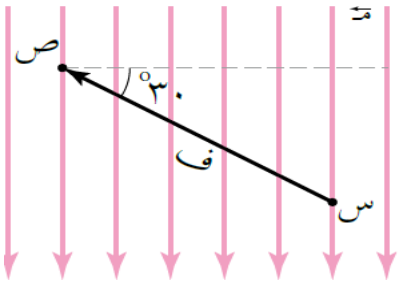
جـ ك = مـ ش

١٠ x ك = ٥٠٠ x ٢ x ١٠ ^-٨^ ⟸ ك = ١ x ١٠ ^-٦^ كغ

## أسئلة الفصل الثاني

**س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:**

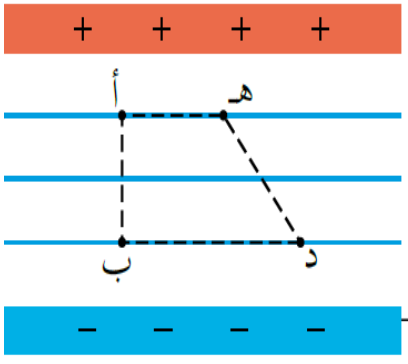
**١- تقع النقطتان (س،ص) في مجال كهربائي منتظم مقداره (مـــ)، والبعد بينهما (ف)، كما في الشكل.**




**فإن (جـــ س ص):**

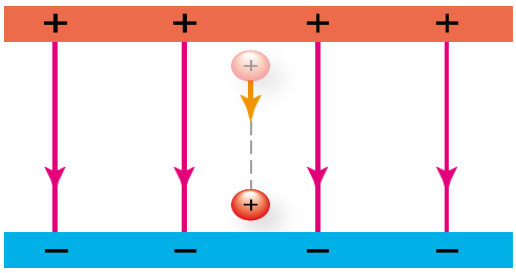
أ) مـ ف جتا ١٨٠ ب) مـ ف جتا ١٢٠
ج) مـ ف جتا ٣٠ د) مـ ف جتا ٦٠

**٢- يبين الشكل صفيحتين موصلتين متوازيتين ، ( أ،ب، د، هـ) أربع نقاط تقع في المجال الكهربائي بين الصفيحتين، تزداد طاقة الوضع الكهربائية لشحنة نقطية موجبة عند انتقالها من:**



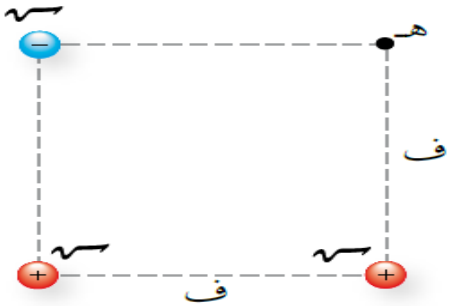

أ) النقطة (د ) إلى النقطة (هـ)
ب) النقطة (د ) إلى النقطة (ب)
ج) النقطة (أ ) إلى النقطة (ب)
د) النقطة (أ) إلى النقطة (هـ)

**٣- عندما تتحرك شحنة موجبة حرة في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل فإن القوة الكهربائية تبذل عليها شغلا :**



أ) موجبًا ، فتزداد طاقة الو ضع الكهربائية للنظام.
ب) سالبًا، فتقل طاقة الو ضع الكهربائية للنظام.
ج) موجبًا ، فتقل طاقة الو ضع الكهربائية للنظام.
د) سالبًا ، فتزداد طاقة الو ضع الكهربائية للنظام.

**٤- عند وضع ثلاث شحنات نقطية متساوية في المقدار عند رؤوس مربع، كما يبين الشكل**

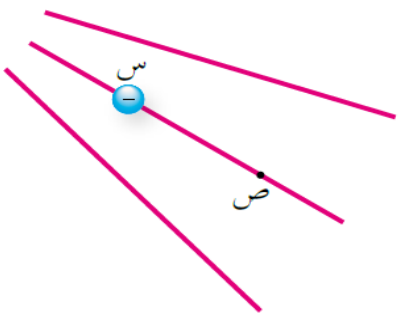



**فإن الجهد الكهربائى عند النقطة (هـــ) يساوي :**

أ) $٢(\frac{\sqrt{٢}}{ف})$ ب) $٣(\frac{\sqrt{٢}}{ف})$

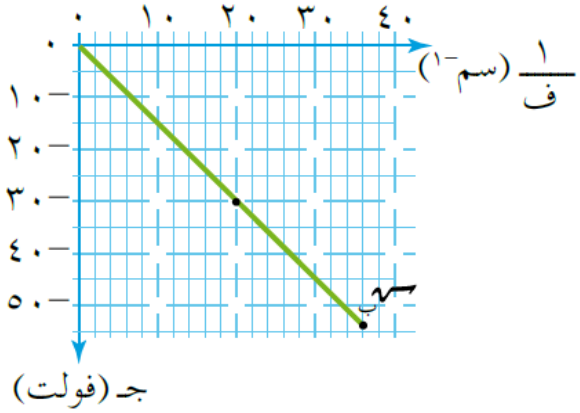
جـ) $٢(\frac{\sqrt{٢}}{٢\sqrt{٧}\ ف})$ د) $(\frac{\sqrt{٢}}{٢\sqrt{٧}\ ف})$

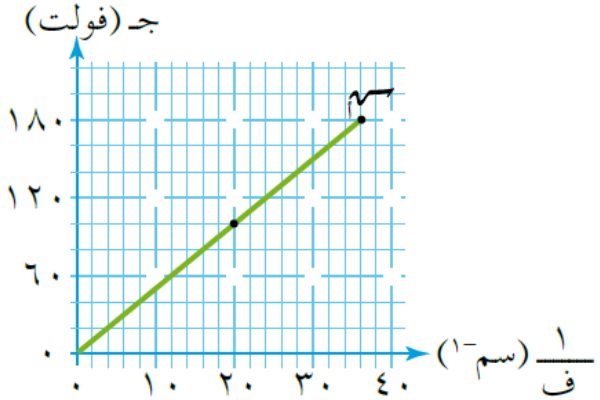
٢- يبين الشكل نقطتين (س،ص) في مجال كهربائي،وضعت شحنة سالبة عند النقطة (س) فتحركت بتأثير القوة الكهربائية نحو النقطة (ص) ادرس الشكل ثم أجب عما يأ تي:



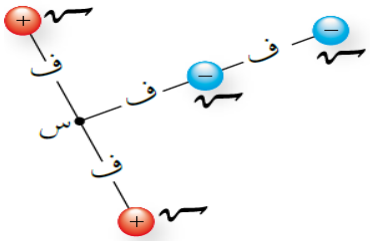

أ- حدد اتجاه المجال الكهربائي.
ب- هل تزداد طاقة الو ضع الكهربائية للشحنة أ م تقل؟

٣- يبين الشكل تمثيلاً بيانيًا للعلاقة بين الجهد الناشئ عن كل من شحنتين نقطيتين (ش١، ش٢)، ومقلوب البعد عن كل منهما، اعتمادًا على البيانات جد مقدار كل من الشحنتين ونوعهما.

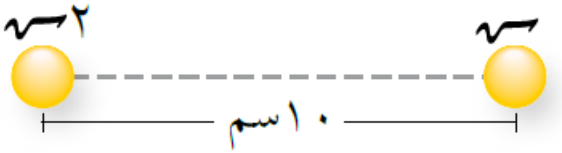



٤- في الشكل احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (س) علمًا بأن (ش = ٥ ) ميكروكولوم، و(ف= ٤ ) سم



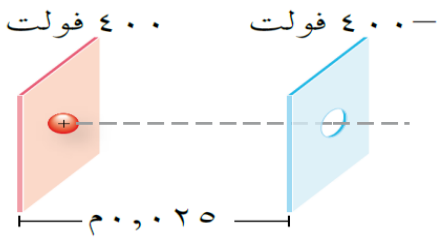

٥- شحنتان نقطيتان متماثلتان في النوع مو ضوعتان في الهواء والمسافة بينهما (١٠) سم كما في الشكل . إذا كانت طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في النظام المكون منهما (٧٢ x ١٠⁻٢) جول.فاحسب:




١- مقدار كل من الشحنتين.

ب- الشغل الذي تبذله القوة الكهربائية لنقل الشحنة (ش) من موقعها إلى اللانهاية؟

٦- يبين الشكل بروتونًا أطلق من السكون في الحيز بين صفيحتين مشحونتين متوازيتين. معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل احسب :

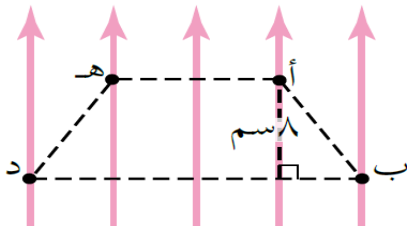



ا- المجال الكهربائي في الحيز بين صفيحتين مقدارًا واتجاهًا.

ب- القوة الكهربائية في البروتون مقدارًا واتجاهًا.

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

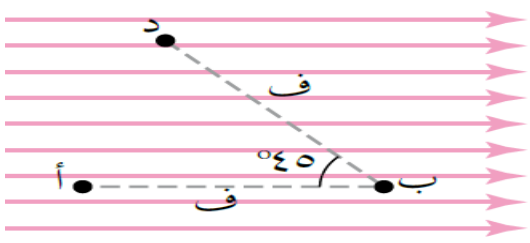
٧- يبين الشكل أربع نقاط (أ، ب، د، هـ) تقع في مجال كهربائي منتظم مقداره ( ١٠ ^٣ ) فولت/م.




ا- فرق الجهد( جـ هـ د ).

ب- شغل القوة الكهربائية عند نقل شحنة ( ١× ١٠ ^-٦ ) كولوم من ( ب) إلى (هـ) عبر المسار ب←أ ← هـ

٨- يبين الشكل ثلاث نقاط (أ، ب، د) في مجال كهربائي منتظم مقداره (٦٠٠) فولت/م.




إذا كانت (ف = ٥ ) سم ،فاحسب:

أ- جـ أ ب

ب- جـ ب د

ج- جـ أ د عبر المسار (أ ←ب ← د).

## إجابات اسئلة الفصل الثاني

١-

| الفقرة | ١ | ٢ | ٣ | ٤ |
|---|---|---|---|---|
| رمز الإجابة | ج | أ | ج | د |

٢-

أ ) من (ص) إلى (س)

ب) تقل.

جـ) جـ$_{ص}$ > جـ$_{س}$ ⇐ جـ$_{س}$ − جـ$_{ص}$ : سالب.

٣)

الرسم البياني الأول: جـ = أ $\frac{\text{ش}}{\text{ف}}$

ش = ٢٠ × ١٠$^{٩}$ × ٩ × ١٠$^{-٩}$ = ١٠٠ ش

ش = $\frac{٥}{٩}$ × ١٠$^{-١١}$ كولوم

الرسم البياني الثاني: جـ = أ $\frac{\text{ش}}{\text{ف}}$

ش$_{ب}$ = ٢٠ × ١٠$^{٩}$ × ٩ × ١٠$^{-٩}$ = −٣٠ ش

ش$_{ب}$ = $\frac{-٣}{١٨}$ × ١٠$^{-١١}$ كولوم

٤)

جـ$_{س}$ = جـ$_{١}$ + جـ$_{٢}$ + جـ$_{٣}$ + جـ$_{٤}$

= ٩ × ١٠$^{٩}$ × (−٥ × ١٠$^{-٦}$ / ٨ × ١٠$^{-٢}$ + ٥ × ١٠$^{-٦}$ / ٤ × ١٠$^{-٢}$ + −٥ × ١٠$^{-٦}$ / ٤ × ١٠$^{-٢}$ + ٥ × ١٠$^{-٦}$ / ٤ × ١٠$^{-٢}$)

جـ$_{س}$ = $\frac{٤٥}{٨}$ × ١٠$^{٥}$ فولت

٥)

أ ) ط$_{و}$ = $\frac{\text{ش}^{٢} \times \text{ش}_{١} \times \text{ش}_{٢} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{\text{ف}}$

ط$_{و}$ = $\frac{٢ \times ٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ش}^{٢}}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$ = ٧٢ × ١٠$^{-٢}$

٢ × ٩ × ١٠$^{٩}$ × ش$^{٢}$ = ٧٢ × ١٠$^{-٢}$

ش$^{٢}$ = $\frac{٧٢ \times ١٠^{-٣}}{٢ \times ٩ \times ١٠^{٩}}$ = ٤ × ١٠$^{-١٢}$

ش = ٢ × ١٠$^{-٦}$ كولوم، بما أن طاقة وضع النظام موجبة؛ فإن الشحنتين لهما النوع نفسه.

وتكون الشحنة الثانية ٢ش = ٤ × ١٠$^{-٦}$ كولوم.

ب) ش$_{\text{النقطة} \leftarrow \infty}$ = − ش (جـ$_{\infty}$ − جـ$_{\text{نقطة}}$)، حيث جـ$_{\text{نقطة}}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$ = ٣٦ × ١٠$^{٤}$ فولت

ش = − ٢ × ١٠$^{-٦}$ × ( ٠ − ٣٦ × ١٠$^{٤}$)

= ٧٢ × ١٠$^{-٢}$ جول

٦)

أ ) مـ = $\frac{\Delta \text{جـ}}{\text{ف}}$ = $\frac{(-٤٠٠) - (٤٠٠)}{٢٥ \times ١٠^{-٣}}$ = $\frac{٨٠٠}{٢٥}$ × ١٠$^{٢}$

مـ = ٣٢ × ١٠$^{٣}$ فولت /م، باتجاه المحور السيني الموجب.

ب) ق$_{ك}$ = مـ ش = ٣٢ × ١٠$^{٣}$ × ١٫٦ × ١٠$^{-١٩}$

ق = ٥١٫٢ × ١٠$^{-١٦}$ نيوتن، باتجاه المحور السيني الموجب.

جـ) ع = $\sqrt{\frac{٢ \text{جـ} \cdot \text{ش}}{\text{ك}}}$

ع = $\sqrt{\frac{٢ \times ٨٠٠ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩}}{١٫٦٧ \times ١٠^{-٢٧}}}$

ع ≈ ٣٩ × ١٠$^{٤}$ م/ث

٧)

أ ) نفرض نقطة نسميها (س) تبعد عن (هـ) مسافة (٨) سم.

جـ$_{هـ}$ = جـ$_{هـ س}$ + جـ$_{س د}$

= مـ ف$_{هـ س}$ جتا ١٨٠ + مـ ف$_{س د}$ جتا ٩٠

= ١ − × ٨ × ١٠$^{-٢}$ × ١٠$^{٣}$ + ٠

= − ٨٠ فولت

ب) ش$_{هـ د}$ = − ش (جـ$_{د}$ − جـ$_{هـ}$) جـ$_{د}$ = جـ$_{هـ أ}$ + جـ$_{أ ب}$

ش = − ١ × ١٠$^{-٦}$ (− ٨٠) = مـ ف$_{هـ أ}$ جتا ٩٠ + مـ ف$_{أ ب}$ جتا θ

ش = ٨ × ١٠$^{-٥}$ جول = ٠ + ف$_{أ ب}$ × $\frac{-٨ \times ١٠^{-٢}}{\text{ف}_{أ ب}}$

= − ٨٠ فولت

٨)

أ ) جـ$_{أ ب}$ = مـ ف$_{أ ب}$ جتا θ

= ٦٠٠ × ٥ × ١٠$^{-٢}$ × ١ × ١٠$^{٢}$

= ٣٠ فولت

ب) جـ$_{ب د}$ = مـ ف$_{ب د}$ جتا θ

= ٦٠٠ × ٥ × ١٠$^{-٢}$ × جتا ١٣٥

= ٣٠ × ٠٫٧ −

= − ٢١ فولت

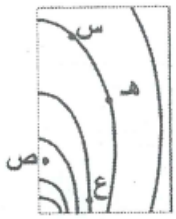
جـ) جـ$_{أ د}$ = جـ$_{أ ب}$ + جـ$_{ب د}$

= ٣٠ + − ٢١ = ٩ فولت

## تمارين: (معظمها أسئلة وزارية للفرعين العلمي والصناعي قبل عام ٢٠١٩م).

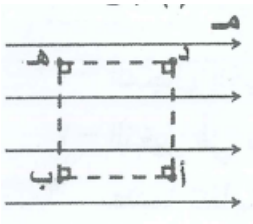
**أ- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:**

**١- (٢٠١٩): يبين الشكل المجاور أجزاء من سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية فإن النقطتين اللتين يتساوى الجهد عندها :**




أ) (س،ص) ب) (ص،ع) ج) (س،ع) د) (هـ،س)

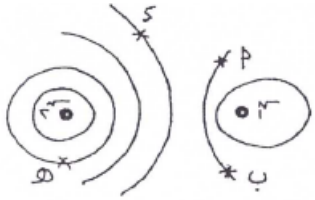
**٢- في الشكل المجاور يكون الشغل المبذول من القوة الخارجية لنقل شحنة موجبة من النقطة (أ) الى النقطة (ب) بسرعة ثابتة يساوي الشغل المبذول لنقل الشحنة نفسها بسرعة ثابتة :**




أ) من النقطة (ب) الى النقطة (هـ) ب) من النقطة (هـ) الى النقطة (د)

ج) من النقطة (د) الى النقطة (هـ) د) من النقطة (أ) الى النقطة (د) **(٢٠١٩):**

**٣- يمثل الشكل المجاور توزيع سطوح متساوية الجهد لشحنتي متجاورتين، فإذا علمت أن (جـ مـ موجب) و(جـ ب = صفر) فإن:**




أ) جهد أ سالب و جهد د موجب ب) جهد أ صفر و جهد د موجب

ج) جهد أ موجب و جهد د صفر د) جهد أ صفر و جهد د صفر

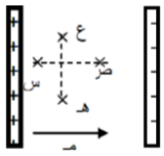
**٤- احسب الشغل اللازم لنقل شحنة نقطية موجبة مقدارها ٤ميكروكولوم من النقطة (ب) الى النقطة (أ) ، اذا علمت أن جـ أ = ١٢ فولت، جـ ب = ٢٠ فولت.**

أ) ٣٢× ١٠$^{-٦}$ جول ب) – ٣٢× ١٠$^{-٦}$ جول ج) ٨× ١٠$^{-٦}$ جول ) د) –٨× ١٠$^{-٦}$ جول

**٥- تحركت شحنة الكهربائية موجبة من نقطة جهدها الكهربائي عالٍ إلى نقطة جهدها الكهربائي منخفض، فإن طاقة الوضع الكهربائية لتلك الشحنة :**

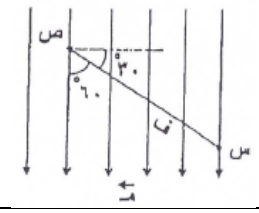
أ) تزداد ب) تقل ج) تبقى ثابتة د) تساوي صفر

٦- في الشكل المجاور لا تتغير طاقة الوضع الكهربائية للجسم المشحون عند انتقاله في المجال الكهربائي المنتظم:



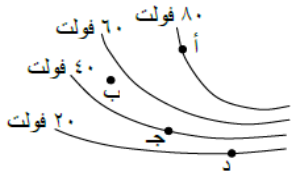

أ) (ع، س) ب) (ص، س) **ج) (ع ، هـ)** د) (ص، هـ)

٧- تقع النقطتان (س،ص) في مجال كهربائي منتظم وتفصلهما مسافة (ف)،كما في الشكل ، إن جـص س يساوي:



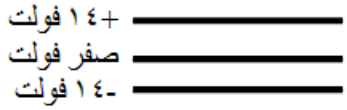

أ) مـ ف ب) مـ ف جتا ٣٠ **ج)** مـ ف جتا ١٢٠ د) مـ ف جتا ٦٠

**٨- يبين الشكل المجاور سطوح تساوي الجهد لتوزيع من الشحنات الكهربائية، النقطة التي يكون المجال كهربائي عندها أكبر ما يمكن هي:**




أ) أ ب) ب ج) جـ د) د

**٩- يبين الشكل المجاور بعضاً من سطوح تساوي الجهد بين صفيحتين متوازيتين مشحونتين،أي العبارات الآتية تصف المجال كهربائي بين الصفيحتين:**



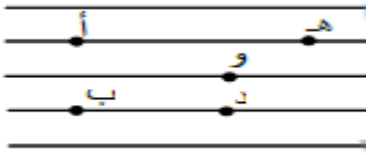

أ) منتظم باتجاه (+ ص) ب) منتظم باتجاه (– ص)

ج) متزايد باتجاه (+ ص) د) متزايد باتجاه (– ص)

**١٠- تتحركت شحنة كهربائية موجبة من نقطة جهدها الكهربائي عالٍ إلى نقطة جهدها الكهربائي منخفض،فإن طاقة الوضع الكهربائي لتلك الشحنة :**

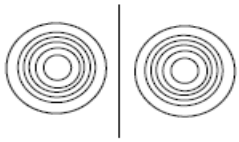
أ) تساوي صفر. ب) تبقى ثابتة. ج) تقل. د) تزداد.

**١١- إذا كانت (أ ،ب ،د ،هـ ،و) نقاط في مجال كهربائي منتظم كما في الشكل، فإن النقطتين اللتين لهما جهد كهربائي يساوي فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (أ،ب) هما:**



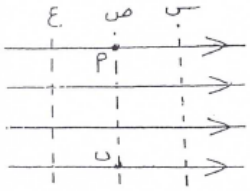

أ) (أ ،هـ) ب) (د ،و) ج) (أ ،و) د) (هـ ،ب)

**١٢- يمثل الشكل المجاور سطوح تساوي الجهد الناشئة عن :**



أ) شحنة صفيحة مستوية ب) شحنة صفيحة غيرمستوية

ج) شحنتين نقطيتين متماثلتين د) شحنتين نقطيتين مختلفتين



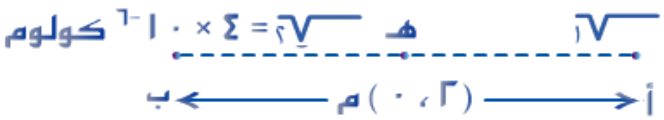

٢- يوضح الشكل المجاورمجال كهربائي منتظم وتمثل الخطوط (س،ص،ع) سطوح متساوية الجهد، معتمداً على الشكل، أجب عما يأتي:

١- رتب السطوح متساوية الجهد تنازلياً حسب قيمة جهد كل منها.

٢- فسر لماذا لا يلزم بذل شغل لنقل شحنة نقطية من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)؟

## ٣- مسائل حسابية ( وزارية )

١- شحنتان نقطيتان( ش١، ش٢)، موضوعتان في الهواء عند النقطتين ( أ ، ب ) ، فإذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) الواقعة في منتصف المسافة بنهما يساوي صفراً ، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل .




احسب ما يأتي :

١- الشحنة ش١

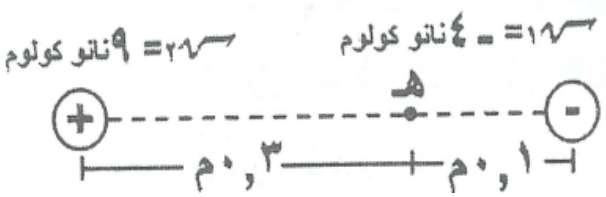
٢- المجال الكهربائي عند النقطة ( هـ ) .

٣- التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة ش١ عند انتقالها من النقطة ( أ ) إلى النقطة (هـ) . (وزارة ٢٠٠٣)

٢- شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء ، اعتماد على البيانات المثبتة على الشكل .احسب:

١- المجال الكهربائي المحصل مقداراً واتجاهاً عند النقطة ( هـ ) .

٢- التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة (٢×١٠$^{-٦}$ )عندما تنقلها القوة الكهربائي من اللانهاية إلى النقطة (هـ) .




(وزارة ٢٠١٩)

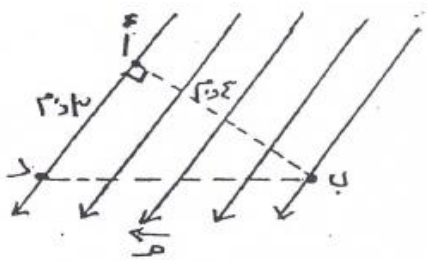
٣- ثبت لوحان فلزيان مشحونان متوازيان قبالة بعضهما البعض داخل أنبوب مفرغ من الهواء وعلى بعد (٢× ١٠$^{-٢}$ ) م من بعضهما ، فتولد بينهما مجالاً كهربائياً قدره (٣× ١٠$^{٥}$ ) فولت /م، احسب:

أ - فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .

ب- مقدار القوة المؤثرة في شحنة نقطية مقدارها (-١× ١٠$^{-٦}$ ) كولوم وضعت بين اللوحين .

ج- الشغل الذي يبذله المجال في نقل شحنة مقدارها (-١× ١٠$^{-٦}$) كولوم من اللوح السالب الى اللوح الموجب.

٤- مجال كهربائي منتظماً (مـ) يؤثر بالاتجاه الموضّح في الشكل المجاور، إذا كان مقدار الشغل الخارجي اللازم لنقل شحنة مقدارها(٢× ١٠$^{-٦}$ ) كولوم من النقطة (د) الى النقطة (ب) يساوي (٦× ١٠$^{-٥}$ ) جول, اعتماداً على البيانات المبينة بالشكل احسب مقدار المجال الكهربائي (مـ)



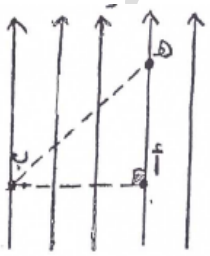

٥- يوضح الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً (مـ) مقداره (٢ ×١٠$^{٤}$) نيوتن/ كولوم والنقاط (أ،ب،هـ) واقعة في المجال،بحيث تقع النقطتان(أ، هـ) على خط مجال واحد والزاوية (هـ أ ب) قائمة. وطول (أ هـ) يساوي (٨) سم.

أجب عما يأتي:

١) ماذا يحدث لإلكترون حر عند وضعه في النقطة (هـ)؟

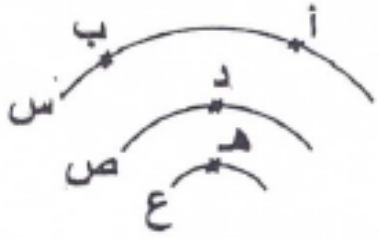
٢) احسب الشغل المبذول من قبل قوة خارجية في نقل شحنة كهربائية مقدارها (٣ ×١٠$^{-٩}$) كولوم من النقطة (هـ) إلى النقطة (ب).

٣) احسب كتلة جسيم شحنته (١ ×١٠$^{-٩}$) كولوم إذا اتزن عند وضعه في النقطة (ب).



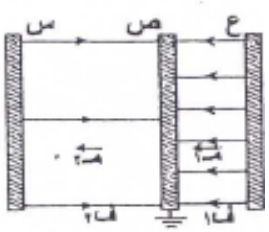

٦- يمثل الشكل المجاور سطوح تساوي الجهد(س،ص،ع) لشحنة نقطية والنقاط (أ،ب،د،هـ) واقعة على هذه السطوح،إذا علمت ان (جـ أ هـ=٨ فولت) ، وأن شغل القوة الكهربائية المبذول لنقل شحنة (-٢ ×١٠$^{-٦}$) كولوم من النقطة (د) إلى (ب) يساوي (٤ ×١٠$^{-٦}$) جول.

احسب ( جـهـد ).




٧- معتمداً على البيانات المثبتة في الشكل والذي يمثل ثلاث صفائح موصلة (س،ص،ع)، وإذا علمت أن ( جـع = جـس ) أثبت أن

ف$_{١}$ = $\frac{١}{٢}$ ف$_{٢}$




٨- يمثل الشكل المجاور سطحي تساوي جهد :

(جـ أ =١٠) فولت ،

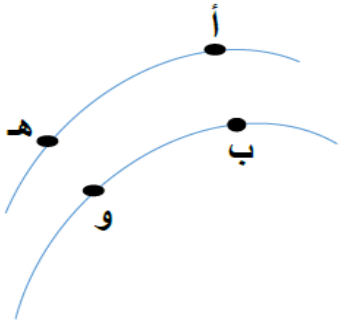
(جـ ب= ١٥) فولت

أوجد ما يلى :

١- جـهـ ، جـ و

٢- جـ أو، جـ ب هـ، جـ أب، جـ أهـ

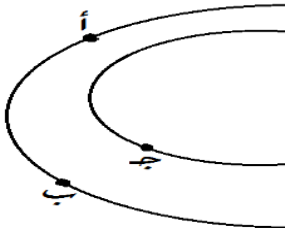
٣- الشغل المبذول في نقل بروتون من النقطة هـ←و




٨- الشكل التالي يمثل سطحان من سطوح تساوي الجهد ، والنقاط ( أ ،ب، جـ ) تقع على السطحين ، وكان جهد ( أ ) = ٢٠ فولت ، وجهد (جـ) = ٣٢ فولت ا احسب :

١- جـ أب ، جـ جـب.

٢- الشغل اللامن لنقل شحنة مقدا ها ١ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم من (ب) إلى (ج ) .

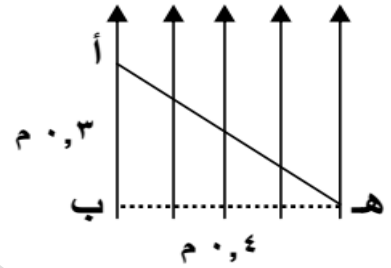



١٠- يمثل الشكل المجاور شحنة نقطية (س)، موضوعة في الهواء ، إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند النقطة (هـ) يساوي (٥٠) نيوتن/م ، وإذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) يساوي (٣٠) فولت.احسب:

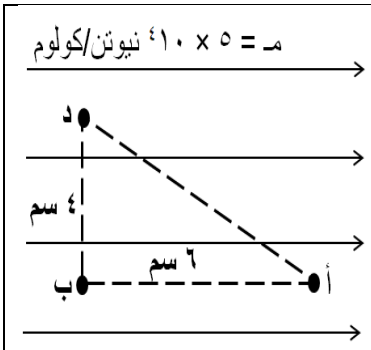
١- مقدار الشحنة ( س).

٢- شغل القوة الخارجية المبذول لنقل شحنة (٤) بيكوكولوم من اللانهاية إلى النقطة (هـ) بسرعة ثابتة.

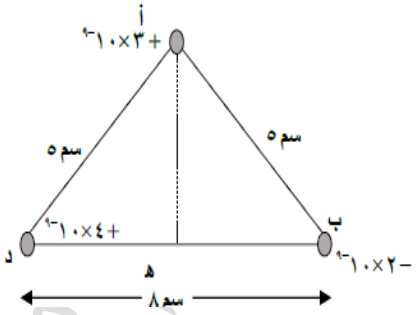
١١- يمثل الشكل المجاور مجالاً كهربائياً منتظماً مقداره ( ١٠ $^{٣}$ ) فولت/م ، اعتماداً على القيم احسب :
١) فرق الجهد بين النقطتين أ،هـ
٢) الشغل اللازم لنقل شحنة ( ١ ) ميكروكولوم من النقطة (هـ) إلى (أ) .



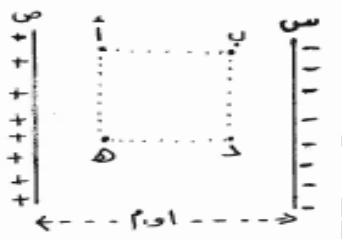

١٢- مجال كهربائي منتظم مقداره (٥ × ١٠ $^{٤}$) نيوتن/كولوم، كما يوضح الشكل، إذا وضعت عند النقطة ( د ) شحنة مقدارها( - ٣) ميكروكولوم ، احسب:
١- القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة.
٢- التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عندما تنقلها القوة الكهربائية إلى النقطة (أ) .
٣- حدد نقطتان على الشكل فرق الجهد بينها يساوي صفرا، مفسراً السبب .




١٣- في الشكل المجاور ثلاث شحنات نقطية مقاسة بالكولوم موضوعة بالهواء , بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل , جد ما يلي
١- الجهد الكهربائي عند النقطة (هـ) الواقعة في منتصف المسافة (ب,د)؟
٢- الشغل اللازم لنقل بروتون من المالانهاية الى النقطة (هـ) ؟
٣- طاقة الوضع الكهربائية للبروتون عند النقطة (هـ)




١٤- يمثل الشكل المجاور لوحين فلزيان فلزيين (س،ص) متوازيين لانهائيين تفصل بينهما مسافة (٠.١) م،والنقاط (أ،ب،د،هـ) داخل المجال الكهربائي بين اللوحين وتمثل رؤوس مربع طول ضلعه (٠.٠٤) م،حيث أم الضلع (أهـ) عمودي على المجال . فإذا علمت أن القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة مقدارها (٢× ١٠ $^{-٦}$ ) كولوم تقع بين اللوحين تساوي(٢× ١٠ $^{-٣}$ ) نيوتن،احسب :
أ - فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين .
ب- الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها (٥× ١٠ $^{-٦}$) من النقطة (أ) إلى النقطة (د).




مصطفى دعمس

## نماذج من اجابات الاسئلة الوزارية

ج١- (وزارة ٢٠٠٣)

١- جـ هـ = صفر = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / ق١ + ٩ × ١٠^٩ × ش٢ / ق٢

صفر = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / ٠.١ + ٩ × ١٠^٩ × (٤ × ١٠^-٦) / ٠.١

ش١ = — ٤ × ١٠^-٦ كولوم

٢- مـ هـ = مـ ١ + مـ ١

مـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / ق + ٩ × ١٠^٩ × ش٢ / ق

مـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / (٠.١)^٢ + ٩ × ١٠^٩ × (٤ × ١٠^-٦) / (٠.١)^٢

= ٧٢ × ١٠^٥ نيوتن / كولوم بالاتجاه ( هـ ) ← ( أ )

٣- التغيير في طاقة الوضع الكهربائية Δط = ش منقولة جـ هـ أ

نبعد الشحنة س١ مؤقتاً لحساب الجهدين جـ أ ، جـ هـ الناشئين عن الشحنة س٢

جـ أ = ٩ × ١٠^٩ × (٤ × ١٠^-٦) / ٠.٢ = ١٨ × ١٠^٤ فولت

جـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × (٤ × ١٠^-٦) / ٠.١ = ٣٦ × ١٠^٤ فولت

∴ Δط = س منقولة (جـهـ - جـهـ)

= -٤ × ١٠^-٦ ×( ٣٦ × ١٠^٤ - ١٨ × ١٠^٤ ) = -٠.٧٢ جول .

وتكون قيمة الشغل سالبة لأن الشحنة السالبة تتحرك تلقائياً بالإتجاه هـ ← أ.

جواب س٢: (وزارة ٢٠١٩)

١- مـ هـ = مـ ١ + مـ ١

مـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / ق + ٩ × ١٠^٩ × ش٢ / ق

مـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / (١ × ١٠^-٦) + ٩ × ١٠^٩ × (٩ × ١٠^-٩) / (٩ × ١٠^-٩)

= ٣٦ × ١٠^٢ + ٩ × ١٠^٢ = ٤٥ × ١٠^٢ نيوتن/كولوم

باتجاه المحور السيني الموجب

٢- Δطـ ∞ ←هـ = س ( جـ هـ - جـ ∞ ) ، لكن جـ هـ = ؟؟

جـ هـ = ٩ × ١٠^٩ × ش١ / ق١ + ٩ × ١٠^٩ × ش٢ / ق٢

= ٩ × ١٠^٩ × (٤ × ١٠^-٩) / (١ × ١٠^-٢) + ٩ × ١٠^٩ × (٩ × ١٠^-٩) / (٣ × ١٠^-٢)

= ٣٣٠ فولت

Δطـ ∞ ←هـ = ٩ × ١٠^-٦ (٠ - ٣٣٠)

= — ٦٦ × ١٠^-٦ جول

ج٣: ١) جـ = مـ ف جتا θ = (٦ × ١٠^٣ ) فولت

٢) ق= مـ س = ٠,٣ نيوتن

٣) الشغل = س Δجـ = -٦ × ١٠^-٦ جول.

جواب س٤:

ش خ د←ب = س ( جـ ب - جـ د )

٦ × ١٠^-٥ = ٢ × ١٠^-٦ × جـ ب د

جـ ب د = ٣٠ فولت

جـ ب د = مـ ف ب أ جتا٩٠ + مـ ف ب أ جتا٠

٣٠ = صفر + مـ × ٠,٣ ⟸ مـ = ١٠٠ فولت/م

**جواب س٥ :**

١- سيتحرك الإلكترون عكس اتجاه المجال الكهربائي او يتأثر بقوة كهربائية عكس المجال

٢- جـ ب هـ = جـ ب أ + جـ أهـ

جـ أد = مـ ف ب أ جتا ٩٠ + مـ ف أهـ جتا ٠

= ١ × ١٠^٤ × ٢ × ١٠^-٢ + ٠

جـ أد = ١٦ × ١٠^٢ فولت

ش هـ ب = س ( جـ ب - جـ هـ )

= ٣ × ١٠^-٩ × ١٦ × ١٠^٢ = ٤٨ × ١٠^-٧ جول

٣- الوزن = قك

جـ ك = مـ س

١٠ × ك = ٢ × ١٠^٤ × ١ × ١٠^-٩ ⟸ ك = ٢ × ١٠^-٦ كغ

---

ج٦: ش د ب = — س ( جـ ب - جـ د )

٤ × ١٠^-٦ = - (-٢ × ١٠^-٦ ) × جـ ب د

جـ ب د = ٢ فولت ،حيث جـ أ = جـ ب (السطح نفسه)

جـ ب د = جـ ب د = ٢ فولت .....(١)

جـ أهـ = جـ أ - جـ هـ = ٨ فولت .....(٢)

بطرح (١) من (٢):

جـ هـ د = جـ هـ - جـ د = -٦ فولت

ج:١١

١- جـ هـ = ٩ × ١٠^٩ { ش١ / ق أهـ + ش٢ / ق ب هـ + ش٣ / ق د هـ }

= ٩ × ١٠^٩ { ٣ × ١٠^-٩ / ٣ × ١٠^-٢ + -٢ × ١٠^-٩ / ٤ × ١٠^-٢ + ٤ × ١٠^-٩ / ٤ × ١٠^-٢ }

جـ هـ = ١٣٥٠ فولت

ش ∞ ←هـ = P س ( جـ هـ - جـ ∞ )

= ١,٦ × ١٠^-١٩ (١٣٥٠ — ٠)

= ٢,٦ × ١٠^-١٦ جول

Δطـ ∞ ←هـ = ش ∞ ← هـ = ٢,٦ × ١٠^-١٦ جول