تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

*للحصول على أوراق عمل لجميع الصفوف وجميع المواد اضغط هنا

https://almanahj.com/ae

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا 15/ae/com.almanahj//:https

* للحصول على جميع أوراق الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء ولجميع الفصول, اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics

* للحصول على أوراق عمل لجميع مواد الصف الثاني عشر المتقدم في مادة فيزياء الخاصة بـ الفصل الأول اضغط هنا

https://almanahj.com/ae/15physics1

* لتحميل كتب جميع المواد في جميع الفصول للـ الصف الثاني عشر المتقدم اضغط هنا grade15/ae/com.almanahj//:https

للتحدث إلى بوت المناهج على تلغرام: اضغط هنا bot_almanahj/me.t//:https

Grade12files

physics

دائـرة التـعـلـيـم والـمـعـرفـة
DEPARTMENT OF EDUCATION
AND KNOWLEDGE

الصف الثالث الثانوي

المجال والجهد الكهربائي

محمد سعيد ختام

M Saeed Khattam

دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

المجال الكهربائي :

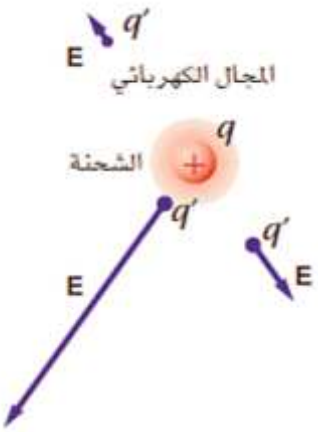
أوضح فارداي أن أي جسم مشحون يغير خصائص الوسط المحيط به مما يسبب التأثير بقوة معينة على أي شحنة توجد فيه ويطلق على التغير في خصائص الوسط اسم " المجال الكهربي " .

ومنه تعريف المجال الكهربائي :

" المنطقة المحيطة بأي جسم مشحون والتي تظهر فيها أثار القوى الكهربائية "

شدة المجال الكهربائي عن نقطة :

شدة المجال الكهربائي عند نقطة هو مقدار القوة المؤثرة في شحنة اختبارية ($\hat{q}$) عند تلك النقطة مقسوما على مقدار تلك الشحنة .



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

E : شدة المجال الكهربائي عند النقطة (N/C)
F : القوة المؤثر في الشحنة q' (N)
q' : الشحنة المتأثرة بالمجال (C)

أما اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة فهو اتجاه القوة المؤثرة على شحنة اختبار موجبة موضوعة عند تلك النقطة .

(دائما يبتعد عن الشحنة الموجبة ويتجه نحو الشحنة السالبة)

قانون حساب المجال الكهربائي عند نقطة بدلالة الشحنة المولدة للمجال :

إن مقدار المجال الناتج عن شحنة q عند نقطة تبعد عن الشحنة مسافة r يعطى بالعلاقة :

$$E = k\frac{q}{r^2}$$

E : شدة المجال الكهربائى عند النقطة (N/C)
q : الشحنة المولدة للمجال (C)
r : بعد النقطة عن الشحنة (m)
k : ثابت كولوم وهو يساوي : $9\times10^9 N.m^2/C^2$

<u>ومنه العوامل التى يتوقف عليها شدة المجال الكهربائى لشحنة نقطية عند نقطة :</u>

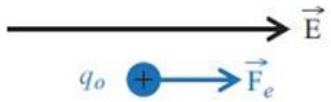
مقدار الشحنة : تتناسب شدة المجال الكهربائي طرديا مع مقدار الشحنة.

بعد النقطة عن الشحنة : تتناسب شدة المجال الكهربائي عند نقطة عكسيا مع مربع المسافة.

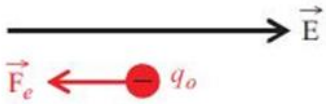
المدرس : محمد سعيد حتاه

ملاحظات :

- الشحنة الاختبارية يجب أن تكون موجبة وصغيرة حتى لا تؤثر في مجال الشحنات الأخرى.
- المجال الكهربائي يعتبر خاصية لتلك المنطقة من الفضاء ومقدار المجال الكهربائي عند نقطة لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار لأن النسبة بين القوة والشحنة الاختبارية تكون ثابتة دائما أما القوة الكهربائية فتعتمد على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.
- عند وضع شحنة في نقطة من مجال فإن اتجاه القوة يكون :



باتجاه المجال إذا كانت الشحنة موجبة .



عكس اتجاه المجال إذا كانت الشحنة سالبة .

تدريبات :

١- يؤثر مجال كهربائي بقوة مقدارها 2.0×10^{-4} N في شحنة اختبار موجبة مقدارها 5.0×10^{-6} C ما مقدار المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار؟

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

٢- وضِعت شحنة سالبة مقدارها 2.0×10^{-8} C في مجال كهربائي، فتأثرت بقوة مقدارها 0.09 N في اتجاه اليمين .ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة؟

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

٣- تؤثر قوة كهربائية مقدارها 1.50×10^{-3} N في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها 3×10^{-8} C ، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.

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

٤- كيف يحدّد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة ؟

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

٥- وُضِعت كرة بيلسان وزنها 2×10^{-3} N في مجال كهربائي شدته 6×10^{4} C/N ، يتجه رأسيًّا إلى أسفل .ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع على الكرة، بحيث توازِن القوة الكهربائية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية، وتبقى الكرة معلّقة في المجال؟

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

٦- يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع فيرسم أولاً المجال بشحنة اختبار مقدارها 1.0×10^{-6} C، ثم يكرّر عمله بشحنة اختبار أخرى مقدارها 2.0×10^{-6} C.

أ- هل يحصل زيد على القوى نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضّح إجابتك.

.....
.....

ب - هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضّح إجابتك.

.....
.....

٧- ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 3 m عن شحنة نقطية مقدارها 4×10^{-6} C ؟

.....
.....

٨- افترض أنه طلب إليك قياس المجال الكهربائي في مكان أو فضاء معين، فكيف تستكشف وجود المجال عند نقطة معينة في ذلك الفضاء؟ وكيف تحدّد مقدار المجال؟ وكيف تختار مقدار شحنة الاختبار؟ وكيف تحُدِّد اتجاه المجال؟

.....
.....

٩- إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على بُعد 0.25 m من كرة صغيرة مشحونة يساوي 500 N/C ويتجه نحو الكرة، فما مقدار ونوع شحنة الكرة؟

.....
.....

١٠- على أي بُعد من شحنة نقطية مقدارها $+2.5\times10^{-6}$ C يجب وضع شحنة اختبار للحصول على مجال كهربائي شدته 90 N/C ؟

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

١١- ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

.....
.....

١٢- وضعت شحنة ($q_1 = + 2 \times 10^{-9}$ C) عند (x = 3 m) وشحنة أخرى ($q_2 = + 4 \times 10^{-9}$ C) عند (x = -2 m)

١- أوجد مقدار المجال عند نقطة الأصل وحدد اتجاهه ؟

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

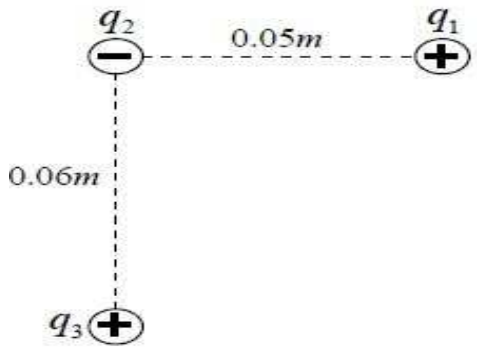
٢- مقدار القوة التي يخضع لها الكترون يوضع عند نقطة الأصل واتجاهها ؟

.....
.....

١٣- وضعت شحنة نقطية مقدارها ($q_1 = + 25 \mu C$)عند النقطة (3 , 4) A وشحنة ($q_2 = - 9 \mu C$) عند نقطة الأصل والمطلوب : أوجد شدة المجال الكهربائي عند النقطة A وحدد اتجاهه .

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

١٤- ثلاث شحنات نقطية $(q_1 = +6\,nC)$ و $(q_2 = +4nC)$ و $(q_3 = -9nC)$ كما في الشكل اوجد مقدار المجال الكهربائي عند الشحنة (q_2) وحدد اتجاهه ثم أوجد مقدار القوة التي تخضع لها (q_2) وحدد اتجاهها .



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

١٥- النقطتان A , B تقعان في المجال الكهربائي لشحنة نقطية q فإذا كان بعد A عن الشحنة يساوي ثلاثة أمثال بعد B عن الشحنة فأوجد النسبة بين شدة المجال عند A إلى شدة المجال عند b .

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

١٦- شحنة نقطية q مقدار المجال الناتج عنها في نقطة تبعد مسافة 0.5 m عنها يساوي 2500 N/C أوجد مقدار المجال عند نقطة تبعد عن الشحنة مسافة 0.3 m .

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

١٧- ما هو مقدار المعامل الذي يتغير به مقدار المجال عند نقطة بجوار شحنة اذا تغير ما يلي :

أ- تزايد بعد النقطة عن الشحنة بينهما ثلاثة اضعاف ما كان عليه .

.....

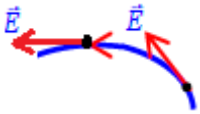
ب – تزايد مقدار الشحنة لضعف ما كان عليه .

.....

خطوط المجال الكهربائي :

يمكن تمثيل المجال الكهربائي من خلال خطوط تعرف باسم "خطوط المجال الكهربائي "أو " خطوط القوة " **ويعرف خط المجال بأنه خط وهمي يمثل مسار شحنة موجبة تترك حرة في المجال .**

أهمية خطوط المجال الكهربائي :



١ـ **تحديد اتجاه المجال :** حيث يشير اتجاه المماس المرسوم عند نقطة الى اتجاه المجال الكهربائي عند تلك النقطة .

ب- **تحديد 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 وكلما كانت الخطوط متباعدة كان المجال الكهربائي ضعيفا.

خصائص خطوط المجال الكهربائي :

١ـ تنتشر شعاعيا من الشحنة الموجبة وتدخل الى الشحنة السالبة.

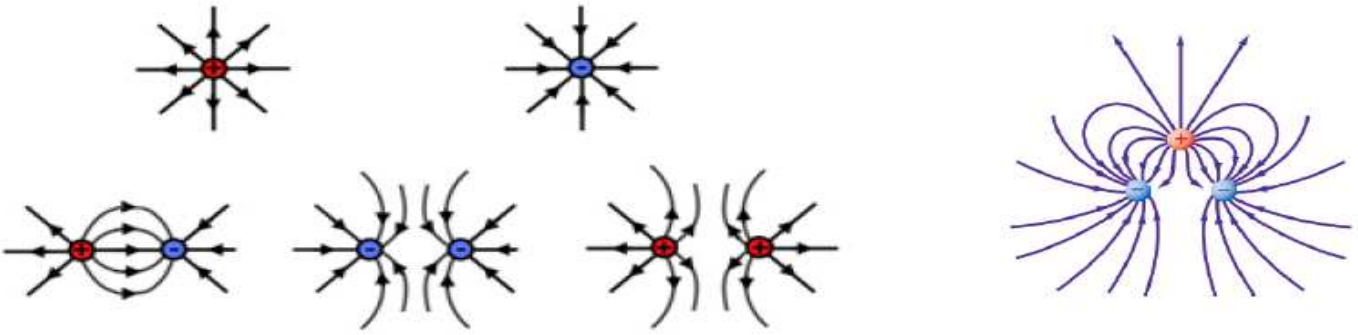
٢ـ لا تتقاطع مع بعضها البعض أبدا .

٣ـ عدد الخطوط المنطلقة من الشحنة الموجبة أو الواصلة للشحنة السالبة متناسباً مع مقدار الشحنة .

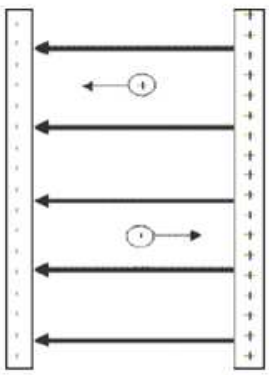
٤ـ يمكن الحصول على تخطيط المجال للشحنات المختلفة باستخدام بذور خفيفة في سائل كالزيت .

٥ـ خطوط منحنية في حالة شحنتين نقطتين أو أكثر .

بعض أشكال خطوط المجال الكهربائي :

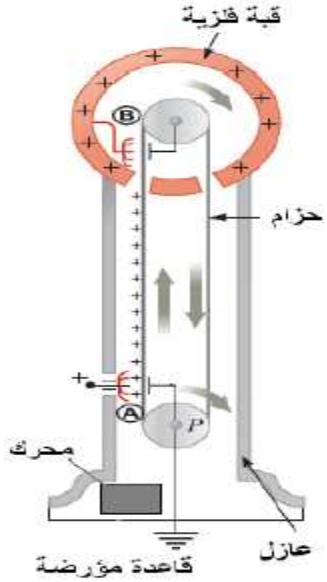


المجال الكهربائي المنتظم :



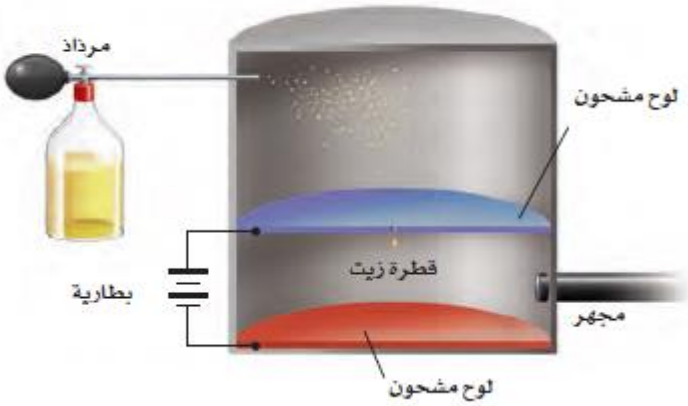
هو مجال كهربائي ثابت في الشدة والاتجاه نحصل عليه بين لوحين موصلين مستويين ومتوازيين ومشحونين بشحنتين متساوين ومتعاكستين وتكون خطوطه مستقيمات متوازية تتجه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .

مولد فان دي جراف :



هـــــو جهاز يولد شحنات كهربائية ساكنة أما طريقة عمله فكما يلي يقوم الجهازبتوليد الشحنات الساكنة الى الحزام المتحرك في الطرف الأسفـــل عند النقطة A وتنتقل هذه الشحنات من الحزام المتحرك الى القبة الفلزية في الطرف العلوي عند النقطة B ويقوم المحرك الكهربائي ببذل الشغـل اللازم لزيادة فرق الجهد الكهربائي مما يؤدي لتراكم الشحنات في القـــبة الفلزية وعندما 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.

تجربة قطرة الزيت العالم روبرت مليكان ·



ترش قطرات دقيقة من الزيت باستخدام المرذاذ في الهواء فتشحن بسبب الاحتكاك أثناء رشها ، تترك القطرات تسقط للأسفل بتأثير قوة الجاذبية الأرضية فيدخل بعضها من خلال فتحات موجودة في اللوح العلوي داخل الجهاز نطبق فرق جـهد كهربائي بين اللوحين ليؤثر المجال الكهربائي الناشئ بين اللوحين بقوة في القطرات المشحونة بشحنة سالبة إلى الأعلى وبضبط فرق الجهد لمعرفة مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق قطرة الزيت المشحونة في الهواء حيث يحدث التوازن عندما يصبح وزن القطرة إلى الأسفل يساوي مقدار القوة الكهربائية المؤثرة إلى الأعلى نوقف المجال الكهربائي بين اللوحين فتسقط قطرة الزيت تحت تأثير وزنها إلى أسفل وتخضع لمقاومة الهواء للأعلى وبقياس السرعة الحدية للقطرة نستطيع معرفة وزن القطرة وبمعرفة وزن القطرة ومقدار المجال الكهربائي نستطيع حساب شحنة القطرة توصل مليكان أن التغير في شحنة قطرات الزيت دائما يتم بمضاعفات من شحنة الإلكترون أي أن الشحنة مكماة أي تتألف من عدد صحيح من شحنة الإلكترون .

دائما في مسائل مليكان نضع : $F_e = F_g$

تدريبات :

١- كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

.....

.....

٢- ارسم بدقة خطوط المجال في الحالات التالية :

أ- شحنتين متساويتين مقدارا ومتماثلتين في النوع .

ب- شحنتين متساويتين مقدارا ومختلفتين في النوع .

ج- المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها $+1.0\ \mu C$ ثم لشحنة $-2.0\ \mu C$ كل على حدى .

(اجعل عدد خطوط المجال متناسبًا مع التغير في مقدار الشحنة)

٣- تسقط قطرة زيت في جهاز مليكان دون وجود مجال كهربائي .ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصِف القوى المؤثرة فيها.

.....

.....

.....

.....

٤- إذا علقت قطرة زيت وزنها 2.0×10^{-15} N في مجال كهربائي مقداره 6.0×10^{3} N/C فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد فائض الإلكترونات التي تحملها القطرة؟

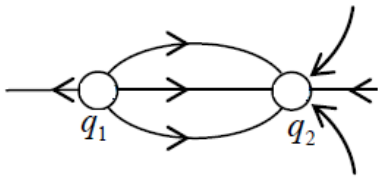
.....
.....
.....
.....
.....

٥- تحمل قطرة زيت وزنها 6.4×10^{-15} N إلكترونًا فائضًا واحدًا .ما مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة ومنعها من الحركة؟

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

٦- اعتماداً على الشكل التخطيطي المجاور أكمل الجدول التالي :

	q_1	q_2
نـــوع الشحنة		
مقدار الشحنة		$9\ \mu C$



٧- في تجربة ميليكان اتزنت قطرة من الزيت شحنتها موجبة كتلتها 5×10^{-15} Kg بين لوحي مكثف مقدار المجال المنتظم بين لوحيه 4000 N/C والمطلوب :

أ- حدد على الرسم شحنتي لوحي المكثف مع التعليل .

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

ب – أحسب مقدار شحنة قطرة الزيت .

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

الطاقة والجهد الكهربائيان

طاقة الوضع الكهربائية :

هي الطاقة التي تمتلكها الشحنة بسبب موقعها في المجال الكهربائيي وعند بذل شغل على الشحنة وتحريكها فإن طـــــاقة الوضع الكهربائية التي تمتلكها تتغير، وبشكل عام فإن طاقة الوضع الكهربائية تزداد بازدياد مقدار الشحنة أو تحريك الشحنة باتجاه معاكس للقوة التي تخضع لها بسبب المجال.

فرق الجهد الكهربائي :

هو الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي مقسوما على مقدار شحنة الاختبار.(**النسبة بين الشغل اللازم لتحريك شحنة ومقدار تلك الشحنة**)

أو هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنة داخل مجال كهربائي.

وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي هي جول لكل كولوم (J/C) وتسمى بالفولت (V) .

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

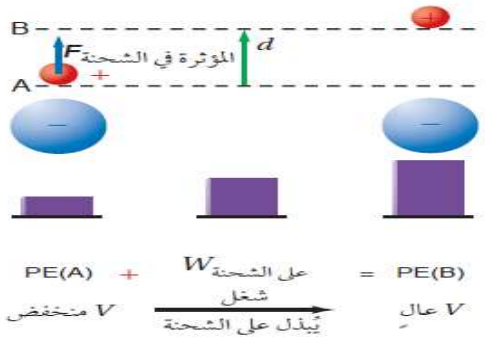
ΔV: فرق الجهد (V)
W : الشغل المبذول على الشحنة (J)
q' : الشحنة الكهربائية (C)

ملاحظة : الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد هو :

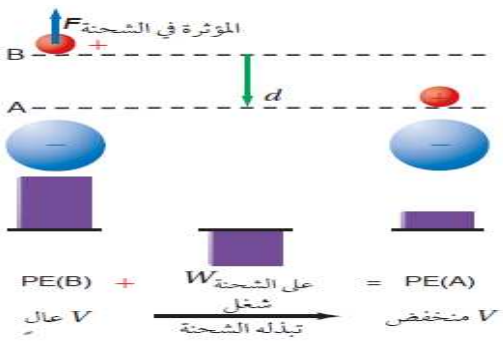
طاقة الوضع الكهربائية : تتغير عندما يبذل شغل على الشحنة وتعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

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

تغيرات طاقة الوضع و الجهد الكهربائي :

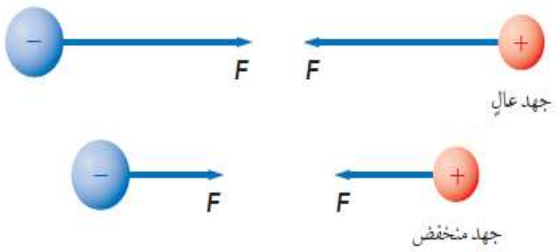


عند ابعاد شحنة اختبارية موجبة عن شحنة كهربائية سالبة يزداد الجهد الكهربائي لأن اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار تكون في نفس اتجاه الازاحـة لذلك يكون الشغل المبذول موجبا يضـاف الى طاقة الوضع الابتدائية ويزيد الجهد الكهربائي الكلي.

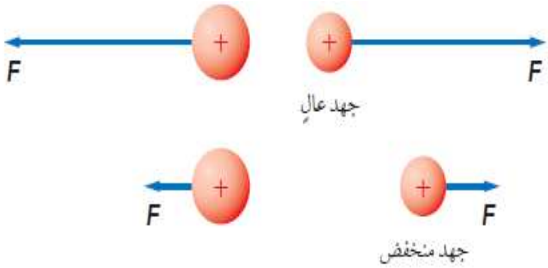


أما عند تقريب شحنة اختبارية موجبة من شحنة كهربائية سالبة يقل الجهد الكهربائي لأن اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار تكون في عكس اتجاه الازاحة لذلك يكون الشغل المبذول سـالبا يضاف الى طاقة الوضع الابتدائية ويقل الجهد الكهربائي الكلي

أي بشكل عام :



في حالة الشحنتين المختلفتين : يزداد فرق الجهد الكهربائي (أو طاقة الوضع)عند ابعاد الشحنتين عن بعضهما ويقل عند تقريبهما.



وفي حالة الشحنتين المتشابهتين: يزداد فرق الجهد الكهربائي (أو طاقة الوضع)عند تقريب الشحنتين من بعضهما ويقل عند ابعادهما.

فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم :

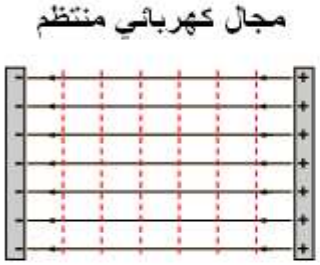
فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم يساوي حاصل ضرب شدة المجال الكهربائي في المسافة التي تحركتها الشحنة.

$$\Delta V = Ed$$

Δv: فرق الجهد بين النقطتين (V)
E : شدة المجال المنتظم (N/C) أو (V/m)
d : المسافة التي تحركتها الشحنة (m)
(المسافة الموازية لخط المجال)

ملاحظات :

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



وتكون سطوح تساوي الجهد في الشحنات النقطية دوائر محيطة بالشحنة .
أما في المجال المنتظم فتكون مستويات عمودية على خط المجال .

- يزداد الجهد الكهربائي كلما تحركنا في اتجاه معاكس لاتجاه المجال الكهربائي أي أن الجهد الكهربائي يكون أكبر بالقرب من اللوح الموجب.

- فرق الجهد الكهربائي لا يعتمد على المسار الذي يسلك أثناء الحركة من نقطة لأخرى وانما يعتمد على الازاحة (أي موقع النقطتين الابتدائي والنهائي فقط) ومقدار المجال الكهربائي فقط .

تدريبات :

١- شدة المجال الكهربائي بين لوحين فلزيين واسعين متوازيين ومشحونين 6000 N/C ، والمسافة بينهما 0.5 m احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

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

٢- إذا كانت قراءة فولتمتر متصل بلوحين متوازيين مشحونين400 Vعندما كانت المسافة بينهما 0.02 m فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

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

٣-عندما طُبّق فرق جهد كهربائي مقداره 25 V على لوحين متوازيين تولّد بينهما مجال كهربائي مقداره 4×10^{3} N/C ما البعد بين اللوحين؟

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

٤- ما الشغل المبذول لتحريك شحنة 3 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 1.5 V ؟

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

٥- يمكن لبطارية سيارة جهدها 12 V ومشحونة بصورة كاملة أن تختزن شحنة مقدارها . 1×10^{6} C ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها؟

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

٦- يتحرك إلكترون خلال أنبوب الأشعة المهبطية لتلفاز فتعرّض لفرق جهد مقداره 20000 V ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون عند عبوره لفرق الجهد هذا؟

.....
.....

٧- إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مُسارِع جسيمات يساوي 4.5×10^{5} N/C ، فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة 25 cm خلال هذا المجال؟

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

٨- عُلّقت قطرة زيت مشحونة بشحنة موجبة وزنها 1×10^{-14} N بين لوحين متوازيين البعد بينهما 0.5m إذا كان فرق الجهد بين اللوحين 240 V ، فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد الإلكترونات التي فقدتها ليكون لها هذه الشحنة؟

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

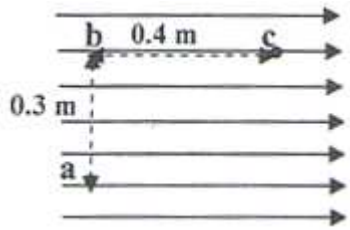
٩- عندما تتغير شحنة قطرة الزيت المعلّقة داخل جهاز مليكان تبدأ القطرة في السقوط كيف يجب تغيير فرق الجهد بين اللوحين لجعل القطرة تعود إلى الاتزان من جديد؟ وإذا كان التغير في فرق الجهد لا يؤثر في قطرة أخرى من الزيت فعلامَ يدل ذلك بشأن الشحنة الجديدة على القطرة؟

.....

١٠- ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها 0.25 μC بين لوحين متوازيين، البعد بينهما 0.5cm إذا كان المجال بين اللوحين 5000 N/C ؟

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

١١- في الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم مقداره 6400 N/C



اعتمادا على القيم المبينة على الشكل احسب :

أ- فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين c , a .

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

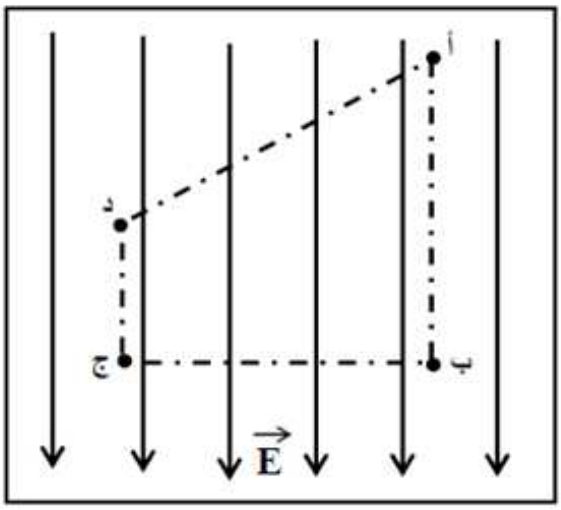
ب - الشغل المبذول في نقل شحنة مقدارها 25 μ C من النقطة c إلى b .

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

ج – مقدار القوة التي يخضع لها إلكترون يوضع عند b وما هو اتجاهها ؟

.....
.....

١٢- في الشكل المجاور مقدار المجال الكهربائي (5 N/C) و البعد بين النقطتين (أ ، ب) يســـاوي (10 Cm) و البعد بين (ج ، د) يســـاوي (4 Cm) و البعد بين النقطتين (ب ، ج) يســـــاوي (8 Cm) ، أجب عما يلي :



1- أي النقاط يكون الجهد الكهربائي عندها أكبر من الجـهد عند باقي النقاط ؟

2- أذكر نقطتين الجهد عندهما متساوي . فسر إجابتك .

3- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين (أ ، د) .

4- ما التغير في طـاقة الوضـــع الكهربائية لشـــحنة موجبة مقدارها (2.0×10^{-6} C) عند تحريكها من (ج إلى د) ؟

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

المدرس : محمد سعيد ختام

توزيع الشحنات :

أي نظام في الطبيعة يسعى الى الاتزان وهذا يتم عندما تصبح طاقته أقل ما يمكن.

فمثلا : الكرة في أعلى التل تتحرك الى الأسفل ، لتتزن وتستقر هناك حيث تكون طاقة وضع الجاذبية أقل ما يمكن ، وكــذلك 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.

ملاحظات :

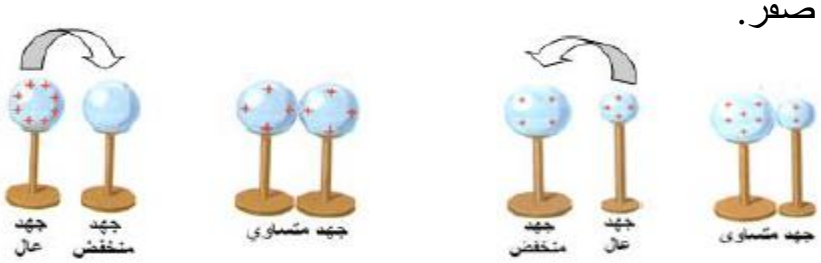
أ- المجال الكهربائي داخل الموصلات يكون صفرا.

ب- فرق الجهد بين أي نقطتين على السطح معدوم أي سطح الموصل المشحون " سطح تساوي الجهد "

ج - تستقر الشحنات في الموصلات على السطوح الخارجية بسبب وجود قوى التنافر بينها حتى تصبح المسافة بينها اكبر ما يمكن وطاقة النظام أقل ما يمكن .

وضع الاتزان بين الأجسام المشحونة المتلامسة :

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** وعندها يتوقف تدفق الشحنات وتصبح الكرتان في وضع اتزان وتكون القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة على الكرة صفر.



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.

ملاحظات :

أ- تأريض الجسم المشحون هو توصيل الجسم المشحون بالأرض وبالتالي تفريغ الشحنات الموجودة عليه في الأرض (لأنها جسم ضخم جدا) حتى يصبح فرق الجهد الكهربائي بين الجسم والأرض صفرا.

ب - في حالة وضع شحنتين متماثلتين على موصلين مختلفين فإن الموصل ذو المساحة الأكبر يكون أقل جهدا لأن الشحنات تستطيع أن تبتعد عن بعضها أكثر .

تدريبات :

١- كرتان فلزيتان متماثلتان الأولى A شحنتها 10 μ C والثانية B متعادلة الشحنة والمطلوب :

أ- أي الكرتين الأقل جهدا؟ وأيها أعلى جهدا؟

.....

ب- اذا تلامست الكرتان معا .فأجب عما يلي:

- وضح كيف تنتقل الشحنات بين الكرتين؟

.....

- احسب شحنة كل من الكرتين بعد التلامس.

.....

- كم يكون فرق الجهد بين الكرتين بعد التلامس ؟

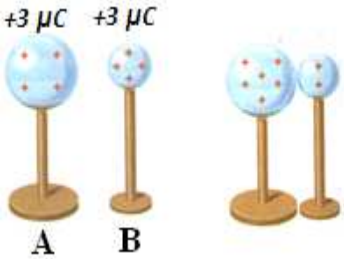
.....

٢- يقف زيد واخته ليلى على سطح مستو معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة 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؟

.....

.....

٣- كرتان فلزيتان A, B حجم الأولى ضعف الثانية ، فاذا شحنت الكرتان بشحنة متساوية مقدارها $+3\mu C$ كما في الشكل المجاور أجب عن الأسئلة التالية :



أ- أي الكرتين الأقل جهدا؟ وأيها أعلى جهدا ولماذا؟

.....

ب- اذا تلامست الكرتان معا وضح كيف تنتقل الشحنات بين الكرتين واحسب شحنة كل من الكرتين بعد التلامس وكم يصبح فرق الجهد بينهما .

.....

.....

.....

.....

٤- إذا كان قطرا كرتي الومنيوم 5 Cm و 10 Cm فإيهما له سعة كهربية اكبر ؟

.....

.....

٥- علل لماذا يوصل سلك فلزي بين صهريج نقل البنزين والأرض.

.....

.....

٦- علل لماذا يتم تأريض جهاز الحاسوب بوصله بالأرض .

.....

.....

توزيع الشحنات على الموصلات :

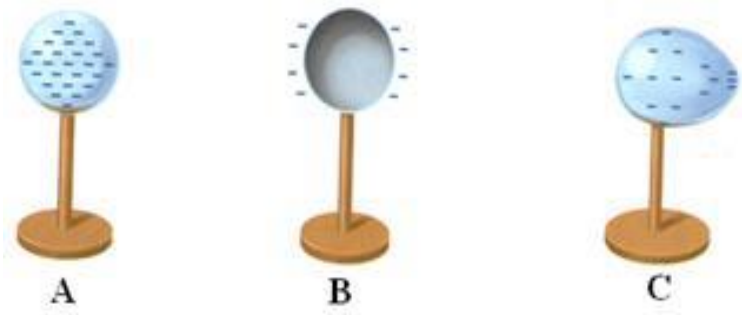
يعتمد المجال الكهربائي حول موصل مشحون على شكل الموصل وفرق الجهد بين الموصل والأرض.

و سندرس هنا ثلاث حالات للموصلات المشحونة:

1-**الموصلات الكروية المصمتة** :تتوزع الشحنات بانتظام علي 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 فتعمل على تأيينها ، وقد يؤدي ذلك لتشكل حالة البلازما مما ينتج عنها شرارة كهربائية أو حدوث البرق.



مانعة الصواعق :

أداة تستخدم للتخلص من التأثير السلبي للصواعق وتتكون من قضيب فلزي طرفه مدبب بالأعلى.

ومبدأ عمل مانعة الصواعق يكون المجال الكهربي كبيرا بالقرب من الطرف المدبب فيعمل علي تسريع الالكترونات والايونات فيبدأ مسارا موصلا بالتشكل من طرف القضيب إلى الغيوم أو العكس وهذا يؤدي 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.

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

ملاحظات :

- يعمل الوعاء الفلزي المغلق عمل درع واق لمن بداخله من المجالات الكهربائية لأن الشحنات الكهربائية تتوزع على الأسطح الخارجية للموصلات.
- ينصح عمال الكهرباء والصيانة بلبس معطف معدني لأن الشحنات الكهربائية تتوزع على الأسطح الخارجية للموصلات (حيث يعتبر المعطف المعدني موصلا.)
- 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.
- 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.
- 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.

المكثف الكهربائي :

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

ويتركب المكثف الكهربائي من موصلان مشحونان بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع ومادة عازلة تفصل بين الموصلين.

و تخزن المكثفات الطاقة بسبب المجال الكهربائي الذي يتولد بين لوحي المكثف المشحونين بشحنات متعاكسة والذي يعمل على تخزين الطاقة.

قانون حساب السعة الكهربائية لمكثف كهربائي:

السعة الكهربائية لمكثف هي النسبة بين الشحنة على أحد اللوحين وفرق الجهد بينهما ونرمز لها بـ C وتقاس بوحدة الفاراد F وهي وحدة كبيرة جدا لذلك نستعمل وحدات أصغر مثل المايكرو والنانو ز

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

C:السعة الكهربائية (**F**)
ΔV: فرق الجهد بين اللوحين (V)
q: شحنة أحد اللوحين (C)

العوامل التي تتوقف عليها سعة المكثف :

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

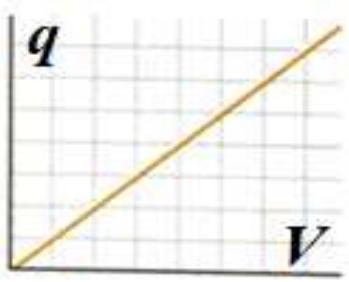
١- **المساحة السطحية للوحين :** تزداد سعة المكثف بزيادة مساحة سطحي اللوحين (تناسب طردي)

٢- **المسافة بين اللوحين** : تزداد سعة المكثف بتقليل المسافة بين اللوحين (تناسب عكسي)

٣- **طبيعة المادة العازلة بين اللوحين :** تزداد سعة المكثف باستخدام مواد ثابت عازليتها كبير.

العلاقة البيانية بين الشحنة المخزنة في مكثف وفرق الجهد بين طرفيه :

تتناسب الشحنة المخزنة في مكثف طرديا مع فرق الجهد بين طرفيه (علاقة خطية) أي الخط البياني بين الشحنة وفرق الجهد هو خط مستقيم .



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) هـو المساحة المحصورة تحت الخط البياني شحنة – فرق جهد .

ملاحظات :

- يتم شحن المكثف بوصله ببطارية ويتوقف انتقال الإلكترونات عندما يتساوى فرق الجهد بين لوحي المكثف مع فرق الجهد بين قطبي البطارية .
- يحذر من فتح غطاء التلفاز أو شاشة الحاسوب حتى لو لم تكن متصلة بمصدر جهد كهربائي لأنها تحوي مكثفات تظل مشحونة لعدة ساعات بعد اغلاق الجهاز، لذا فإنها تشكل خطرا اذا لمست.
- تعتبر المكثفات الموجودة داخل التلفاز خطيرة جدا إذا لمست لأنه يمكنها تخزين كافية من الشحنات عند فروق جهد مساوية لعدة مئات من الفولتات .
- لا تتوقف سعة المكثف على شحنته لأنه كلما زادت شحنة المكثف زاد فرق الجهد بين لوحيه بحيث تبقى النسبة بينهما (أي السعة) ثابتة دائما.
- تستخدم المكثفات بمختلف أحجامها الصغيرة والكبيرة في معظم الأجهزة لتخزين الشحنات كتلك الموجودة في أجهزة التلفاز والحاسوب والليزرات وآلة التصوير الالكترونية وغيرها.
- تسمى المكثفات بحسب نوع العازل الذي يفصل بين اللوحين وهي كما يلي :

١- مكثف السيراميك ، ٢- مكثف المايكا ، ٣- البوليستر ، ٤- الورق ، ٥- الهواء.

تدريبات :

١- مكثف كهربائي سعته $25\ \mu F$ وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه $50\ V$ ما مقدار شحنة المكثف؟

.....

.....

٢- مكثفان سعة الأول $3\ \mu F$ وسعة الآخر $6\ \mu F$ ، إذا وصل كل منهما بفرق جهد $20\ V$ فأي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها ؟

.....

.....

.....

٣- مكثفان سعة الأول $5\ \mu F$ وسعة الآخر $10\ \mu F$ إذا شحن كل منهما بشحنة مقدارها $5.0\times10^{-4}\ C$ فأي المكثفين له فرق جهد كهربائي أكبر بين طرفيه؟ وما مقداره؟

.....

.....

.....

٤- شحن مكثف كهربائي سعته $2.5\ \mu F$ حتى أصبح فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه 5.0 V ، ما مقدار الشحنة الإضافية التي يتطلبها رفع فرق الجهد بين طرفيه إلى 15.0 V ؟

.....

.....

.....

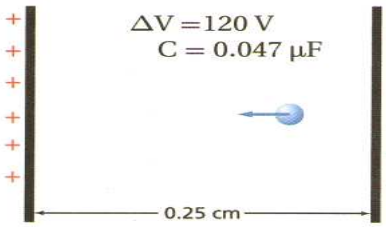
٥- عند إضافة شحنة مقدارها 2.5×10^{-5} C إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من 12.0 V إلى 14.5 V، احسب مقدار سعة المكثف.

.....

.....

.....

٦- في الشكل الموضح أمامك اجب عما يلي:



أ)إذا وضع إلكترون بين لوحي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

.....

.....

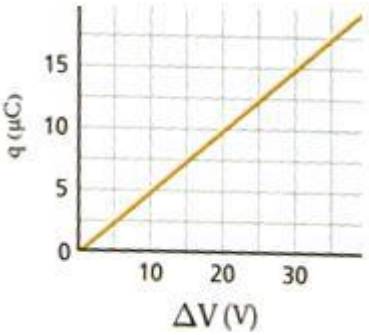
.....

ب) ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها 4 nC بين لوحي المكثف عندما يكون فرق 120V ؟

.....

.....

٧- 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 ؟

.....