الفيزياء

الثاني عشر

المجال الكهربائي وتطبيقاته

الأستاذ : محمد عاطف

050 - 3136836

1-2 :توليد المجالات الكهربائية وقياسها

تفسير فاراداي للقوة الكهربائية بين الشحنات

تفسير فاراداي للقوة الكهربائية المتولدة بين الشحنات خلال الوسط أو الفراغ:

1- يقوم الجسم بتغيير خصائص الوسط المحيط به بطريقة معينة.
2- يؤدي التغير في خصائص الوسط الى التأثير بقوة معينة على الشحنة الموجودة فيه.
3- يطلق على التغير في خصائص الوسط اسم " المجال الكهربي".
4- القوة التي تؤثر بها المجالات الكهربائية تبذل شغلا ، فتنتقل الطاقة من المجال الى جسم آخر مشحون.

المجال الكهربائي: المنطقة المحيطة بأي جسم مشحون والتي تظهر فيها آثار القوى الكهربائية.

شدة المجال الكهربائي

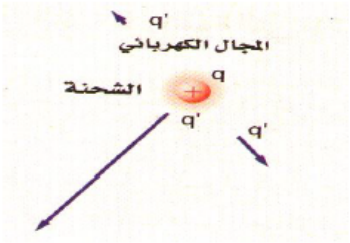
- **شدة واتجاه المجال الكهربائي عند نقطة:**

1- **شدة المجال الكهربائي عند نقطة**: هو مقدار القوة المؤثرة في شحنة اختبارية موجبة q' عند تلك النقطة مقسوما على مقدار تلك الشحنة.

$$E = \frac{F}{q'}$$

حيث أن:
F:القوة المؤثرة في الشحنة (N)
q: مقدار الشحنة (C)
E: شدة المجال الكهربائي (N/m)

2- **اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة**: هو اتجاه القوة المؤثرة على شحنة اختبارية موجبة موضوعة عند تلك النقطة.



- **علل لما يلي:**

أ- **الشحنة الاختبارية يجب أن تكون موجبة وصغيرة.**
ج:حتى لا تؤثر الشحنة الاختبارية في الشحنات الأخرى.

ب- **شدة المجال الكهربائي عند نقطة لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار.**
ج:لأن النسبة بين القوة والشحنة الاختبارية تكون ثابتة دائما.

- **قانون حساب شدة المجال الكهربائي عند نقطة :**

نفترض وجود شحنة موجبة عند تلك النقطة

تكون القوة المؤثرة في شحنة اختبارية موجبة q' هي : (1) $\Rightarrow F = k\frac{qq'}{r^2}$

ولكن شدة المجال الكهربائي عند نقطة (2) $\Rightarrow E = \frac{F}{q'}$

بالتعويض عن (1) في (2) نحصل على : $\boxed{E = k\frac{q}{r^2}}$

حيث أن:
E: شدة المجال الكهربائي (N/c)
q: مقدار الشحنة (C)
r: المسافة (m)
K: ثابت كولوم ويساوي $9\times10^9 N.m^2/C^2$

- **العوامل التي يتوقف عليها شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية**

1- **مقدار الشحنة** : يتناسب شدة المجال الكهربائي طرديا مع مقدار الشحنة.
2- **بعد النقطة عن الشحنة**: يتناسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة عكسيا مع مربع المسافة.

- **حساب شدة المجال الكهربائي الناتج عن عدة شحنات نقطية.**

1- نوجد شدة المجال الكهربائي الناتج عن كل شحنة على انفراد عند تلك النقطة.
2- نوجد شدة المجال الكهربي المحصل عن طريق جمع المتجهات (محصلة المتجهات).

- **الفرق بين شدة المجال الكهربائي والقوة الكهربائية**

المجال الكهربائي يعتبر خاصية لتلك المنطقة من الفضاء ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه، أما القوة الكهربائية فتعتمد على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

تمثيل المجال الكهربائي

- **يمكن تمثيل المجال الكهربائي من خلال خطوط تعرف باسم" خطوط المجال الكهربائي" أو " خطوط القوة".**

خطوط المجال الكهربائي(القوة): الخطوط المستخدمة لتمثيل المجال الكهربائي الفعلي في الفراغ أو الوسط المحيط بالشحنة.

خط المجال الكهربائي هو خط وهمي مثل مسار حركة شحنة اختبار عند وضعها حرة في المجال الكهربائي

- **أهمية خطوط المجال الكهربائي (خطوط القوة)**

تزودنا خطوط المجال الكهربائي بمعلومات عن :

أ- **اتجاه المجال**: حيث يشير اتجاه المماس المرسوم عند نقطة الى اتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

ب- **شدة المجال الكهربائي**: حيث تشير المسافات الفاصلة بين خطوط المجال الكهربائي الى شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة.

✓ كلما كانت الخطوط متقاربة كان المجال الكهربائي قويا.
✓ كلما كانت الخطوط متباعدة كان المجال الكهربائي ضعيفا.

- **خصائص خطوط المجال الكهربائي**

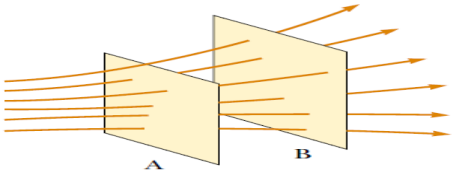
1- تخرج دائما من الشحنة الموجبة وتدخل الى الشحنة السالبة.
2- خطوط وهمية لا وجود لها في الواقع، وتعطي نموذجا لتمثيل المجال الكهربائي
3- لا تتقاطع مطلقا.
4- تكون متقاربة في المجالات القوية ومتباعدة في المجالات الضعيفة.
5- تنتشر حول الجسم في الثلاثة الأبعاد (من جميع الجهات)

(إذا لم يكن هناك شحنة سالبة تنتهي في المالانهاية) .

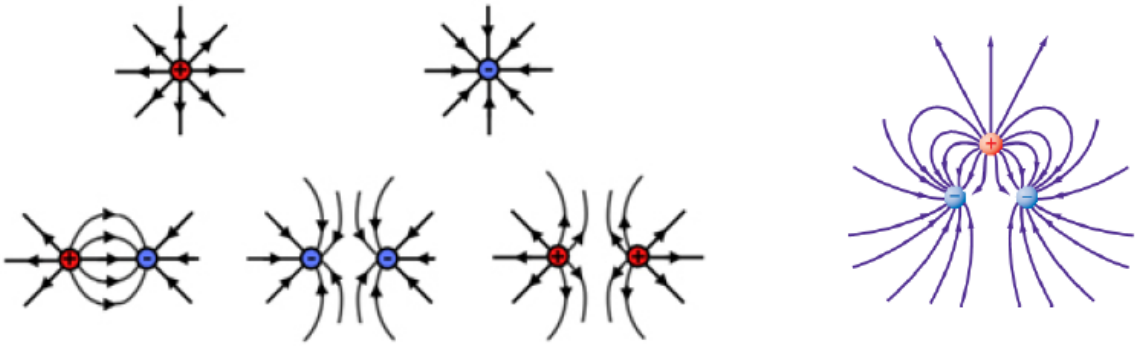
عدد الخطوط المرسومة المنطلقة من الشحنة الموجبة او الواصلة إلى الشحنة السالبة يتناسب مع مقدار الشحنة .

- **خطوط القوة (المجال) للشحنات المختلفة:**

✓ **يختلف شكل المجال الكهربي بحسب التوزيعات النقطية للشحنات**

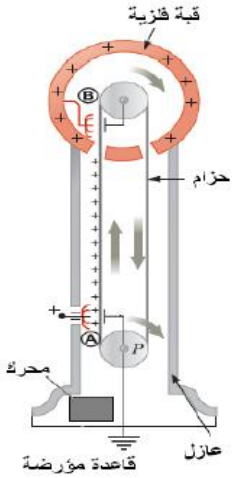


1- **الشحنة الموجبة**: خطوط المجال تكون منتشرة شعاعيا للخارج.
2- **الشحنة السالبة**: خطوط المجال تكون منتشرة شعاعيا للداخل.
3- **شحنتان أو أكثر**: خطوط المجال تكون منحنية وأكثر تعقيدا ، لأن المجال الناتج يكون ناتجا عن الجمع الاتجاهي للمجالات الناتجة عن الشحنات. ولكنها دائما تخرج من الشحنة الموجبة وتدخل الى الشحنة السالبة.



MOHAMED ATEF 050 3136836

مولد فان دي جراف (مولد الكهرباء الساكنة)



س: كيف يعمل مولد فان دي جراف ؟

1- يولد الجهاز الكهرباء الساكنة الى الحزام المتحرك في الطرف الأسفلA.
2- تنتقل الشحنات من الحزام المتحرك الى القبة الفلزية في الطرف العلوي B.
3- يبذل المحرك الكهربائي الشغل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي مما يؤدي لتراكم الشحنات في القبة الفلزية.

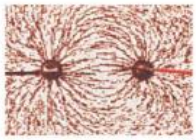
علل: عندما يلمس شخص قبة مولد فان دي جراف يتنافر شعر الشخص ويتغير اتجاهه.

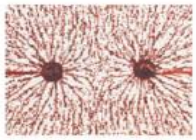
لأن الشحنات تنتقل باللمس من القبة للشخص، فتشحن خصلات الشعر بنفس نوع الشحنة مما يؤدي لتنافرها.

س: فسر لماذا تستمر الشحنات في التراكم علي القبة الفلزية لمولد فان دي جراف ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود إلي الحزام عند النقطة B ؟

لان الشحنات الموجودة علي القبة الفلزية لا تولد مجالا كهربيا داخلها وتنتقل الشحنات فورا من الحزام إلي السطح الخارجي للقبة حيث لا يكون لها أي تأثيرات في الشحنات الجديدة التي تصل إلي النقطة B .

تمثيل خطوط المجال الكهربائي عمليا





1- نضع بذور أعشاب في سائل عازل كالزيت المعدني.
2- نضع الجسيمات المشحونة في سائل.
3- تتحرك البذور بحيث تترتب في اتجاه المجال الكهربائي وتكون نمطا لخطوط المجال.

تدريبات متنوعة على المجال الكهربائي

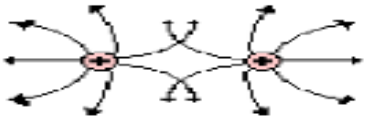
تدريب1: ارسم خطوط المجال الكهربي لكل مما يأتي :-

(أ) شحنتين متساويتين مقدارا ومتماثلتين في النوع

(ب)شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدارنفسة

(ج) شحنة موجبة وأخري سالبة مقدارها مساوي ضعفي مقدار الشحنة الموجبة

رسمت ريماس خطوط المجال الكهربائي التالية لشحنتين موجبتين ما الخطأ في رسمة ريماس؟
خطوط المجال الكهربائي لا يمكن أن تتقاطع. وريماس رسمت الخطوط متقاطعه



تدريب2: ارسم كل مما ياتي :-

(أ) المجال الكهربي الناتج عن شحنة $+1.0\mu c$

(ب) المجال الكهربي الناتج عن شحنة مقدارها $+2\mu c$

MOHAMED ATEF 050 3136836

تدريب3: تؤثر قوة كهربية مقدارها $1.50\times10^{-3}N$ في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها $2.40\times10^{-8}C$ اوجد المجال الكهربي في شحنة الاختبار؟

.....
.....
.....

تدريب4: شحنة موجبة مقدارها $1\times10^{-5}C$ تتعرض لقوة مقدارها 0.3N عند وضعها عند نقطة معينة ما شدة المجال الكهربي عند تلك النقطة ؟

.....
.....
.....

تدريب5: قيس مجال كهربي في الهواء باستخدام شحنة اختبار موجبة مقدارها $3.0\times10^{-6}C$ فتأثرت هذه الشحنة بقوة مقدارها 0.12N في اتجاه يميل بزاوية 150شمال الشرق ما مقدار واتجاه شدة المجال الكهربي عند موقع شحنة الاختبار ؟

.....
.....
.....

تدريب6: ما شدة المجال الكهربي عند نقطة تبعد 0.3m عن يمين كرة صغيرة مشحونة بشحنة مقدارها $-4.0\times10^{-6}C$ ؟

.....
.....

.

تدريب7: وضعت شحنة سالبة مقدارها $2.0\times10^{-8}C$ في مجال كهربي فتأثرت بقوة مقدارها 0.060N في الهواء في اتجاه اليمين ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة ؟

.....
.....
.....

تدريب8: وضعت كرة بيلسان وزنها $2.1\times10^{-8}N$ في مجال كهربي شدته $6.5\times10^{4}NIC$ يتجه راسيا إلي أسفل .
ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع علي الكرة بحيث توازن القوة الكهربية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية وتبقي الكرة معلقة في المجال ؟

.....
.....
.....

تدريب9: إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي 150N/C تقريبا ويتجه لأسفل اجب عما يلي :-

(أ) ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة ؟

.....

(ب) اوجد القوة الكهربية التي يؤثر بها هذا المجال في إلكترون.

.....
.....
.....

(ج) قارن بين القوة في الفرع (ب) وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه علما بان كتلة الإلكترون $9.1\times10^{-31}Kg$

.....
.....
.....

تدريب10: يفحص زيد المجال الكهربي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع فيرسم أولا المجال بشحنة اختبار مقدارها $1.0\times10^{-6}C$ **ثم يكرر عملة بشحنة اختبار أخري مقدارها** $2.0\times10^{-6}C$ **. اجب عن الأسئلة التالية :-**

(أ)هل يحصل زيد علي القوي نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار ؟ وضح إجابتك

لا لان القوة المؤثرة في الشحنة $2.0\times10^{-6}C$ ضعفي القوة المؤثرة في الشحنة $1.0\times10^{-6}C$

(ب) هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار ؟ وضح أجابتك ؟

نعم لأنك ستقسم القوة علي مقدار شحنة الاختبار

تدريب11: تتسارع الالكترونات في أنبوب أشعة المهبطية في تلفاز تحت تأثير مجال كهربي مقداره $1\times10^{5}N/C$ **احسب ما يلي:**

(أ)القوة المؤثرة في الإلكترون

.....

.....

(ب) تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظما اعتبر كتلة الإلكترون $9.1\times10^{-31}Kg$

.....

.....

.....

تدريب12: شحنتان نقطيتان مقاديرها $-20\mu c,+5\mu c$ **علي الترتيب والمسافة بينهما** 5cm **. احسب شدة المجال الكهربي في منتصف المسافة بين الشحنتين .**

.....

.....

.....

.....

.....

تدريب13: توضع الشحنتان $+1\mu c,-1\mu c$ **عند زاويتي القاعدة من مثلث متساوي الإضلاع فإذا كان ضلع المثلث يساوي** 0.70m **اوجد شدة المجال عند رأس المثلث ؟**

.....

.....

.....

.....

.....

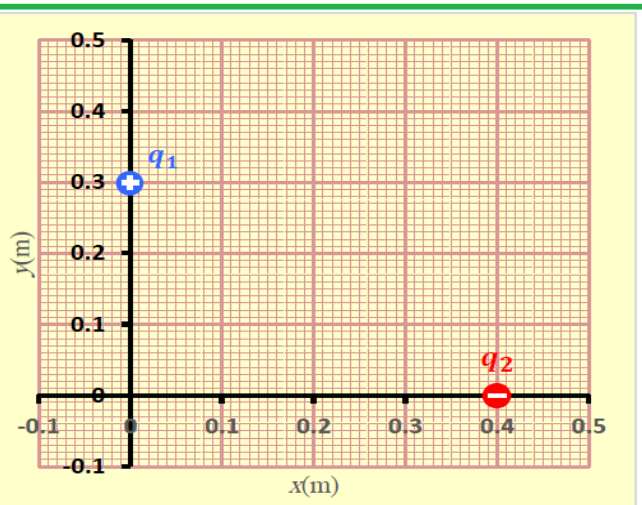
.....

.....

MOHAMED ATEF 050 3136836

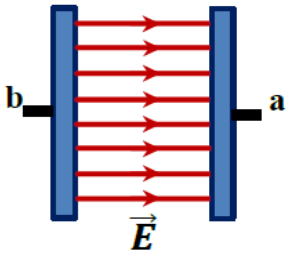
وضعت الشحنتان النقطيتان (q_1 ، q_2) في الهواء على محاور الإحداثيات كما في الشكل المجاور، إذا كانت $(q_1 = +16.0 \times 10^{-6}C)$ و $(q_2 = -32.0 \times 10^{-6})$.

- جد مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة الأصل $(0,0)$.



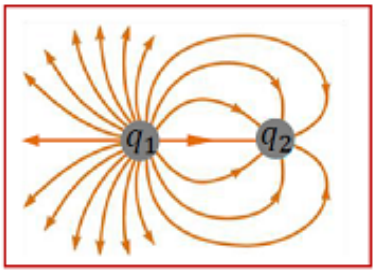
- إذا أزيلت الشحنة q_2، فهل يزداد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة الأصل أم يقل أم لا يتغيّر ؟ برّر إجابتك

يُبيّن الشكل المجاور المجال الكهربائي المتولّد بين صفيحتين فلزيتين متوازيتين موصولتين بقطبي بطارية، اعتماداً على الشكل أجب عن الآتي:



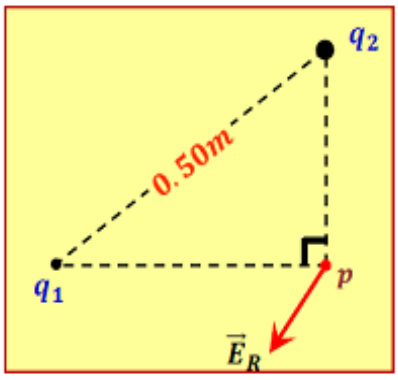
- ما نوع المجال الكهربائي بين اللوحين؟ .....
- أيّ الطرفين (a أم b) موصول بالقطب الموجب للبطارية؟ .....

يُظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي حول شحنتين نقطيتين متجاورتين. اعتماداً على الشكل:



- ما نوع الشحنة q_2؟ .....
- أيّ الشحنتين كميتها أكبر؟ .....

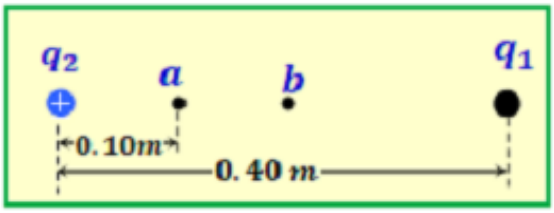
يُبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (p) الواقعة في مجال شحنتين نقطتين. إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين والنقطة:



- ما نوع كل من الشحنتين (q_1 ، q_2) ؟

- الشحنة q_1: ..... - الشحنة q_2: .....

- جد مقدار شدّة المجال الكهربائي المؤثّر في الشحنة (q_2) إذا كانت ($|q_1| = 3.0 \times 10^{-9}C$)



-إذا كانت مقدار شدّة المجال الكهربائي عند النقطة a المبيّنة في الشكل المجاور يساوي صفراً، وكانت ($q_2 = +2.50 \times 10^{-8}$ C).

- جد $|q_1|$ و حدّد نوعها

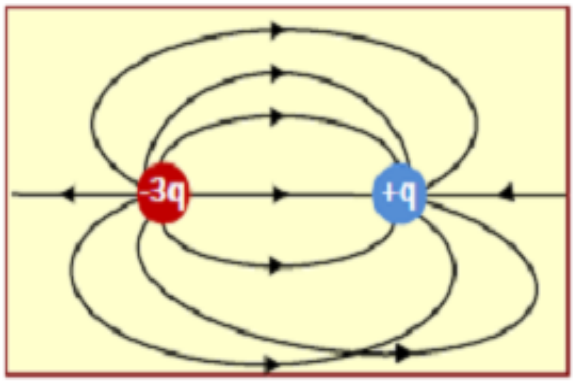
.....

.....

.....

.....

- حدّد على الشكل نفسه اتجاه محصلة شدة المجال الكهربائي عند منتصف المسافة بين الشحنتين (النقطة b على الشكل).



- رسم متعلم خطوط المجال الكهربائي لشحنتين متجاورتين كما في الشكل المجاور. اكتب الأخطاء الثلاثة التي ارتكبها المتعلم في الرسم.

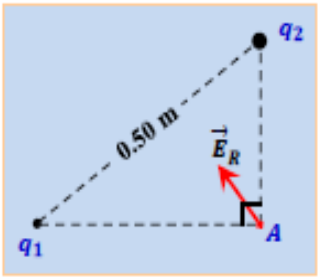
.....

.....

الشكل المجاور يوضح كرة نخاع بيلسان مشحونة وزنها ($1.2 \times 10^{-3} N$). وضعت في مجال كهربائي منتظم رأسي مقدار شدته ($4.0 \times 10^{5} N/C$) فاتزنت بتأثير القوة الكهربائية ووزنها.

احسب كمية الشحنة على كرة نخاع البيلسان وحدد نوعها.

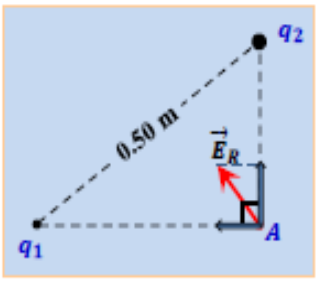
- يُبين الشكل المجاور متجه شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (A) الواقعة في مجال شحنتين نقطتين ($|q_1| = 3.0 \times 10^{-9} C$) و (q_2) . إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين والنقطة:



- ما نوع كل من الشحنتين (q_1 ، q_2)؟

الإجابة :

بتحليل متجه شدة المجال إلى مركبتيه نحصل على الرسم الآتي

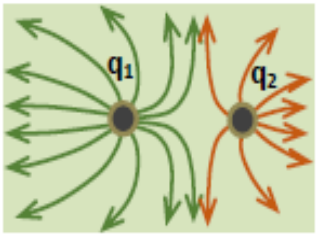


من الرسم نلاحظ أن مركبتي شدة المجال عند النقطة A تتجهان نحو q_2 ونحو q_1
ما يعني أن كلا من الشحنتين سالبة

- جد مقدار شدّة المجال الكهربائي المؤثّر في الشحنة (q_2)؟

الإجابة : من الرسم : $E = k_c \frac{q_1}{r^2} = \frac{9\times10^9\times3.0\times10^{-9}}{0.5^2} = 1.1 \times 10^2 N/C$

- يُبين الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين نقطيتين ($|q_1| = 18.0 \times 10^{-12} C$) و($q_2$)



- ما نوع كلٍ من الشحنتين؟

الإجابة :

من الرسم : بما أن خطوط المجال خارجة من كلا الشحنتين إذن كلاهما شحنة موجبة

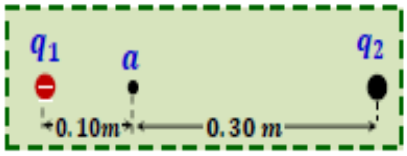
- ما مقدار الشحنة (q_2)؟

الإجابة :

$$\frac{|q_2|}{|q_1|} = \frac{\text{عدد الخطوط حول } q_2}{\text{عدد الخطوط حول } q_1}$$

$$q_2 = \frac{8}{12} \times 18.0 \times 10^{-12} = 12.0 \times 10^{-12} C$$

- وضع إلكترون حراً في النقطة (a) فبقي ساكنا. فإذا كانت ($q_1 = -9.0 \times 10^{-9}$ C) وأبعدت الشحنة (q_1) نهائياً عن الإلكترون والشحنة (q_2).



- جد القوة المؤثرة على الإلكترون؟

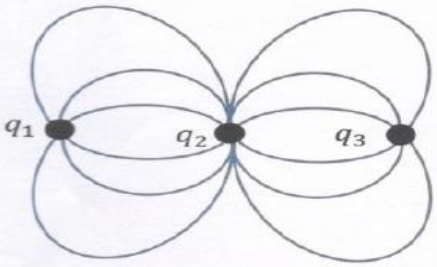
الإجابة : $\frac{|q_1|}{(r_1)^2} = \frac{|q_2|}{(r_2)^2} \rightarrow |q_2| = \frac{|q_1|}{r_1^2} \times r_2^2 = \frac{9.0\times10^{-9}\times0.1^2}{0.3^2} = 1.0 \times 10^{-9} C$

وحيث أن نقطة انعدام المجال تقع بين الشحنتين فإن الشحنتان من النوع نفسه ما يعني أن ($q_2 = -1.0 \times 10^{-9} C$)

$$F_c = k_c \frac{|q_2|\times|q_e|}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1.0\times10^{-9}\times1.6\times10^{-19}}{0.3^2} = 1.0 \times 10^{-17} N$$

وحيث أن الإلكترون والشحنة (q_2) من النوع نفسه فإن القوة بينهما قوة تنافر أي أن القوة المؤثرة في الإلكترون تكون جهة اليسار

- يُظهر الرسم التخطيطي المجاور خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات كهربائية نقطية. اعتماداً على الرسم أجب كما يلي:



- احسب النسبة $\frac{|q_1|}{|q_3|}$

.....

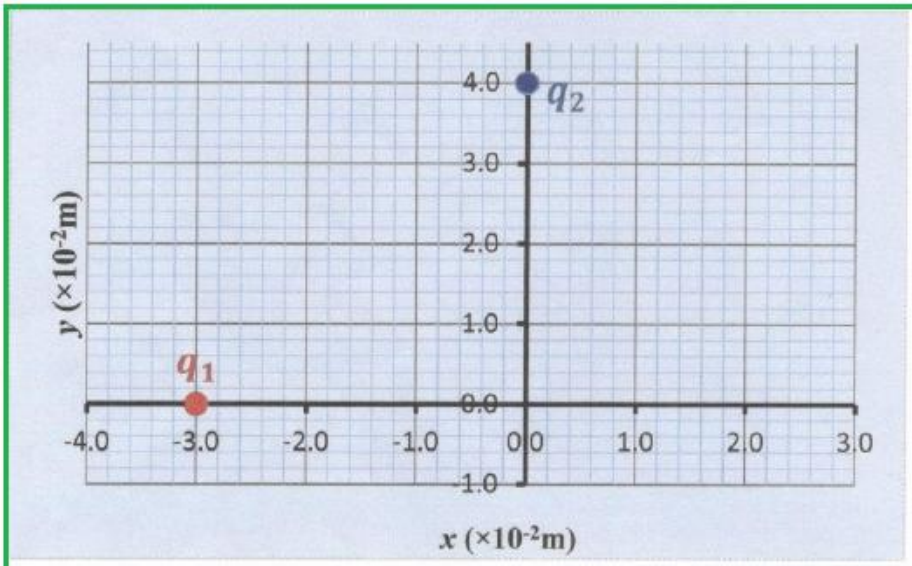
.....

.....

- إذا كانت الشحنة (q_1) سالبة، فما نوع كل من الشحنتين (q_2) و (q_3)؟

الشحنة (q_2): ..... الشحنة (q_3): .....

- يُظهر الشكل شحنتان نقطيتان $(q_1 = -4.0 \times 10^{-12} c)$ و$(q_2 = +16 \times 10^{-12} c)$، إذا كان الهواء يُحيط بالشحنتين.



- أوجد مقدار شدة المجال الكهربائي عند نقطة أصل الإحداثيات.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

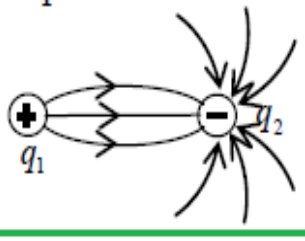
- احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_1).

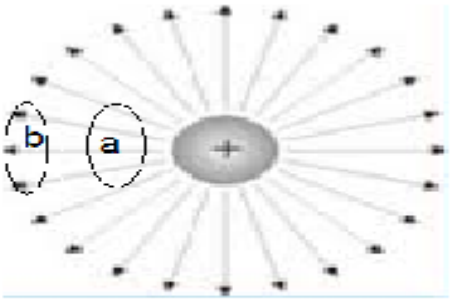
.....

.....

وضعت الشحنتان النقطيتان $(q_1 = 1.4\times10^{-6} C \ , \ q_2 = -4.2\times10^{-6} C)$ متجاورتين في الهواء كما في الشكل المجاور ، ارسم خطوط المجال الكهربائي على الشكل نفسه .

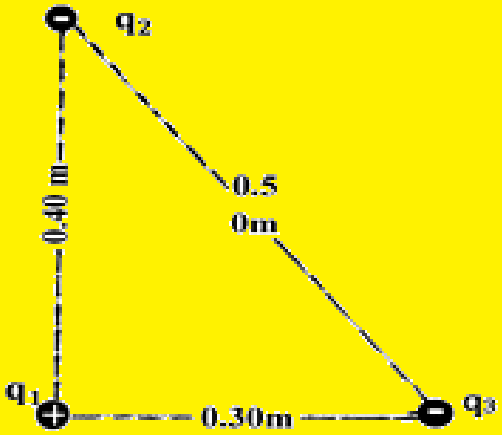
الحل : نحسب أولاً النسبة : $\left(\frac{q_2}{q_1} = \frac{4.2\times10^{-6}}{1.4\times10^{-6}} = \frac{3}{1}\right)$





يظهر الشكل أمامك حلقتان متماثلتان موضوعتان بالقرب تت شحنة نقطية موجبة
1 قارن بين المجال المؤثر على الحلقتان مع التبرير ؟
2 - هل المجال المؤثر عليهما منتظم أم غير منتظم ولماذا ؟

في الشكل المجاور وضعت الشحنات النقطية الثلاث
($q_1 = +5\mu C$, $q_2 = -3.0\mu C$, $q_3 = -6.0\mu C$)
في الهواء . اعتمادا على الشكل أجب عن الفقرتين

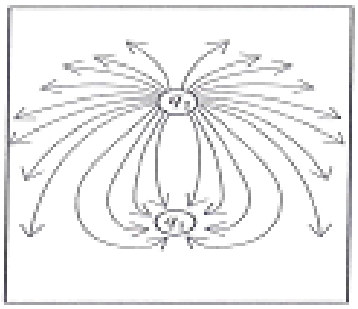


- أحسب مقدار شدة المجال الكهربائي المؤثر في الشحنة (q_1) وحدد اتجاهه .
- أحسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة (q_1) وحدد اتجاهها .
- أحسب مقدار القوة المؤثرة على الشحنة (q_3) وحدد اتجاهها .

في الشكل المجاور إذا كانت ($q_1=-3\times10^{-9}C$) وكانت محصلة شدة المجالات الكهربائية عند النقطة (P) تساوي صفرا :

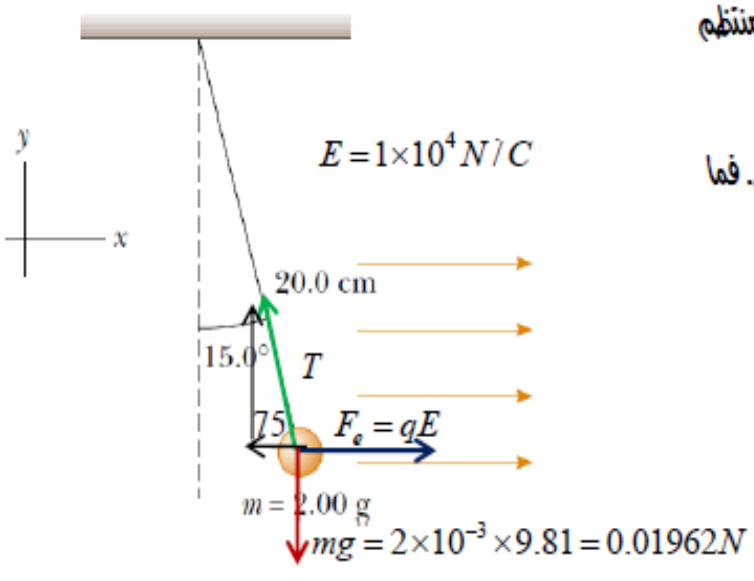
1) ما نوع شحنة (q_2) .
2) احسب مقدار الشحنة (q_2)
الحل :

يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين تفصل بينهما مسافة صغيرة :



1) ما نوع كل من الشحنتين .
2) جد نسبة ($q1/q2$) .
3) أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي التي تبدأ من الشحنة الموجبة ولم تنته بالشحنة السالبة .
4) إذا كانت ($q_1=2uC$) اوجد مقدار (q_2) ؟
الحل :

- علقت كرة بلاستيكية صغيرة، كتلتها $2g$ داخل مجال كهربائي منتظم بواسطة حبل طوله $20cm$ ، كما يظهر في الشكل أعلاه.
(أ) شحنة الكرة موجبة أم سالبة؟!! موجبة
(ب) إذا كانت الكرة في حالة اتزان عند ميل الخيط بزاوية 15° مع الراسي. فما الشحنة المحصلة على الكرة؟!!



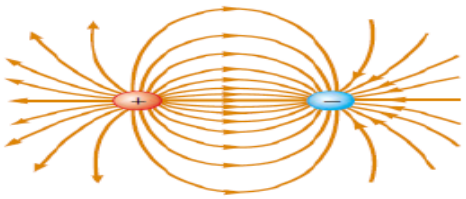
حالة اتزان $\sum F_x=0, \sum F_y=0$ ⟵

$$\sum F_y=0=-0.01962+\sin 75T$$

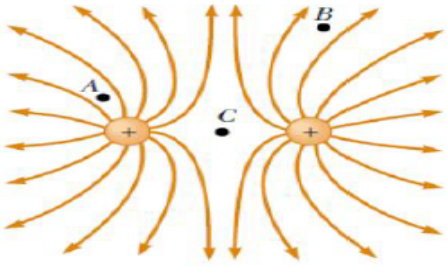
$$\Rightarrow T=\frac{0.01962}{\sin 75}=0.0203N$$

$$\sum F_x=0=qE-\cos 75T$$

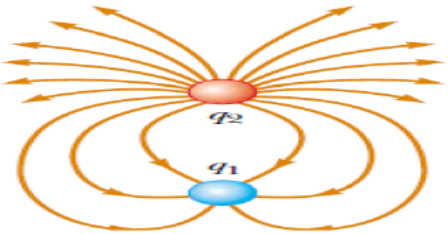
$$\Rightarrow q=\frac{\cos 75\times0.0203}{1\times10^4}=5.3\times10^{-7}C=0.53\mu C$$



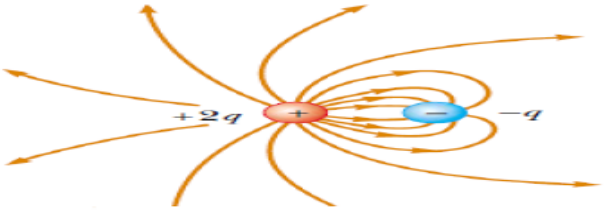
عدد الخطوط المغادرة للشحنة الموجبة تساوي عدد الخطوط الواصلة للشحنة السالبة
خطوط المجال لشحنتين نقطيتين متساويتان في المقدار ومختلفتين في الاشارة



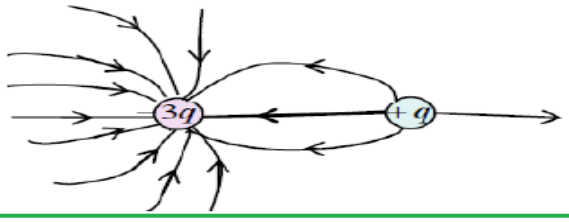
-في الشكل بالاعلى:رتب النقاط A و B و C من حيث شدة المجال الكهربائي من الأقل إلى الاعلى:
C ثم B ثم A



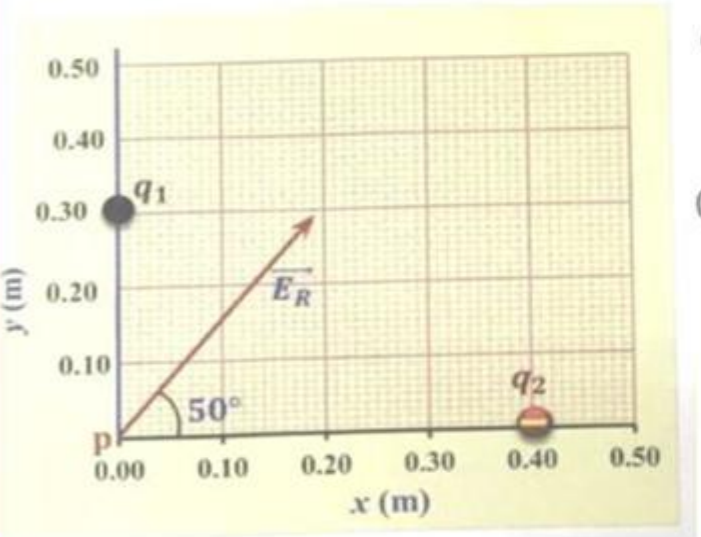
في الشكل المجاور:
(أ) ما اشارة q_1 و q_2 ؟
(ب) جدي نسبة q_1/q_2 ؟
(ج) إذا كان مقدار q_2 يساوي 6.3c ، فإن q_1 تساوي.....



-مقدار الشحنة الموجبة يساوي مثلي مقدار الشحنة السالبة.



- ارسم بعض الخطوط التمثيلية للمجال الكهربائية لشحنتين $+q$ و $-3q$ تفصل بينهما مسافة قصيرة.



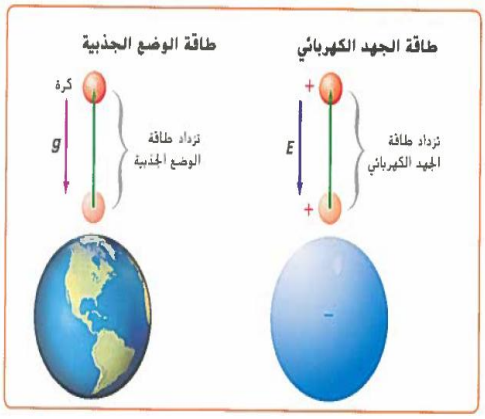
وضعت الشحنتان النقطيتان $(q_1 ، q_2)$ في الهواء على محاور الاحداثيات كما في الشكل المجاور، حيث $(\vec{E}_R)$ تمثل شدة المجال الكهربائي المحصل الناشئ عنهما عند النقطة p (0,0) ، فإذا كانت $(q_2 = -8.0 \times 10^{-9}C)$ حسب كمية الشحنة q_1 وحدد نوعها .

MOHAMED ATEF 050 3136836

1-2 :تطبيقات على المجالات الكهربائية

الطاقة والجهد الكهربائيان

فرق الجهد الكهربائي : هو الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي مقسوما على مقدار شحنة الاختبار.
أي هو النسبة بين الشغل اللازم لتحريك شحنة ومقدار تلك الشحنة.
أو هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة دلخل مجال كهربائي.



حيث أن:
W:الشغل المبذول (J)
q: مقدار الشحنة (C)
ΔV: فرق الجهد (V)

$$\Delta v = \frac{W}{q'}$$

ملاحظة: الجهد الكهربائي كمية عددية ووحدة قياسه " J/C " أو ما يعرف باسم الفولت" v "

الفولت: وحدة قياس الجهد الكهربائي وتساوي واحد جول لكل كولوم 1J/C

الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد

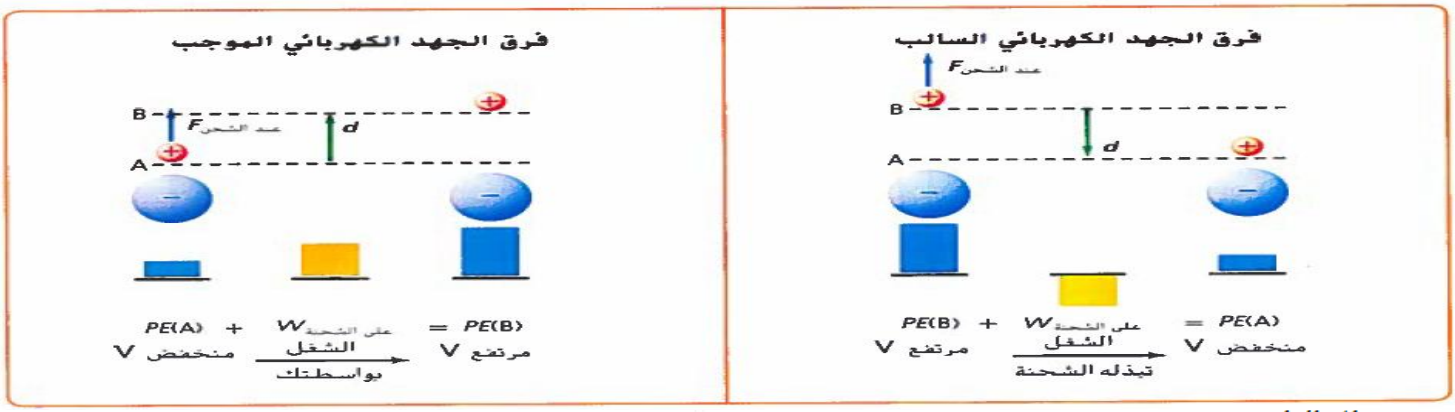
طاقة الوضع الكهربائية: تتغير عندما يبذل شغل لنقل شحنة معينة في مجال كهربائي، وتعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

فرق الجهد الكهربائي: الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات في مجال كهربائي، ولا يعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

تغيرات الجهد الكهربائى وطاقة الوضع

1- **اذا كانت الشحنتين مختلفتين**.
يزداد فرق الجهد الكهربائي (أو طاقة الوضع) عند ابعاد الشحنتين عن بعضهما ويقل عند تقريبهما.

2- **اذا كانت الشحنتين متشابهتين**.
يزداد فرق الجهد الكهربائي (أو طاقة الوضع) عند تقريب الشحنتين ويقل عند ابعادهما.

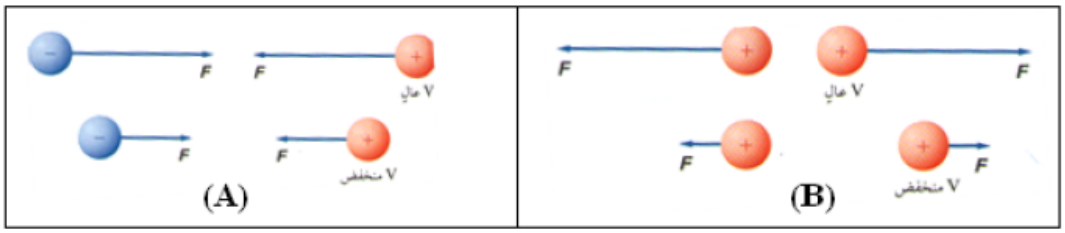


علل لما يلي:

أ- **عند ابعاد شحنة اختبارية موجبة عن شحنة كهربائية سالبة يزداد الجهد الكهربائي**. (**شكل** B)
لأن اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار تكون في نفس اتجاه الازاحة لذا يكون الشغل المبذول موجبا يضاف الى طاقة الوضع الابتدائية لذا يزيد الجهد الكهربائي الكلي.

ب- **عند تقريب شحنة اختبارية موجبة من شحنة كهربائية سالبة يقل الجهد الكهربائي**. (**شكل** A)
لأن اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار تكون في عكس اتجاه الازاحة لذا يكون الشغل المبذول سالبا يضاف الى طاقة الوضع الابتدائية لذا يقل الجهد الكهربائي الكلي.

يمكن اجمال ما سبق: تزداد طاقة وضع الشحنة الاختبارية (الموجبة) عند تحريكها في عكس اتجاه المجال الكهربائي الأصلي (المؤثر) .
أما بالنسبة للشحنة السالبة فان طاقة وضعها يزداد عند تحريكها في نفس اتجاه المجال الأصلي (المؤثر).

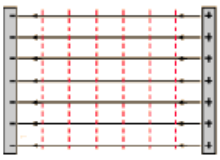


ملاحظة مهمة جدا:
فرق الجهد الكهربائي لا يعتمد على المسار الذي يسلك أثناء الحركة من نقطة لأخرى وانما يعتمد على :
1- الازاحة (أي موقع النقطتين الابتدائي والنهائي فقط)
2- المجال الكهربائي.

سطح تساوى الجهود

- **سطح تساوي الجهد**: هي نقاط داخل المجال الكهربائي يكون فرق الجهد بينها صفرا. ويكون الشغل المبذول لنقل الشحنات الكهربائية بينها صفرا.
تعريف آخر: هي نقاط داخل المجال الكهربائي يكون فيها الجهد متساويا.

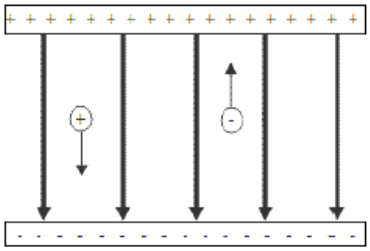
- **علل لما يلي: عند تحريك شحنة اختبار موجبة في مسار دائري حول شحنة كهربائية فان الشغل المبذول (وكذا فرق الجهد بين أي نقطتين في المسار الدائري) يكون صفرا.**
ج: لأن القوة الكهربائية تكون دائما متعامدة مع اتجاه الحركة ، وبذلك يكون الشغل المبذول لتحريك الشحنة صفرا. وبالتالي يصبح فرق الجهد مساويا للصفر أيضا تبعا للعلاقة. $\Delta v = \frac{W}{q'}$



- **ملاحظة** : تختلف سطوح تساوي الجهد بحسب المجال الكهربائي (لاحظ الخطوط المتقطعة في الأشكال التي أمامك).

الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم

- **المجال الكهربائي المنتظم**: هو مجال كهربائي ثابت في الشدة والاتجاه عند جميع النقاط.
- **س: كيف يمكن الحصول على مجال كهربائي منتظم؟**
عن طريق استخدام لوحين موصلين مستويين ومتوازيين ،ومشحونين بشحنات متساوية ومتعاكسة (احداهما مشحون بشحنات موجبة والآخر مشحون بشحنات سالبة).
- **شكل المجال الكهربائي المنتظم**: عبارة عن خطوط مجال متوازية تتجه من اللوح الموجب الى اللوح السالب، ما عدا النقاط التي تكون عند الاطراف.



- **حساب فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم.**

فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم يساوي حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي في المسافة التي تحركتها الشحنة.

حيث أن:

$$\boxed{\Delta V = Ed}$$

E:شدة المجال المنتظم (N/C) أو (V/m)
d: المسافة بين اللوحين (C)
ΔV: فرق الجهد (V)

اشتقاق القانون:

الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبارية موجبة في عكس اتجاه المجال (1) $W = Fd \Rightarrow$

لحساب فرق الجهد بين اللوحين (2) $\Delta V = \frac{W}{q'} \Rightarrow$

بالتعويض عن (1) في (2) ينتج أن : $\Delta V = \frac{Fd}{q'} = Ed$

ملاحظة مهمة: يزداد الجهد الكهربائي كلما تحركنا في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي ، أي أن الجهد الكهربائي يكون أكبر بالقرب من اللوح الموجب.

- **حساب القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة في مجال كهربائي منتظم.**

1- **مقدار القوة المؤثرة في الشحنة** $\boxed{F = q'E}$

2- **اتجاه القوة المؤثرة**: تكون في نفس اتجاه المجال اذا كانت الشحنة الكهربائية موجبة وتكون في عكس اتجاه المجال اذا كانت الشحنة الكهربائية سالبة.

تدريبات متنوعة على الطاقة والجهد الكهربائيان

تدريب1: إذا كانت قراءة فولتميتر متصل بلوحين متوازيين مشحونين 400V **وذلك عندما كانت المسافة بينهما** 0.02m **فاحسب شدة المجال الكهربي بينهما**

.....

.....

تدريب2: يمكن لبطارية سيارة جهدها 12V **ومشحونة بصورة كاملة أن تختزن شحنة مقدارها** $1.44\times10^{6}C$ **. ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلي إعادة شحنها ؟**

.....

.....

تدريب3: إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مسارع جسيمات يساوي $4.5\times10^{5}N/C$ **فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة** 25Cm **خلال هذا المجال ؟**

.....

.....

تدريب4: إذا بذل شغل مقداره 120J **لتحريك شحنة مقدارها** 2.4C **من اللوح الموجب إلي اللوح السالب كما بالشكل فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين ؟**

.....

.....

تدريب5: ما مقدار الشغل اللازم بذلة لنقل شحنة مقدارها 0.15C **خلال فرق جهد كهربائي مقداره** 9.0V ؟

.....

.....

تدريب6: إذا لزم قوة مقدارها 0.065N **لتحريك شحنة مقدارها** $37\mu C$ **مسافة** 25cm **في مجال كهربي منتظم فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين ؟**

.....
.....
.....
.....

تدريب7: لوحين متوازيين فرق الجهد بينهما 50V **والبعد بينهما** 4Cm **فإذا علقت قطرة زيت سالبة الشحنة بين اللوحين كتلتها** $2\times10^{-15}Kg$ **احسب :-**

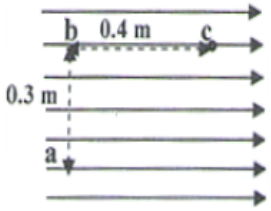
1- **شدة المجال الكهربي بين اللوحين**

.....
.....

2- **مقدار شحنة قطرة الزيت**

.....
.....

تدريب8: يمثل الشكل ادناة مجالا كهربيا منتظما مقداره 6400N/C **معتمدا علي القيم المثبتة علي الشكل احسب :**



1-**فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين** a,c .

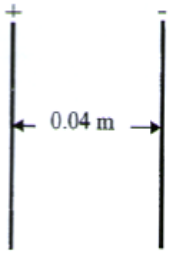
.....
.....
.....

2- **الشغل المبذول في نقل الشحنة كهربائية مقدارها** $2\times10^{-6}C$ **من النقطة** c **إلي النقطة** b

.....
.....

تدريب9: لوحان موصلان متوازيان البعد بينهما 0.04m **والمجال الكهربائي بينهما** $2\times10^{4}V/m$ **موضوعان في الهواء اوجد ما يلي :**

1-**فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين**



.....
.....

2 - **مقدار القوة الكهربية المؤثرة في شحنة مقدارها** $-3\times10^{-6}C$ **موضوعة بين اللوحين**

.....
.....

3 - **الشغل المبذول لنقل شحنة مقدارها** $5\times10^{-9}C$ **من اللوح الموجب إلي اللوح السالب**

.....
.....

توزيع الشحنة وتقسامها

الاتزان فى الطبيعة

يؤول أي نظام في الطبيعة الى الاتزان عندما تصبح طاقته أقل ما يمكن.

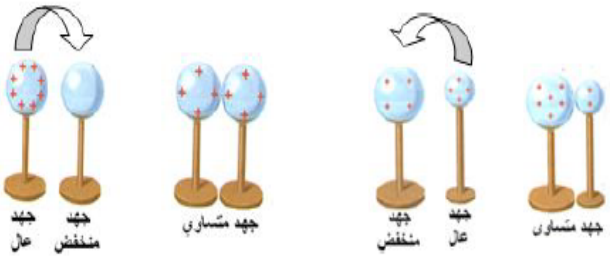
أمثلة:

1- الكرة في أعلى التل تتحرك الى الأسفل ، لتتزن وتستقر هناك حيث تكون طاقة وضع الجاذبية أقل ما يمكن.
2- الشحنات الساكنة على الموصلات المشحونة عند تلامسها تتحرك الى الموصل غير المشحون لتقليل طاقتها حيث تكون طاقتها بالبداية كبيرة نظرا لتجميع عدد من الشحنات المتشابهة ولوجود قوة التنافر بينها.

تلامس الأجسام المشحونة

- **وضع الاتزان**

عند تلامس كرتين موصلتين احداهما مشحونة والأخرى غير مشحونة تنتقل الشحنات من الكرة ذات **الجهد الأعلى** (المشحونة) الى الكرة ذات **الجهد الأقل** (الغير مشحونة) حتى **يتساوى جهد الكرتين** أي **يكون فرق الجهد بينهما مساويا للصفر.**
عندها يتوقف تدفق الشحنات وتصبح الكرتان في وضع اتزان.



ملاحظة: عند وضع الاتزان يكون:

1- القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة على الكرة = صفر.
2- المجال الكهربائي داخل الموصلات يكون صفرا.
3- فرق الجهد بين أي نقطتين على السطح = صفر أي يكون سطح الموصل المشحون " سطح تساوي الجهد".

علل لما يلي: تستقر الشحنات في الموصلات على السطوح.

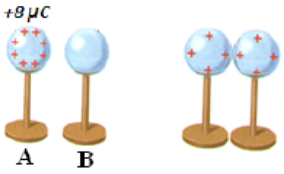
ج: بسبب وجود قوى التنافر بينها ، وتترتب بحيث يصل يكون النظام في حالة اتزان أي تكون طاقته هي الأقل ومحصلة القوى المؤثرة صفرا.

- **تلامس الكرات بأحجام مختلفة**

عندما تكون الكرات المتلامسة ذات أحجام مختلفة تتوزع الشحنات بحسب **نسبة سعتها الكهربية**، فالكرة الموصلة الكبيرة مثلا تخزن كمية أكبر من الشحنات.
أما اذا كانت الكرتان الموصلتان متماثلتان ، فان الشحنات تتوزع بالتساوي. وفي كل الأحوال يكون فرق الجهد بين الكرتين عند حالة الاتزان يساوي صفرا على الرغم من اختلاف الشحنات في كلتا الكرتين.

تدريبات متنوعة على توزيع الشحنة وتقاسمها

تدريب 1: كرتان فلزيتان A,B متماثلتان ، الأولى شحنتها +8μC والثانية متعادلة الشحنة كما هو موضح في الشكل المجاور. أجب عن الأسئلة التالية:



1- **أي الكرتين الأقل جهدا؟ وأيها أعلى جهدا؟**
الكرة (A) الأعلى جهدا ، بينما جهد الكرة (B) صفرا ، لأنها لا تحتوي على شحنات.

2- **اذا تلامست الكرتان معا. فأجب عما يلي:**

أ- **وضح كيف تنتقل الشحنات بين الكرتين؟**
تنتقل الشحنات من الكرة الأعلى جهدا (A) الى الكرة الأقل جهدا(B) ، حتى يتساوى جهدا الكرتين.

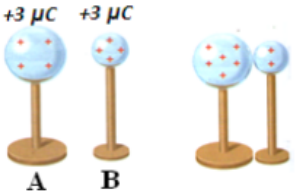
ب- **احسب شحنة كل من الكرتين بعد التلامس.**

شحنة الكرة (A) = $\frac{1}{2} \times 8 = 4\mu C$

شحنة الكرة (B) = $\frac{1}{2} \times 8 = 4\mu C$

ت- **كم يكون فرق الجهد بين الكرتين بعد التلامس ؟**
فرق الجهد يساوي صفر، لأن الجهد متساوي على الكرتين بعد التلامس

تدريب2: كرتان فلزيتان A,B حجم الأولى ضعف الثانية ، فاذا شحنت الكرتان بشحنة متساوية مقدارها +3μC كما هو موضح في الشكل المجاور. أجب عن الأسئلة التالية:



3- **أي الكرتين الأقل جهدا؟ وأيها أعلى جهدا ولماذا؟**
الكرة (A)هي الأقل جهدا، لأن مساحتها السطحية أكبر ، لذا تتباعد الشحنات الموجودة عليها مسافات أكبر، وتقل قوة التنافر بينها ويقل الجهد.

4- **اذا تلامست الكرتان معا. فأجب عما يلي:**

ث- **وضح كيف تنتقل الشحنات بين الكرتين؟**
تنتقل الشحنات من الكرة الأعلى جهدا (B) الى الكرة الأقل جهدا (A) حتى يتساوى جهدا الكرتين.

ج- **احسب شحنة كل من الكرتين بعد التلامس.**

شحنة الكرة (A) = $\frac{2}{3} \times 6 = 4\mu C$

شحنة الكرة (B) = $\frac{1}{3} \times 6 = 2\mu C$

ح- **كم يكون فرق الجهد بين الكرتين بعد التلامس ؟**
فرق الجهد يساوي صفر، لأن الجهد متساوي على الكرتين بعد التلامس

تدريب3: عند ملامسة كرة موصلة صغيرة مشحونة بشحنة سالبة لكرة موصلة كبيرة مشحونة بشحنة موجبة ماذا يمكن القول عن :-

أ- **جهد كل من الكرتين .**
ج: سيكون جهد الكرتين متساويين

ب- **شحنة كل من الكرتين**
ج: ستكون شحنة الكرة الكبيرة اكبر من شحنة الكرة الصغيرة ولكن سيكون لهما النوع نفسه وسيعتمد نوع الشحنة النهائية على الكرة التي كان لها اكبر كمية شحنة في البداية

تدريب4: يقف زيد واختة ليلي علي سطح مستو معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة كما بالشكل إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد اكبر من المساحة السطحية لجسم ليلي فمن منهما سيمتلك كمية اكبر من الشحنة؟ أم إنهما سيمتلكان المقدار نفسه من الشحنة؟

ج: يمتلك زيد مساحة سطحية اكبر لذا سيمتلك كمية اكبر من الشحنات

تدريب5: إذا كان قطرا كرتي الومنيوم 1Cm و 10Cm فأيهما له سعة كهربية اكبر ؟

ج: الكرة التي قطرها 10Cm سعة كهربية اكبر لان الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة اكبر وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تشحن .

تأريض الجسم المشحون

- **تأريض الجسم المشحون** : توصيل الجسم المشحون بالأرض وبالتالي تفريغ الشحنات الموجودة عليه في الأرض حتى يصبح فرق الجهد الكهربائي بين الجسم والأرض صفرا.

- **علل لما يلي:**

1- **يوصل سلك فلزي بين صهريج نقل البنزين والأرض.**

ج:وذلك لتفريغ الشحنات الموجودة على صهريج نقل البنزين (والناتجة عن الاحتكاك) في الأرض بطريقة آمنة. حيث أن عدم تفريغها يولد فرق جهد كبير بين الصهريج والأرض، مما قد يحدث انفجارا عندما تنتقل الشحنات الى الأرض من خلال بخار البنزين.

2- **يتم تأريض جهاز الحاسوب بوصله بالأرض.**

ج:وذلك لتفريغ الشحنات الموجودة على جهاز الحاسوب في الأرض بطريقة آمنة. حيث أن عدم تفريغها يولد فرق جهد كبير بين جهاز الحاسوب والأرض، وعند ملامسة شخص لجهاز الحاسوب ، تتدفق الشحنات من الحاسوب الى الشخص ، مما قد يؤدي لتلف الجهاز ، أو أيذاء الشخص.

3- **يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصلة بالأرض .**

ج:لان الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعد جسما ضخما جدا .

المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات

علل : **تستقر الشحنات الكهربائية على الأسطح الخارجية لجميع أنواع الموصلات.**

ج: لان الشحنات الكهربائية المتشابهة تتنافر مع بعضها البعض حتى تصبح المسافة بينها اكبر ما يمكن وطاقة النظام أقل ما يمكن لذا تستقر علي السطوح الخارجية.

توزيع الشحنات على الموصلات

يعتمد المجال الكهربائي حول موصل مشحون على شكل الموصل وفرق الجهد بين الموصل والأرض .

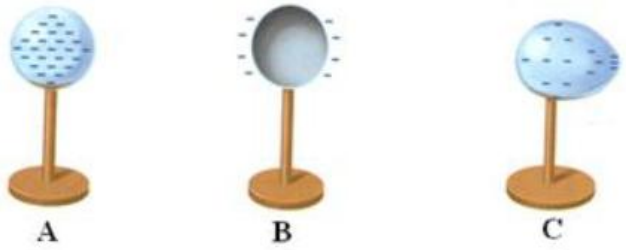
و سندرس هنا ثلاث حالات للموصلات المشحونة:

1- **الموصلات الكروية المصمتة**: تتوزع الشحنات بانتظام على أسطح الموصلات المصمتة (الشكل **A**).

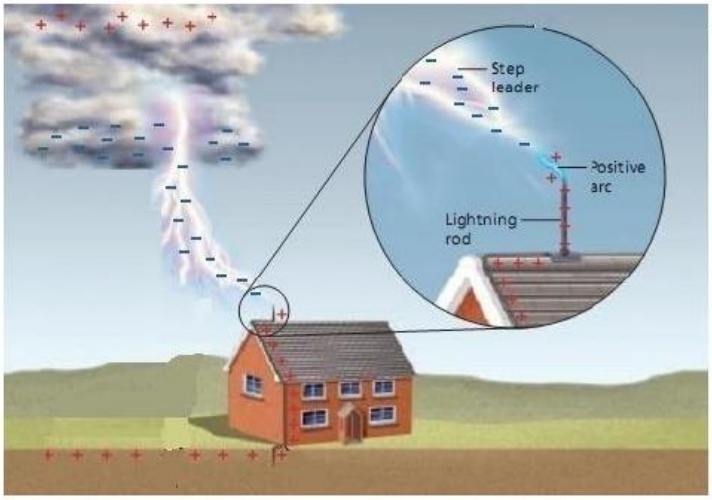
2- **الموصلات الكروية الجوفاء (أو الأوعية الفلزية المغلقة)** : تتوزع الشحنات بانتظام على الأسطح الخارجية للموصلات الجوفاء (الشكل B).

3- **الموصلات ذات الرؤوس المدببة**: تتوزع الشحنات بشكل غير منتظم على أسطح الموصلات ، وتكون متقاربة عند الرؤوس المدببة ، وبالتالي تتقارب خطوط المجال فيها، ويكون شدة المجال الكهربائي عندها أكبر.(الشكل C)
وعندما تكون الموصلات ذات شحنة كبيرة (فرق جهد عالي) يصبح المجال كبير جدا ، فيعمل على مسارعة الالكترونات والأيونات القريبة والناتجة عن الأشعة الكونية لتصطدم بذرات أخرى فتتعمل على تأيينها ، وقد يؤدي ذلك لتشكل حالة البلازما مما ينتج عنها شرارة كهربائية أو حدوث البرق.

البلازما: هي حالة يكون فيها الغاز متأينا وموصلا للكهرباء بسبب تطبيق فرق جهد كبير عليه.



تطبيقات فيزيائية : التخلص من الصواعق – مانعة الصواعق



- **الصاعقة**: هي شرارة كهربائية تحدث بسبب وجود فرق جهد كهربائي كبير بين غيمة والأرض مما يؤدي لحدوث تفريغ كهربائي.
- **مانعة الصواعق**: أداة تستخدم للتخلص من التأثير السلبي للصواعق. وتتكون من قضيب فلزي طرفه مدبب بالأعلى.

- **طريقة عمل مانعة الصواعق**

1- يتم تثبيت قضيب فلزي طرفه مدبب بالأعلى.
2- يكون المجال الكهربي كبيرا بالقرب من الطرف المدبب فيعمل علي تسريع الالكترونات والايونات .
3- يبدأ مسارا موصلا بالتشكل من طرف القضيب إلي الغيوم أو العكس.
4- يؤدي ذلك لتفريغ شحنات الغيمة في صورة شرارة كهربية في قضيب مانعة الصواعق بدلا من تفريغها في المدخنة أو في أي نقطة مرتفعة من المنزل أو البناية

عـــلل لما يلـــــي:

1- **يعمل الوعاء الفلزي المغلق عمل درع واق لمن بداخله من المجالات الكهربائية.**
لأن الشحنات الكهربائية تتوزع على الأسطح الخارجية للموصلات .

2- **ينصح عمال الكهرباء والصيانة بلبس معطف معدني.**
لأن الشحنات الكهربائية تتوزع على الأسطح الخارجية للموصلات (حيث يعتبر المعطف المعدني موصلا).

3- **تحمي السيارة من بداخلها من المجالات الكهربائية الناتجة عن البرق.**
لأن السيارة تعتبر كالوعاء الفلزي المغلق، حيث تستقر فيه الشحنات الكهربائية على الأسطح الخارجية لها.

4- **ظهور وهج وردي بالقرب من الرؤوس المدببة للموصلات ذات الشحنة الكبيرة كذلك الناتج في أنابيب التفرغ الكهربائي للغازات.**
لأن المجال الكهربائي يكون كبيرا بالقرب من الرؤوس المدببة، فيعمل على مسارعة الالكترونات الناتجة من الأشعة الكونية ، لتصطدم بذرات أخرى تعمل على تأيينها، فيحدث تفريغ كهربائي (شرارة) على شكل وهج وردي مثل الناتج عن أنابيب التفريغ الكهربائي للغازات.

5- **تصنع الموصلات التي تحمل شحنات كهربائية كبيرة (التي تعمل تحت فروق جهد كبيرة) بحيث تكون ملساء وانسيابية الشكل.**
لتقليل المجالات الكهربائية وبالتالي الحد من عمليات التفريغ الكهربائي وحدوث الشرارة الكهربائية.

6- **لمانعة الصواعق قضيب فلزي طرفة مدبب الشكل .**
حتى يجعل المجال الكهربي كبيرا بالقرب من طرفة المدبب فيعمل علي تسريع الالكترونات والايونات وبالتالي فان مسارا موصلا يبدأ بالتشكل من طرف القضيب إلي الغيوم أو العكس، فيؤدي ذلك لتفريغ شحنات الغيمة في صورة شرارة كهربية في قضيب مانعة الصواعق بدلا من تفريغها في المدخنة أو في أي نقطة مرتفعة من المنزل أو البناية.

7- **حدوث البرق والصواعق.**
بسبب وجود فرق جهد كهربائي كبير بين غيمتين في حالة البرق أو بين غيمة والأرض في حالة الصواعق قد يصل الى ملايين الفولتات. يؤدي فرق الجهد الكبير الى حدوث تفريغ كهربائي وتكون شرارة كهربية .

المجال والجهد الكهربائي للموصلات الكروية المشحونة

الموضع	المجال الكهربائي	الجهد الكهربائي
داخل الموصل	دائما يساوي صفرا ، لأن الشحنات تستقر على الأسطح الخارجية.	ثابت لا يتغير ، ولذا يكون فرق الجهد بين أي نقطتين صفرا ، أي يكون سطح تساوي الجهد
على السطح	يكون أكبر ما يمكن	ثابت لا يتغير ويساوي الجهد بداخل الموصل، ولذا يكون فرق الجهد بين أي نقطتين صفرا ، أي يكون سطح تساوي الجهد
خارج الموصل	يقل تدريجيا كلما ابتعدنا عن الموصل، و يعتمد مقداره على شكل الموصل وفرق الجهد بين الموصل والأرض .	يقل تدريجيا كلما ابتعدنا عن الموصل

تخزين الشحنات (المكثف)

السعة الكهربائية لموصل (C): هي النسبة بين الشحنة المخزنة على جسم (موصل) وفرق الجهد الكهربائي.

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

علل: الكرة الموصلة الكبيرة سعتها الكهربائية أكبر من الكرة الصغيرة.
ج: لأنها يمكن أن تخزن كمية أكبر من الشحنات عند فرق الجهد نفسه.

المكثف الكهربائي

- **المكثف الكربائي** : جهاز يعمل على تخزين الشحنات الكهربائية. وقد سمي آنذاك "زجاجة ليدن" باسم المدينة التي ولد فيها مخترعه الهولندي بيترفان مسجنبروك.

- **تركيب المكثف الكهربائي:**

1- موصلان مشحونان بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع.
2- مادة عازلة تفصل بين الموصلين.

علل: تلف المكثفات بصورة اسطوانية.
ج: لتقليل حجمها وحتى لا تشغل حيز كبير.

- **كيف تخزن المكثفات الطاقة؟**

يتولد بين لوحي المكثف المشحونين بشحنات متعاكسة مجال كهربائي يعمل على تخزين الطاقة.

- **قانون حساب السعة الكهربائية لمكثف كهربائي:**

السعة الكهربائية لمكثف هي النسبة بين الشحنة على أحد اللوحين وفرق الجهد بينهما.

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

حيث أن:
C:السعة الكهربائية (N)
ΔV: فرق الجهد بين اللوحين (V)
q: شحنة أحد اللوحين (C)

- **وحدة قياس السعة الكهربائية** : الفاراد (F) ويساوي (C/V)

والفاراد وحدة كبيرة لذا تقاس بوحدات أصغر مثل البيكوفاراد ($1pF = 10^{-12} F$) والميكروفاراد ($1\mu F = 10^{-6} F$)

- **العوامل التي تتوقف عليها سعة المكثف:**

لا تتوقف سعة المكثف على شحنته ولكنها تعتمد على أبعاده الهندسية كما يلي:

1- **المساحة السطحية للموصلين أو اللوحين** (A): تزداد سعة المكثف بزيادة مساحة سطحي اللوحين (تناسب طردي)
2- **المسافة بين اللوحين**(d): تزداد سعة المكثف بتقليل المسافة بين اللوحين (تناسب عكسي)
3- **طبيعة المادة العازلة بين اللوحين**(δ): تزداد سعة المكثف باستخدام مواد ثابت عازليتها كبير.

ويمكن تلخيص ما سبق في القانون $C = \frac{\delta A}{d}$ (العلاقة غير مطلوبة)

علل: لا تتوقف سعة المكثف على شحنته

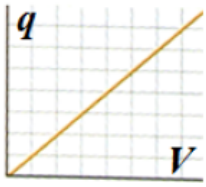
ج: لأنه كلما زادت شحنة المكثف زاد فرق الجهد بين لوحيه بحيث تبقى النسبة بينهما (أي السعة) ثابتة دائما.

- **قانون حساب الطاقة المختزنة في مكثف (أو الشغل المبذول لشحن مكثف)**

$$W = \frac{1}{2}q\Delta V = \frac{1}{2}C\Delta V^2 = \frac{q^2}{2C}$$

- **العلاقة البيانية بين الشحنة المخزنة في مكثف وفرق الجهد بين طرفيه**

تتناسب الشحنة المخزنة في مكثف طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه (علاقة خطية) .



ومن الرسم البياني يمكن ايجاد ما يلي:

أ- **سعة المكثف** (C): هو ميل الخط البياني لمنحنى الشحنة وفرق الجهد بين لوحي المكثف.

ب- **الشغل المبذول لشحن المكثف أو الطاقة المختزنة** (W) : هو المساحة المحصورة تحت الخط البياني لمنحنى الشحنة وفرق الجهد.

- **أنواع المكثفات الكهربائية:**

تسمى المكثفات بحسب نوع العازل الذي يفصل بين اللوحين. وهي كما يلي:

1- مكثف السيراميك 2- مكثف المايكا 3- البوليستر 4- الورق 5- الهواء.

- **استخدامات المكثفات الكهربائية:**

تستخدم المكثفات بمختلف أحجامها الصغيرة والكبيرة في معظم الأجهزة لتخزين الشحنات كتلك الموجودة في أجهزة التلفاز والحاسوب والليزرات وآلة التصوير الالكترونية وغيرها.

علل لما يأتي:

1- **يحذر من فتح غطاء التلفاز أو شاشة الحاسوب حتى لو لم تكن متصلة بمصدر جهد كهربائي.**

ج: لأنها تحوي مكثفات تظل مشحونة لعدة ساعات بعد اغلاق الجهاز، لذا فانها تشكل خطرا اذا لمست.

2- **تعتبر المكثفات الموجودة داخل التلفاز خطيرة جدا إذا لمست.**

ج: لأنة يمكنها تخزين كافية من الشحنات عند فروق جهد مساوية لعدة مئات من الفولتات

تدريبات متنوعة على المكثفات

تدريب1: مكثف كهربائي سعته $27\mu f$ **وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه** 45V **احسب مقدار شحنة المكثف ؟**

.....

.....

تدريب2: عند إضافة شحنة $2.5\times10^{-5}C$ **إلي مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من** 12.0V **إلي** 14.0V **احسب مقدار سعة المكثف .**

.....

.....

تدريب3: مكثفان سعة الأول $3.3\mu F$ **وسعة الأخر** $6.8\mu F$ **إذا وصل كل منهما بفرق جهد** 24V **فأي المكثفين له شحنة اكبر ؟ وما مقدارها ؟**

.....

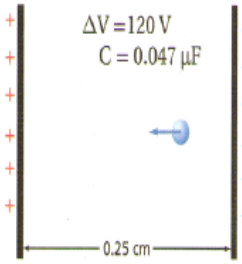
MOHAMED ATEF 050 3136836

تدريب4: ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين لوحي مكثف سعته $5.4\mu F$ **مشحون بشحنة مقدارها** $8.1\times10^{-4}C$

.....

.....

تدريب5: في الشكل الموضح أمامك اجب عما يلي :-



(أ) إذا وضع إلكترون بين لوحي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟ (علما بأن شحنته $-1.6\times10^{-19}C$)

.....

.....

(ب) ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها $0.010\mu C$ **بين لوحي المكثف عندما يكون فرق الجهد بينهما** 120V ؟

.....

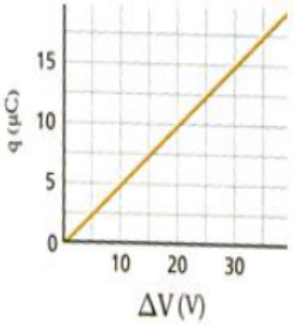
.....

تدريب6: ما مقدار الشحنات المخزنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته $0.22\mu F$ **إذا كان البعد بين لوحيه** 1.2Cm **والمجال الكهربي بينهما** $2400N/C$

.....

.....

تدريب7: يمثل الرسم البياني الموضح في الشكل الشحنة المخزنة في مكثف في أثناء زيادة فرق الجهد علية اجب عما يلي :-



(أ) ماذا يمثل ميل الخط الموضح علي الرسم البياني ؟

.....

.....

(ب) ما سعة المكثف الممثل بالشكل ؟

.....

.....

(ج) ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني ؟

.....

(د) ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه 25V ؟

.....

.....

(و) لماذا لا يساوي الشغل الناتج في المسألة السابقة المقدار $q\Delta V$ ؟

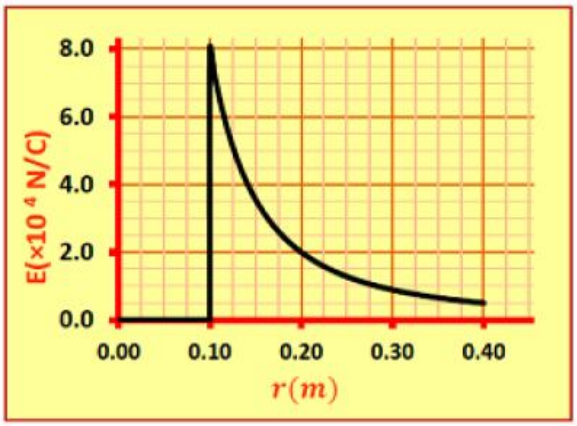
.....

.....

تدريب8: مكثف ذو لوحين متوازيين شحنته q **سعته** C **ماذا يحدث لسعة هذا المكثف عند زيادة شحنته إلي** 3q ؟

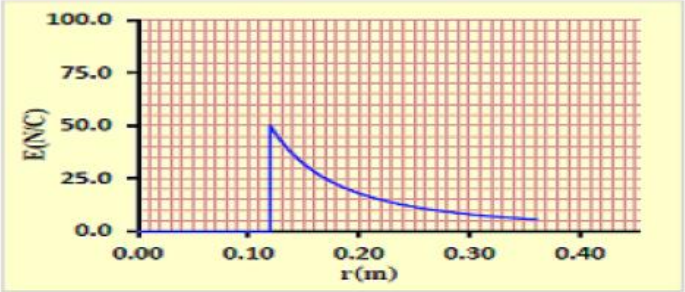
(أ) $C/2$ **(ب)** $C/3$ **(ج)** C **(د)** $2/C$

يُبين الرسم البياني المجاور تغيرات مقدار شدّة المجال الكهربائي لموصل مشحون ومعزول بتغيّر البُعد عن مركزه. إذا كان الهواء يحيط بالموصل.



- جد كمية شحنة الموصل الكروي.

- إذا أنقصت كمية شحنة الموصل إلى النصف فارسم على الشكل نفسه الخط البياني لتغيرات شدة المجال الكهربائي للموصل بتغيّر البعد عن مركزه.



يُبين الرسم البياني المجاور تغيرات شدّة المجال الكهربائي عند نقطة تقع في مجال موصل كروي مشحون بتغيّر بُعدها عن مركز الموصل. إذا كان الهواء يحيط بالموصل والنقطة،

- جد شحنة الموصل الكروي

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

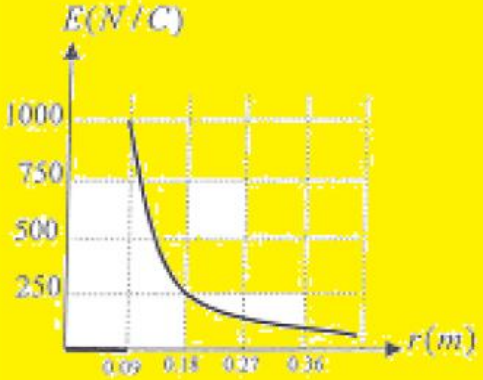
- إذا زيدت كمية شحنة الموصل إلى مثليها، فارسم على الشكل نفسه الخط البياني لتغيرات مقدار شدة المجال الناتج عن الموصل بتغير البعد عن سطحه.

يبين الرسم البياني المجاور تغيرات شدة المجال الكهربائي عند نقطة تقع مجال موصل كروي مشحون بتغير بعدها عن مركز الموصل اذا كان الهواء يحيط بالموصل والنقطة فاجب عن الاتي :

1) جد شحنة الموصل الكروي

2) مامقدار القوة الكهربائية المؤثرة في بروتون موضوع عند نقطة تبعد (0.09) عن سطح الموصل الكروي ؟

الحل :

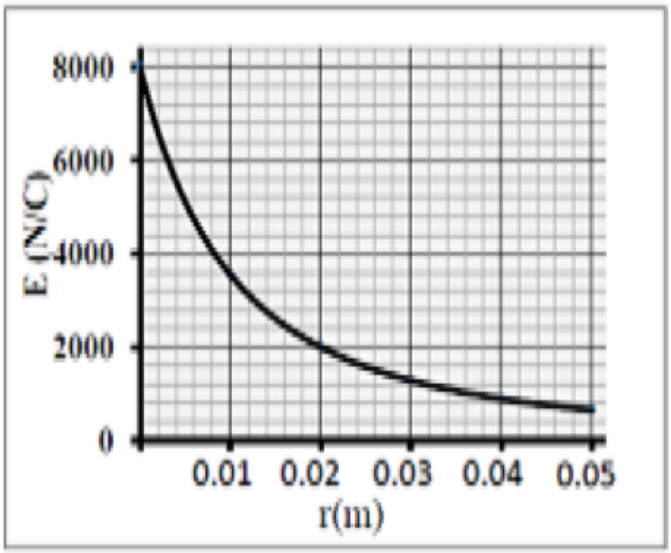


1) من الرسم : $E_s = 1000 \quad , \quad R = 0.09\,m$

$$E_s = K_c \frac{Q}{R^2} \Rightarrow Q = \frac{E_s R^2}{K_c} = \frac{1000 \times 0.09^2}{8.99 \times 10^9} = 9 \times 10^{-10}\,C$$

2) من الرسم نجد أن المجال $(E = 250)$ على بعد $(0.18\,m)$ من المركز وعليه :

$$F_e = q\,E = 1.6 \times 10^{-19} \times 250 = 4 \times 10^{-17}\,N$$



الرسم البياني المجاور يوضح تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائي بتغير بعد النقطة عن سطح موصل كروي مشحون ومعزول

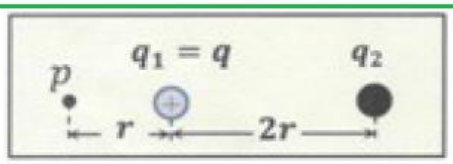
أجب عن الفقرتين :

- ماشدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 0.01m من مركز الموصل ؟
- احسب شحنة الموصل .

MR: mohamed atef
TEL : 050313683

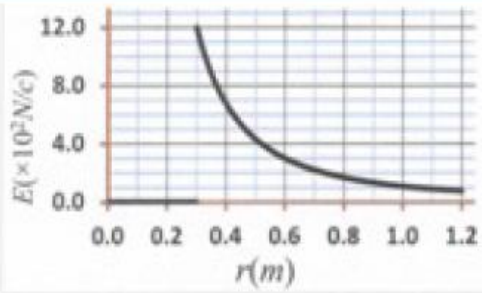
اختر الإجابة الصحيحة لكل من الآتي، ثم ضع في المربع أمامها إشارة (✓).

- يُظهر الشكل المُجاور شُحنتان نُقطيتان يحيط بهما الهواء. إذا كانت شدة المجال الكهربائي عند النقطة p تساوي صفراً، فما كمية الشحنة q_2؟



☐ $-2q$ ☐ $-3q$ ☐ $-4q$ ☐ $-9q$

- يُظهر الرسم المقابل تغيرات مقدار شدة المجال الكهربائي في مجال موصل كروي مشحون، ما كمية شحنة الموصل؟



☐ $4.0 \times 10^{-8}\ C$ ☐ $8.3 \times 10^{-9}\ C$ ☐ $2.1 \times 10^{-8}\ C$ ☐ $1.2 \times 10^{-8}\ C$

- أيّ من الآتي يُعبّر عن شدة المجال الكهربائية عند نقطة ما في أي مجال كهربائي مضروباً بمقدار الشحنة الموضوعة عند تلك النقطة؟

☐ الجهد الكهربائي ☐ القوة الكهربائية ☐ كثافة الشحنة ☐ التدفق الكهربائي

في اي نقطة يكون المجال الكهربائي لموصل كروي مشحون ومعزول اكبر ما يمكن :

أ)عند مركز الكرة ب)في اللانهاية ج)عند السطح الداخلي للكرة د) عند السطح الخارجي للكرة

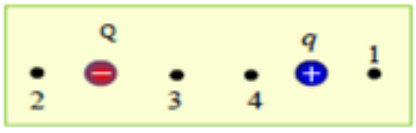
تكون شدة المجال الكهربائي خارج موصل مشحون ومعزول :

أ)صفراً ب) نفس شدة المجال عند المركز ج)أقل قيمة د) متعامد مع سطح الموصل

- أيّ من الآتي يُعبّر عن القوة الكهربائية المؤثّرة في شحنة اختبار صغيرة مقسومة على كمية شحنة الاختبار ؟

☐ شدة المجال الكهربائي ☐ التدفق الكهربائي ☐ كثافة الشحنة ☐ الجهد الكهربائي

- إلى أي من النقاط الأربع المبيّنة في الشكل المجاور يجب نقل الشحنة q إليها من موقعها الحالي لكي تزداد طاقة وضعها الكهربائية ؟



☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

- يتحرك إلكترون نحو الشمال عند وضعه حراً في مجال كهربائي منتظم. في أيّ اتجاه يكون هذا المجال؟

☐ الشمال ☐ الغرب ☐ الشرق ☐ الجنوب

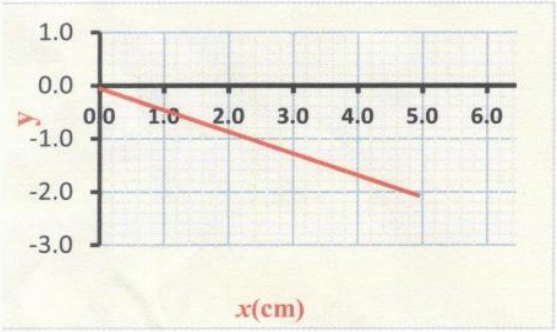
ماذا يُمثّل مسار شحنة اختبار (موجبة وصغيرة) عند وضعها حرّة في مجال كهربائي ؟

❒ خط الجهد الكهربائي ❒ التدفق الكهربائي ❒ خط المجال الكهربائي ❒ شدّة المجال الكهربائي

أيّ من الآتي من خصائص خطوط المجال الكهربائي؟

❒ لا تتقاطع ❒ تخرج من الشحنة السالبة ❒ تتقارب بالابتعاد عن الشحنة ❒ تتباعد بالاقتراب من الشحنة

- تُرك إلكترون حراً ليتحرك من نقطة ما بين صفيحتي مكثف مشحون، أي الكميات الفيزيائية التالية يُمثلها المتغير y في الرسم البياني المُجاور والمتعلقة بالإلكترون علماً بأن x تُمثل إزاحة الإلكترون؟



❒ المجال الكهربائي المؤثر في الإلكترون
☒ طاقة الوضع الكهربائية للإلكترون ❒ طاقة حركة الإلكترون
❒ الجهد الكهربائي الذي يؤثر في الإلكترون

- يُقذف بروتون إلى داخل مجال كهربائي منتظم فتنقص طاقة وضعه بمقدار $(1.5 \times 1^{-18} J)$، ما التغير في طاقة حركة البروتون؟

❒ صفر ☒ $1.5 \times 1^{-18} J$ ❒ $-1.5 \times 1^{-18} J$ ❒ لا يُمكن تحديد ذلك

- إذا وُضعت الشحنة $(q_1 = 2\ \mu c)$ على بعد $(0.10\ m)$ من شحنة أخرى $(q_2 = -10\ \mu c)$، فما العلاقة بين طاقة الوضع الكهربائية التي تكتسبها كلٍ منهما؟

❒ $PE_{q_2} = 5PE_{q_1}$ ❒ $PE_{q_2} = \frac{1}{5}PE_{q_1} = 0$ ❒ $PE_{q_2} = -PE_{q_1}$ ☒ $PE_{q_2} = PE_{q_1}$

- إذا كان الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال شحنة يساوي $(800\ V)$ والمجال الكهربائي عند النقطة نفسها يساوي $(400\ N/c)$، فكم بعد النقطة عن الشحنة؟

❒ $0.25\ m$ ❒ $0.50\ m$ ❒ $1.0\ m$ ☒ $2.0\ m$

بأي عامل يتغير الجهد الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية سالبة عند نقطة ما بزيادة بعد النقطة عنها إلى مثلي ما هو عليه؟

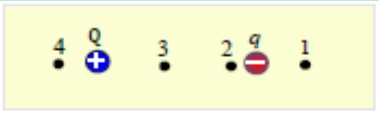
❒ 2 ❒ $\frac{1}{2}$ ❒ $\frac{1}{4}$ ❒ 4

بأي عامل تتغير الطاقة المختزنة في مكثف هوائي تتصل صفيحتاه بقطبي بطارية إذا زيدت المسافة بين صفيحتيه إلى المثلين؟

❒ $\frac{1}{2}$ ❒ $\frac{1}{4}$ ❒ 4 ❒ 2

- أي نقطتين في الشكل المجاور إذا انتقل إلكترون بينهما تزداد طاقة وضعه؟

❒ من a إلى b ❒ من a إلى c ❒ من c إلى a ❒ من b إلى c



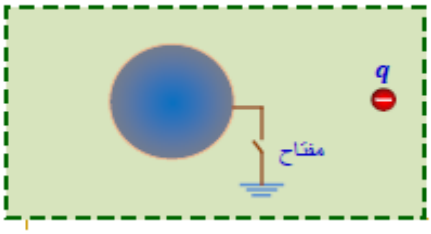
- إلى أي من النقاط الأربع المبيّنة في الشكل المجاور يجب نقل الشحنة q من موقعها الحالي لكي تصبح طاقة الوضع الكهربائية لكلٍ من الشحنتين أقل ما يمكن؟

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

- ترك إلكترون حراً في مجال كهربائي منتظم اتجاه خطوطه نحو الغرب، في أيّ اتجاه سيتحرك الإلكترون وماذا يطرأ على طاقة وضعه؟

☐ الشمال وتقل طاقة وضعه ☐ الغرب وتزداد طاقة وضعه ☐ الشرق وتقل طاقة وضعه ☐ الجنوب وتزداد طاقة وضعه

- يُظهر الشكل المجاور موصلا كرويا متصلاً بالأرض بوساطة سلك توصيل ومفتاح مفتوح، فإذا أغلق المفتاح ثُم فتح ثم أبعدت الشحنة النقطية (q) فما شحنة الموصل؟

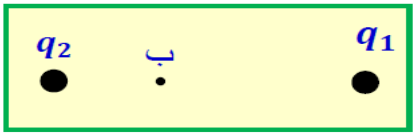


☐ موجبة ☐ سالبة
☐ غير مشحون ☐ لا يُمكن تحديدها

ماذا ينتج عن إزالة المادة العازلة التي تملأ الحيز بين صفيحتي مكثّف مشحون؟

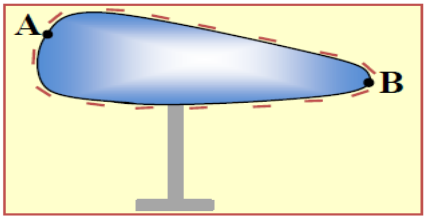
☐ نقصان فرق الجهد بين صفيحتي المكثف ☐ نقصان المجال الكهربائي بين لوحي المكثّف
☐ نقصان السعة الكهربائية للمكثّف ☐ زيادة الشحنة الكهربائيّة للمكثّف

إذا كانت شدّة المجال الكهربائي عند النقطة (ب) الظاهرة في الشكل المجاور تساوي صفراً، فأي العبارات الآتية صحيحة؟

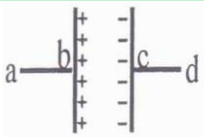


☐ الشحنتان متشابهتان في النوع ☐ الشحنتان مختلفتان في النوع
☐ الجهد الكهربائي للنقطة يساوي صفراً ☐ طاقة الوضع الكهربائية لأي شحنة عند النقطة تساوي صفراً

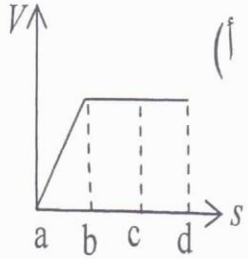
شحن الموصل المبيّن في الشكل المجاور بشحنة سالبة. أي العبارات الآتية صحيحة فيما يتعلّق بالموصل؟

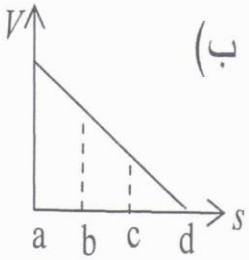


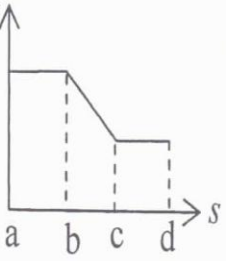
☐ جهد النقطة A أقل من جهد النقطة B
☐ كثافة الشحنة السطحية عند A أكبر مما هي عليه عند B .
☐ جهد A أكبرمن جهد النقطة B .
☐ كثافة الشحنة السطحية عند A أقل مما هي عليه عند B .

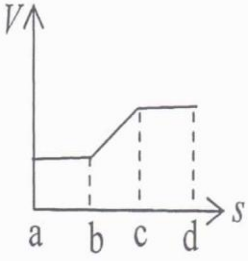


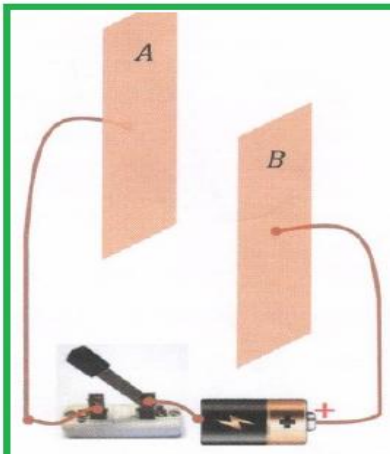
اختر الإجابة الصحيحة : في الشكل المجاور مكثف مستوٍ مشحون ومفصول عن مصدر الشحن فإن أفضل خط بياني يبين تغير فرق الجهد الكهربائي من النقطة (a) إلى النقطة (b) هو :

أ)


ب)


ج)


د)




-يُظهر الشكل المجاور صفيحتان فلزيتان غير مشحونتين ومتساويتين في المساحة ومتصلتين بقطبي بطارية بوساطة أسلاك توصيل ومفتاح. عند غلق المفتاح تُشحن كل من الصفيحتين.

- ارسم توزيع الشحنات على كل من الصفيحتين.
- ماذا يطرأ على كمية شحنة كل من الصفيحتين في الحالات الآتية:

– إذا أُزيحت الصفيحة B نحو الأسفل.

.....

– إذا أُزيحت الصفيحة B نحو جهة اليسار.

.....

.....

-مكثف مستو هوائي سعته الكهربائية $(3.5 \times 10^{-7} F)$ وصل الى قطبي بطارية حتى تمام شحنه فكانت الطاقة المختزنة بين صفيحتيه $(7.0 \times 10^{-3} J)$. أجب عما يلي:

- احسب فرق الجهد بين قطبي البطارية.

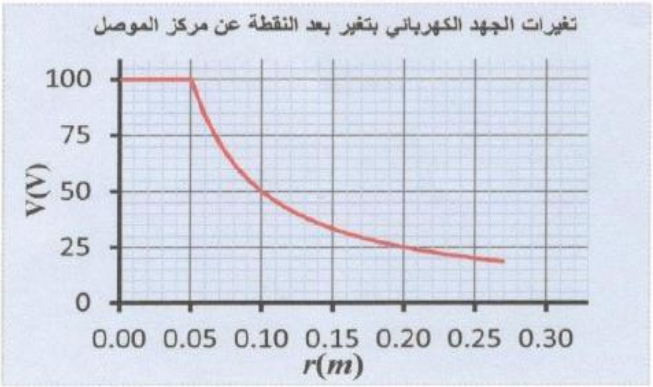
.....

.....

.....

- إذا فُصل المكثف عن البطارية وملأ الحيز بين صفيحتيه بمادة عازلة، فأكمل الجدول الآتي مستخدماً الكلمات (يقل – يزداد – يبقى ثابتاً) لتصف ما يحصل لمقدار كلٍ من الكميات الواردة فيه.

فرق الجهد بين صفيحتيه	كمية الشحنة على كلٍ من صفيحتيه	سعة المكثف الكهربائية	الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف
.....	.....	.....	.....



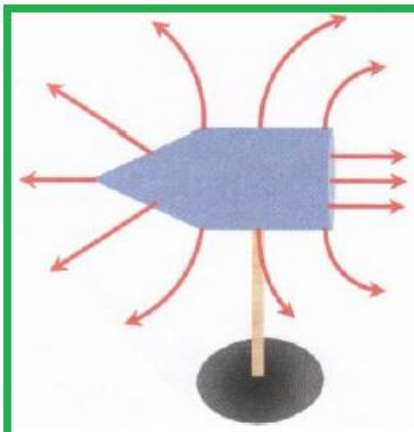
-يُظهر الشكل تغيرات الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال موصل كروي مشحون ومعزول بتغير بعد النقطة عن مركز الموصل. أجب عما يلي:

- احسب الشغل الذي يبذله المجال على شحنة $(q = 3 \times 10^{-12} C)$ عند نقلها من نقطة (a) تبعد $(0.10m)$ إلى المالانهاية (إلى نقطة بعيدة جداً عند الموصل)

.....

.....

- رسم مُتعلم خطوط المجال الكهربائي لموصل مخروطي معزول ومشحون بشحنة سالبة في حالة اتزان كهروستاتيكي كما يظهر في الشكل المجاور. يوجد ثلاثة أخطاء ارتكبها المتعلم. حدد هذه الأخطاء الثلاثة.

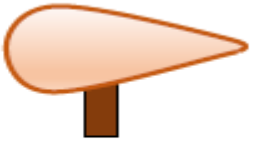


الخطأ الأول: .....

الخطأ الثاني: .....

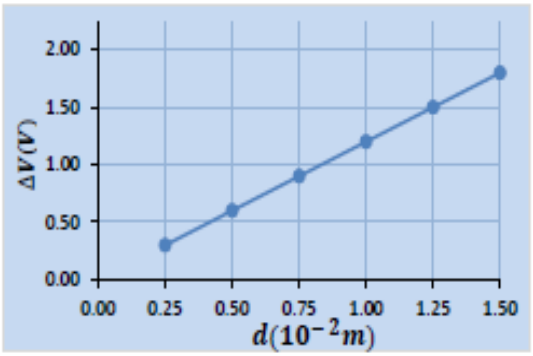
الخطأ الثالث: .....

- الموصلان في الشكل أدناه معزولان ومشحونان بشحنتين متماثلتين. أكمل جدول المقارنة الآتي:



توزع الشحنات على سطح كلٍ منهما		
الجهد الكهربائي على سطح كلٍ منهما		
المجال الكهربائي المحيط بهما		

- يُبين الشكل المجاور تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي مكثف كهربائي هوائي مشحون بشحنة ثابتة $(6.5 \times 10^{-12} C)$ بتغير البعد بين صفيحتيه.

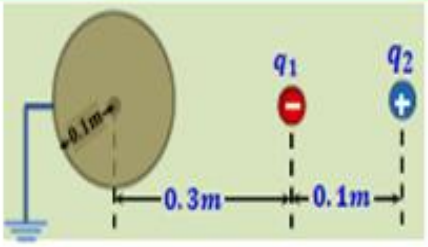


- احسب المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف؟

الإجابة: من الرسم:

$$\text{الميل} = \frac{\Delta(\Delta V)}{\Delta d} = \frac{Q}{\varepsilon_0 \times A} \rightarrow A = \frac{\Delta d \times Q}{\varepsilon_0 \times \Delta(\Delta V)} = \frac{1\times10^{-2}\times6.5\times10^{-12}}{9\times10^{-12}\times1.25} = 5.8 \times 10^{-2} m^2$$

- وضعت شحنتان نقطيتان $(q_1 = -2.5 \times 10^{-9} C)$ ، $(q_2 = +2.0 \times 10^{-9} C)$ بالقرب من موصل متصل بالأرض كما في الشكل المجاور.



- برأيك هل الموصل مشحون أم لا؟

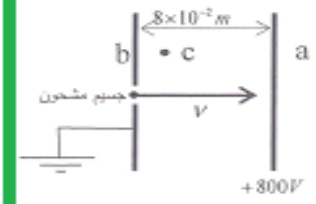
الإجابة: مشحون

- برر إجابتك رياضياً محدداً نوع ومقدار شحنته فيما لو كان مشحوناً.

الإجابة:

$$V_{tot} = k_c\left(\frac{Q}{R} + \frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right) \rightarrow Q = \left(\frac{RV_{tot}}{k_c} - \frac{q_1}{r_1} - \frac{q_2}{r_2}\right) = \left(0 - \frac{-2.5\times10^{-9}}{0.3} - \frac{+2.0\times10^{-9}}{0.4}\right) = 3.33 \times 10^{-9} C$$

في الشكل المجاور جسيم مشحون كتلته ($5.12\times10^{-26}Kg$) ومقدار شحنته ($q=3.2\times10^{-19}C$) بدا حركته من السكون من ثقب في صفيحة مكثف مشحون ومفصول عن مصدر لجهد الكهربائي اجب عما يلي :



1) ارسم على الشكل اتجاه المجال الكهربائي .
2) ما نوع شحنة الجسيم .
3) احسب السرعة النهائية للجسيم المشحون لحظة وصوله الصفيحة (a) ؟
4) إذا كانت المساحة المشتركة بين اللوحين تساوي ($0.5m^2$) فاحسب شحنة المكثف ؟
5) احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (c) التي تبعد (0.02m) عن الصفيحة (b) ؟

الحل :

1) المجال من الجهد الأكبر (a) إلى الجهد الأقل (b) . ($V_b=0$)
2) سالبة , لأنها تتحرك عكس المجال بحرية .
3) $K.E=-\Delta P.E=-q\Delta V=-(-3.2\times10^{-19})(800-0)=2.56\times10^{-16}\ J$

$$K.E=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow v=\sqrt{\frac{2K.E}{m}}=1\times10^5\ m/s$$

4) $C=\varepsilon_o\frac{A}{d}=8.85\times10^{-12}\times\frac{0.5}{8\times10^{-2}}=5.53\times10^{-11}\ F$

$$Q=C\Delta V=5.53\times10^{-11}\times800=4.43\times10^{-8}\ C$$

5) $E=\frac{\Delta V}{d}=\frac{800}{8\times10^{-2}}=10000\ N/C$

$$V_c=-Ed=-10000\times-0.02=200\ V$$

اللوح b يعتبر نقطة مرجعية لأن جهده صفر .

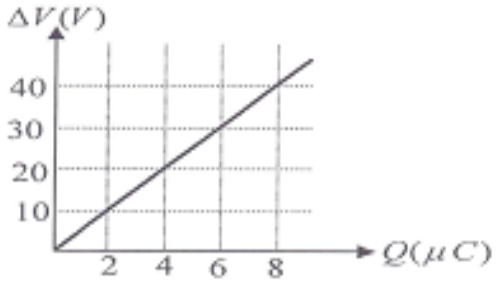
مكثف موصول مع مصدر فرق الجهد معين ماذا عند مضاعفة فرق جهد المصدر

1) السعة 2) الشحنة 3) المجال 4) الطاقة المختزلة

1) بما أن مساحة اللوحين والبعد بينهما لم يتغيرا فإن سعة المكثف تبقى ثابتة .
2) تتضاعف . لأن $Q\propto\Delta V$ حسب العلاقة $Q=C\Delta V$.
3) يتضاعف . $E=\frac{\Delta V}{d}$.
4) تتضاعف أربعة مرات . لأن C ثابتة و ΔV تضاعفت $U=\frac{1}{2}C\Delta V^2$

MR: mohamed atef
TEL : 050313683

معتمدا على الرسم البياني في الشكل المجاوروالذي يمثل تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي مكثف مستو بدلالة تغير مقدارالشحنة على كل من صفيحتيه :



1) ما سعة المكثف .

2) ما التغير في طاقة الوضع الكهربائية المختزلة في المكثف عندما يتغير الجهد بين صفيحتيه من (3V) الى (4.5V) ؟

لحل :

1) $C=\frac{Q}{\Delta V}=\frac{2\times10^{-6}}{10}=2\times10^{-7}\,F$

2) $\Delta U=\frac{1}{2}C(\Delta V_f^2-\Delta V_i^2)=\frac{1}{2}\times2\times10^{-7}(4.5^2-3^2)=1.125\times10^{-6}\,J$

-

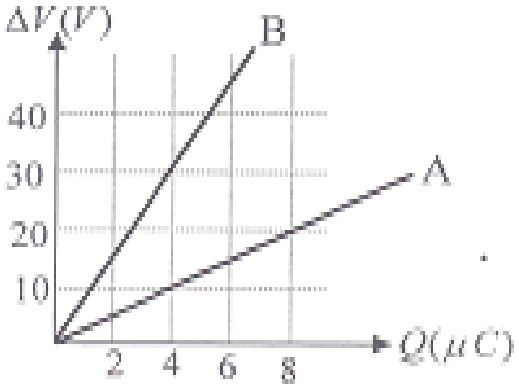
- **مثلث العلاقة البيانية بين شحنة مكثف وفرق الجهد بين طرفيه لمكثفين هوائيين (A) و(B)كما في الشكل :**

1) اي المكثفين سعته اكبر ولماذا ؟

2) احسب نسبة سعة المكثف (B) الى سعة (A) المكثف ؟

3) اي المكثف يختزن طاقة اكبر عندما يطبق عليها نفس فرق الجهد ؟ ولماذا .

4) إذا وضعت مادة عازلة (بلاستيك) بين لوحي المكثف (A) ماذ يحدث لميل الخط البياني ولماذا ؟



1) A , لأن ميله أقل فتكون سعته أكبر ($\frac{1}{C}$=الميل) .

2) من الشكل $C_A=\frac{Q}{\Delta V}=\frac{4}{10}=0.4\mu F$ $\quad C_B=\frac{Q}{\Delta V}=\frac{4}{30}=0.133\mu F$

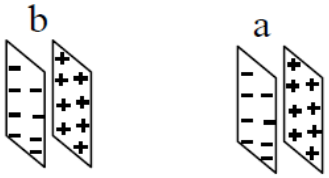
$$\frac{C_B}{C_A}=\frac{0.133}{0.4}=\frac{1}{3}$$

3) A , لأن سعته أكبر ($U=\frac{1}{2}C\Delta V^2$) .

4) عند وضع العازل تزيد السعة فيقل الميل .

مكثفان كهربائيان متماثلان (A) و (B) . ثم شحن المكثف (A) بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها 6 بينما شحن المكثف (B) بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها (3.0 v) . احسب نسبة طاقة الوضع الكهربائي المختزنة في المكثف (A) إلى طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في المكثف (B) .

في الشكل المجاور المكثفان لهما نفس الشحنة , والطاقة المختزنة في المكثف (a) أكبر من الطاقة المختزنة في المكثف (b) أي المكثفين سعته أكبر . برر إجابتك بالقوانين .



الحل : المكثف (b) سعته أكبر .

لأن الطاقة تتناسب عكسياً مع السعة عند ثبات الشحنة $(U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C})$

مكثفان (a , b) مشحونان لهما نفس السعة , إذا كانت الطاقة المختزنة في المكثف (a) أربعة أمثال الطاقة المختزنة في المكثف (b) فأوجد نسبة شحنة المكثف (b) إلى شحنة المكثف (a) ؟

الحل : المعطى : $U_a=4U_b$ المطلوب : $\frac{Q_b}{Q_a}$

بما أن الطاقة تتناسب طردياً مع مربع الشحنة عند ثبات السعة حسب العلاقة $(U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C})$ فإن

$$\frac{U_b}{U_a}=\frac{Q_b^2}{Q_a^2}$$

$$\frac{U_b}{4U_b}=\frac{Q_b^2}{Q_a^2}$$

$$\frac{1}{4}=\frac{Q_b^2}{Q_a^2}\Rightarrow\frac{Q_b}{Q_a}=\frac{1}{2}$$

- أي ما يلي صحيح عند وضع مادة عازلة بين صفيحتي مكثف مستو هوائي مشحون ومعزول؟

☐ يتولد مجال كهربائي اتجاهه مع اتجاه المجال الأصلي. ☐ تزداد كمية شحنة المكثف.

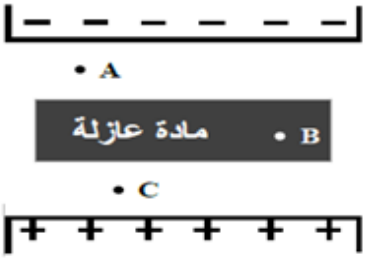
☐ يتولد مجال كهربائي اتجاهه عكس اتجاه المجال الأصلي. ☐ يزداد فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي المكثف.

- يمتاز المكثف المشحون عن البطارية بأنه :-

1-يمكن اعادة شحنه عند تفريغ طاقته 2- لا يمكن اعادة شحنه عند تفريغ طاقته

3-يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية طويلة **4يمكن تفريغ طاقته خلال فترة زمنية قصيرة جدا**

في الشكل المجاور مكثف مستوي مشحون يوجد مادة عازلة بين صفيحتيه، أجب عن الفقرتين (11 و 12).



– قارن شدة المجال الكهربائي عند النقطة A بشدته عند كل من النقطتين(B) و(C)

.....

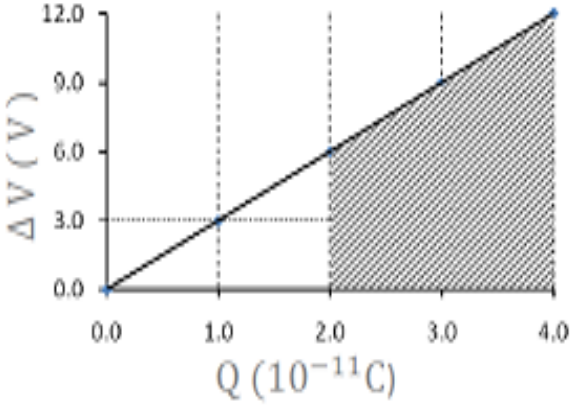
.....

–فسر نقصان السعة الكهربائية للمكثف عندما يحل الهواء مكان المادة العازلة.

.....

.....

شُحِنَ مكثف مستو بوصل صفيحتيه بقطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها 12.0 V. الرسم البياني المجاور يُمثّل منحنى تغيرات فرق الجهد بين صفيحتي المكثف بتغير شحنته خلال عملية الشحن. إذا كان البعد بين الصفيحتين (1.2 mm) فاحسب الآتي:



) المساحة المشتركة بين صفيحتي المكثف .

$$\text{الميل} = \frac{\Delta(\Delta V)}{\Delta Q} = \frac{12.0-3.0}{(4.0-1.0)\times 10^{-11}} = 3.0\times 10^{11}$$

$$\because C = \frac{1}{\text{الميل}} = \varepsilon_o \frac{A}{d}$$

$$A = \frac{d}{\varepsilon_o \times \text{الميل}} = \frac{1.2\times 10^{-3}}{8.85\times 10^{-12}\times 3.0\times 10^{11}} = 4.5\times 10^{-4} m^2$$

)الزيادة في الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثّف والناتجة عن زيادة شحنته من 2.0×10^{-11}C إلى 4.0×10^{-11}C أثناء عملية الشحن.

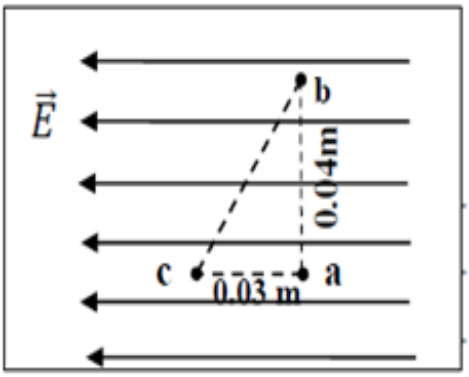
الزيادة في الطاقة تمثّلها المساحة المظللة تحت الخط البياني المبيّنة في الرسم، أي أنّ:

$$\Delta U = \frac{1}{2}\times(6.0+12.0)\times[(4.0-2.0)\times 10^{11})]$$

$$= 1.8\times 10^{-10} J$$

تقع النقاط (a , b, c) داخل مجال كهربائي منتظم شدته 200 N/C

كما في الشكل المجاور، أجب عن الفقرتين (9 و10)



احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطة (b) والنقطة (c)

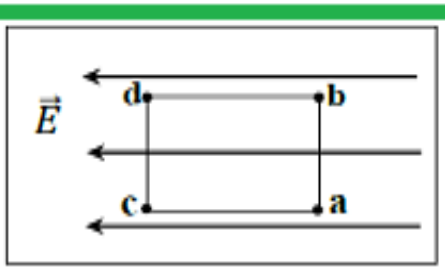
.....

.....

.....

-فسر لماذا تكون طاقة الوضع الكهربائية لإلكترون عند النقطة a تساوي طاقة الوضع الكهربائية له عند النقطة b.

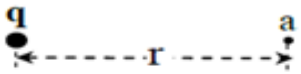
.....



تقع النقاط (a , b, c, d) داخل مجال كهربائي منتظم كما في الشكل المجاور، أجب عن الفقرتين (8 و 9).

-أي النقاط لها الجهد الكهربائي نفسه؟

.....



وضعت الشحنة النقطية q في الهواء كما في الشكل المجاور ، فإذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي (4.0×10^2 N/C) عند النقطة (a) والجهد الكهربائي عندها 5.0×10^2 V .

-احسب مقدار الشحنة q.

.....

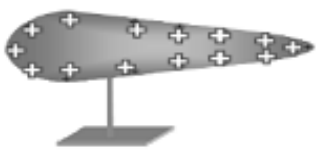
.....

.....

– أي من الكميات التالية لا تساوي صفرا لموصل كروي غير مشحون ومعزول ؟

- ☐ الجهد الكهربائي عند نقطة على سطحه.
- ☐ المجال الكهربائي عند نقطة قريبة من سطحه.
- ☐ السعة الكهربائية للموصل.
- ☐ طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عند نقطة على سطحه

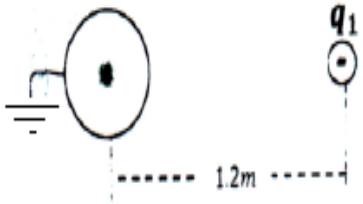
-إحدى التالية ليست صحيحة للموصل المخروطي الموضح في الشكل المجاور والذي في حالة اتزان الكتروستاتيكي:



- ☐ المجال الكهربائي بداخله صفرا.
- ☐ خطوط المجال بالقرب من سطحه عموديه عليه.
- ☐ الجهد الكهربائي متساوي عند جميع نقاط سطحه.
- ☐ مقدار شدة المجال الكهربائي متساوي بالقرب من سطحه.

وضعت شحنة نقطية $(q_1 = -8\times10^{-6}\,C)$ على بعد $(1.2m)$ من مركز موصل كروي متصل بالأرض كما في الشكل . إذا كانت الشحنة التي تكونت على سطح الموصل $(q_2 = 8\times10^{-7}\,C)$ احسب نصف قطر الموصل الكروي .

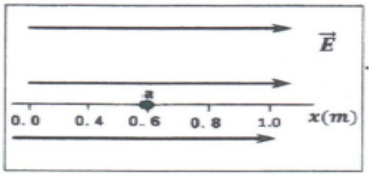
الحل :



بما أن الموصل متصل بالأرض فإن جهده صفر وعليه :

$$V_s = 0 = 9\times10^9\left(\frac{8\times10^{-7}}{R} + \frac{-8\times10^{-6}}{1.2}\right) \Rightarrow R = 0.12\,m$$

يظهر الشكل المجاور النقطة **(a)** والتي تقع عند الإحداثي $(x = 0.6m)$ ويؤثر فيها مجال كهربائي منتظم مقدار شدته $(2\times10^3\,N/C)$ إذا كانت النقطة (b) تقع أيضاً على المحور (x) وكان جهدها أكبر من جهد النقطة **(a)** بمقدار $(8\times10^2\,V)$ احسب بعد النقطة (b) عن النقطة **(a)** ثم حدد موضعها على الشكل .



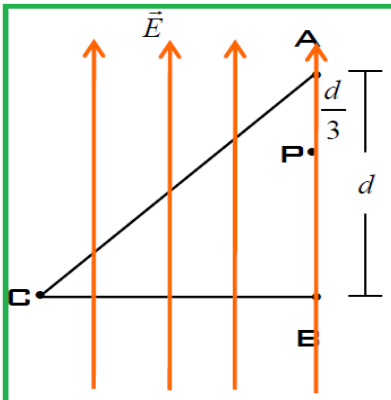
الحل :

جهد (b) أكبر من جهد (a) بمقدار $(8\times10^2\,V)$ يعني أن : $(\Delta V_{ab} = 8\times10^2\,V)$

$$\Delta V_{ab} = -Ed$$

$$8\times10^2 = -2\times10^3 d \Rightarrow d = -0.4\,m$$

يجب أن يكون احداثي النقطة هو : $(x = 0.2\,m)$.



-النقاط C،B،A تقع في مجال كهربائي منتظم وتشكل معاً مثلثاً قائم الزاوية كما في الشكل المجاور. إذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة A يساوي $4V$ وعند كل من النقطتين C، B يساوي $10V$. أجيب عما يلي :

(أ) حدد اتجاه المجال الكهربائي على الشكل .

(ب) ماذا يطرأ على طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عندما ينقل من النقطة A إلى النقطة B ؟!! فسر إجابتك. **تزداد ، لأنه انتقل من نقطة جهدها أقل إلى نقطة جهدها أكبر وشحنته موجبة [لأنه ينقل عكس اتجاه المجال الكهربائي فيبذل المجال على البروتون شغلاً سالباً.**

$$\Delta PE_e = -qEd$$
$$= - + + -$$
$$= +$$

(ج) إذا وضع إلكترون في النقطة (P) وترك ليتحرك بحرية فحددي اتجاه حركته. فسر إجابتك.
نحو الأسفل [باتجاه النقطة B] لأن القوة الكهربائية تؤثر عليه باتجاه الأسفل.

(د) إذا كانت المسافة بين النقطتين A ، P ثلث $(\frac{1}{3})$ المسافة بين النقطتين A، B فاحسب جهد النقطة P.

$$E = \frac{-\Delta V}{d} = \textbf{ثابت}$$

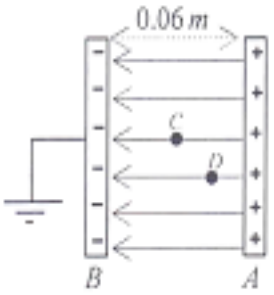
$$\frac{V_B - V_A}{d} = \frac{V_p - V_A}{\frac{1}{3}d} \Rightarrow \frac{10-4}{d} = \frac{V_p - 4}{\frac{1}{3}d} \Rightarrow V_p = 6V$$

في الشكل المجاور إذا علمت الجهد اللوح الموجب (V_A=30V) فاجب عما يلي :

1) احسب شدة المجال الكهربائي بين اللوحين .

2) احسب جهد النقطة (C) التي تقع في منتصف البعد بين اللوحين .

3) إذا علمت ان (V_D=20V) بعدها عن اللوح السالب (B) .



الحل :

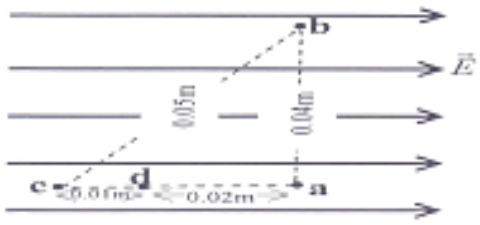
الشكل المجاور نقاط (d,c,b,a) في مجال كهربائي منتظم اذا علمت ان (V_c=15V) و (V_b=3V)

فاجب عما يلي :

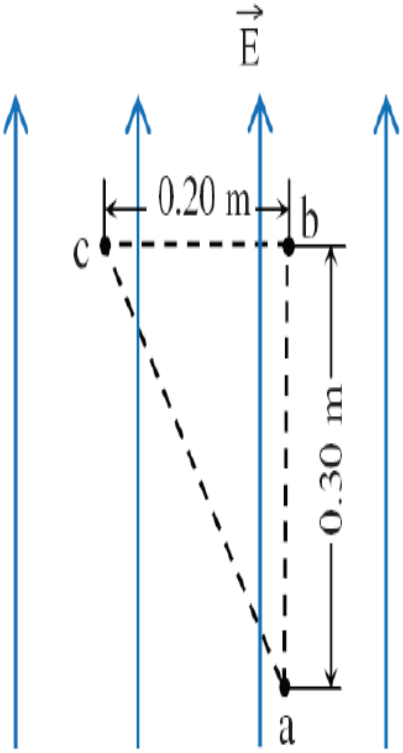
1) اي النقاط المذكورة يكون الجهد عندها اعلي من الجهد عند بقية النقاط .

2) احسب شدة المجال الكهربائي .

3) احسب كلا من V_a و V_d .



-النقاط a,b,c تقع في مجال كهربائي منتظم شدته $2500N/C$. تشكل النقاط معاً مثلثاً قائم الزاوية عند النقطة b ، كما بالشكل المجاور.
ما فرق الجهد بين النقطتين a و c وما فرق الجهد بين النقطتين b و c ؟!!!



أولاً:

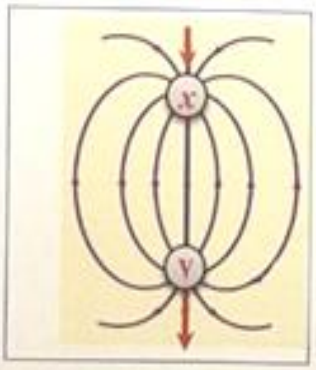
$$\Delta V_{ac} = V_a - V_c = -Ed_{a\to c}$$
$$= -2500 \times 0.3$$
$$= -750V$$

الإشارة السالبة تعني أن الجهد الكهربائي قل عند نقل شحنة من a إلى c.

ثانياً:

$$\Delta V_{bc} = V_b - V_c = -Ed_{b\to c}$$
$$= -2500 \times 0$$
$$= 0$$

أي أن الجهد الكهربائي عند النقطة c يساوي b.



- يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لشحنتين كهربائيتين (x ، y).
ما نوع الشحنتين ؟

- ☐ الشحنتان x و y موجبتان .
- ☐ الشحنتان x و y سالبتان .
- ☐ الشحنة x موجبة والشحنة y سالبة.
- ☐ الشحنة y موجبة والشحنة x سالبة.

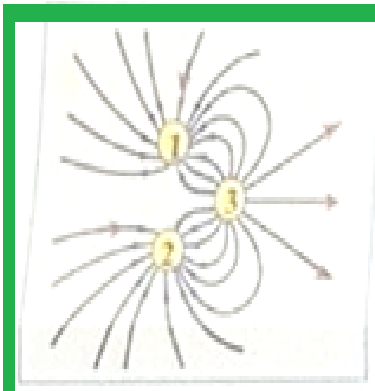
في الشكل المجاور وضعت شحنة اختبار موجبة عند النقطة م التي تقع في مجال الشحنة q، ما اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة الاختبار؟

إلى اليمين إلى اليسار الى أعلى إلى أسفل

قربت شحنة اختبار موجبة من شحنة نقطية موجبة ، ماذا يطرأ على طاقة الوضع الكهربائية لشحنة الاختبار؟

تبقى كما هي.
تزداد .
تقل .
تصبح تساوي صفرا .

- يظهر الشكل المجاور خطوط المجال الكهربائي لثلاث شحنات كهربائية (1، 2، 3).



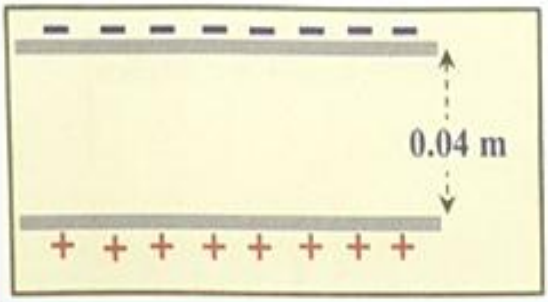
ما نوع الشحنات الثلاث ؟

الشحنتان 1و2 موجبة والشحنة 3 سالبة ☐ الشحنتان 1و3 موجبة والشحنة 2 سالبة

الشحنتان 1و2 سالبة والشحنة 3 موجبة ☐ الشحنتان 1و3 سالبة والشحنة 2 موجبة

في الشكل المجاور صفيحتا مكثف مشحون فرق الجهد الكهربائي بينما $(25\ V)$.

احسب مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين.



.....

.....

.....

.....

مكثفان سعة الأول $(C_1 = 10\ \mu F)$ و سعة الثاني $(C_2 = 5.0\ \mu F)$، وصل كل منهما ببطارية فرق جهدها الكهربائي $(6.0\ V)$، أي الآتية علاقة صحيحة للشحنة الكلية التي يمكن أن يشحن بها كل من المكثفين ؟

$q_1 = q_2$ $q_1 = 4q_2$ ☐

$q_1 = 2q_2$ $q_1 = \frac{1}{2}q_2$ ☐

MR: mohamed atef
TEL : 050313683