الفصل الرابع: المجالات الكهربائية

مقدمة

تتشابه قوة الجذب الكوني وقوة الكهربائية في أنه كلاهما تؤثر عن بعد وكلاهما يتناسب مع مربع المسافة بينهما طرديا وكلاهما له تأثير في حيز يسمى المجال.

توليد المجالات الكهربائية وقياسها

المجال الكهربائي

المجال الكهربائي: هو تغير خاصية الوسط الذي تسببه الشحنة أو الجسم المحيط بالشحنة ويظهر فيه أثر هذه الشحنة.

المجال الكهربائي يعني التفاعل بين الجسم الموضوع في المجال والمجال الكهربائي.

س/ كيف يمكنك قياس شدة المجال الكهربائي؟

جـ/ باستخدام جسيم صغير مشحون يوضع في مكان معين فإنه تؤثر فيه قوة كهربائية فسوف يكون هناك مجال كهربائي في هذا المكان

شحنة الاختبار q': موجبة وصغيرة لا تؤثر في الشحنات الأخرى.

شدة المجال الكهربائي

هي مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في شحنة اختبار موجبة مقسومًا على مقدار الشحنة.

يرمز لشدة المجال الكهربائي (E) ويقاس بوحدة (N/C)

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

- E: شدة المجال الكهربائي (N/C)
- F: القوة الكهربائية (N)
- q': مقدار الشحنة (C)

تدريب: وضعت شحنة اختبار مقدارها $4\times10^{-6}\ C$ في مجال كهربائي فتأثرت بقوة مقدارها $0.2\ N$. احسب شدة المجال الكهربائي.

$q = 4\times10^{-6}\ C$

$F = 0.2$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.2}{4\times10^{-6}}$$

$\therefore E = 50000\ N/C$

شدة المجال الكهربائي عند نقطة

ثابت كولوم

$$E = \frac{kq}{d^2}$$

المسافة بين النقطة والشحنة

تدريب: ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $0.3\ m$ عن جسيم كرة صغيرة مشحونة بشحنة مقدارها $3.2\times10^{-6}\ C$؟

$d = 0.3\ m$

$q = 3.2\times10^{-6}\ C$

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$E = \frac{9\times10^{9} \times 3.2\times10^{-6}}{(0.3)^2}$$

$\therefore E = 3.2\times10^{5}\ N/C$

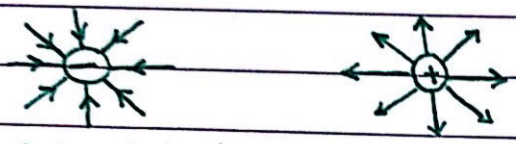
تمثيل المجال الكهربائي

لتمثيل المجال الكهربائي لشحنة أو لشحنتين نستخدم خطوط المجال الكهربائي.

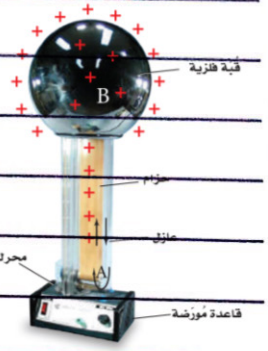
س/ على ماذا تشير المسافات المتباعدة بين خطوط المجال الكهربائي؟

جـ/ تشير إلى شدة المجال الكهربائي كلما كانت الخطوط متقاربة كان المجال أقوى.

تكون خطوط المجال للشحنة الموجبة إلى الخارج والسالبة إلى الداخل.



خطوط المجال الكهربائي وهمية ولا يمكن أن تتقاطع أبداً.



جهاز فان دي جراف

الطاقة وفرق الجهد الكهربائيين

إذا كان هناك شحنتين مختلفتين فإنه كلٌ منهما تجذب الأخرى وذلك يعمل شغل.

الشغل المبذول من الشحنة يستقل إلى الشحنة الأخرى على شكل طاقة وضع.

كلما زادت الشحنة زادت طاقة الوضع.

فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين

هو الشغل المبذول لتحريك شحنة اختبار موجبة بين نقطتين داخل مجال كهربائي مقسوماً على مقدار هذه الشحنة.

- يرمز لفرق الجهد الكهربائي (ΔV)
- يقاس فرق الجهد الكهربائي بوحدة فولت V

Volt = J/C

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

فرق الجهد الكهربائي — الشغل (J) — مقدار الشحنة (C)

مثال: ما الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها 3 C خلال فرق جهد مقداره 1.5 V.

W = ??

q = 3C

ΔV = 1.5V

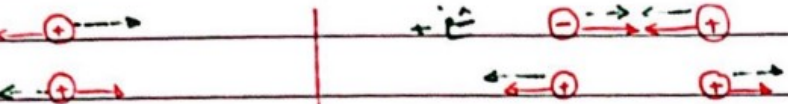
$\Delta V = \frac{W}{q}$

$W = \Delta V q$

$= (1.5)(3)$

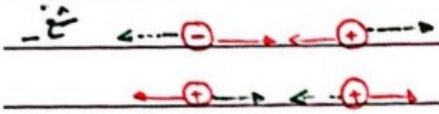
$\therefore W = 4.5\ J$

تابع الطاقة والجهد الكهربائيان:



عند بذل شغل موجب في نفس اتجاه إزاحة أي تقريب شحنتين مختلفتين أو إبعاد بين شحنتين متماثلتين

يقل فرق الجهد



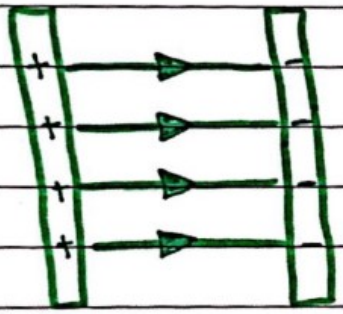
عند بذل شغل سالب عكس اتجاه إزاحة أي تقريب شحنتين متماثلتين أو إبعاد بين شحنتين مختلفتين

يزداد فرق الجهد

ملاحظات

- التغير في الجهد لا يعتمد على مقدار الشحنة بل على شدة المجال واتجاهه
- عندما يكون فرق الجهد بين نقطتين يساوي صفر نسمي هذه النقاط على تساوي الجهد
- يتأثر فرق الجهد الكهربائي فقط عند تحريك الشحنة عمودياً على المجال.
- لقياس فرق الجهد الكهربائي نستخدم جهاز الفولتميتر.

الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم:



س/ كيف يمكن الحصول على قوة ومجال كهربائي منتظم؟

ج/ يمكن ذلك بوضع لوحين موصلين مستويين ومتوازيين

يشحن أحدهم بشحنة موجبة والآخر بشحنة سالبة.

- اتجاه المجال الكهربائي من الموجب إلى السالب

ويكون المجال الكهربائي المنتظم ثابت الشدة والاتجاه

- فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم $\Delta V = E\,d$

ΔV: فرق الجهد الكهربائي (V)

E: شدة المجال الكهربائي (N/C)

d: المسافة بين اللوحين (m)

تدريب: إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين 6000 N/C والمسافة بينهما 0.05 m احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

$E = 6000$ N/C

$d = 0.05$ m

$\Delta V = ??$

$\Delta V = E\,d$

$\Delta V = 6000 \times 0.05$

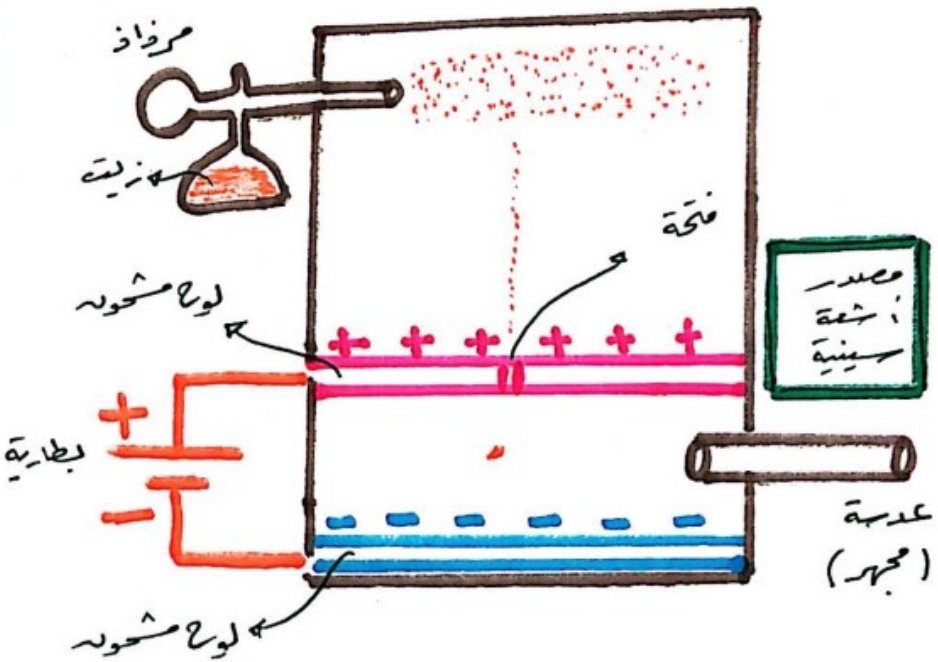
$\therefore \Delta V = 300$ V

تجربة قطرة الزيت :

صمم لتطبيقات على فرق الجهد الكهربائي في مجال كهربائي منتظم
وقد أجراها العالم مليكان لحساب

شحنة الإلكترون

* الأدوات المستخدمة :



س/ ما الخطوات التي أجراها مليكان ؟

[١] يرش قطرات الزيت بواسطة المرذاذ وبسبب احتكاكها بالمرذاذ تكتسب القطرات شحنة سالبة .

[٢] تدخل بعض القطرات من الفتحة في اللوح العلوي وبضبط فرق الجهد بين اللوحين تبقى قطرة الزيت معلقة في الهواء بين اللوحين .

[٣] عندما تصبح القطرة معلقة فهي تتعرض لقوتين F_e بفعل المجال للأعلى و F_g قوة الوزن للأسفل .

$$E = \frac{F}{q} \quad \leftarrow \quad F_e = F_g \quad \rightarrow \quad F_g = mg$$

$$F = qE$$

$$qE = mg$$

[٤] يتم إيقاف المجال الكهربائي فتسقط القطرة وتصل إلى السرعة الحدية ومن خلال معادلة معقدة تم حساب شحنة الإلكترون :

$$q_e = 1.6 \times 10^{-19} C$$

* تمكن مليكان من إضافة الكترونات إلى القطرات باستخدام مصدر أشعة سينية من أجل تأين الهواء وإضافة شحنات .

توزيع الشحنات

* الجهد الكهربائي في الكرات الفلزية المتشابهة:

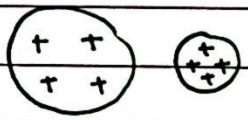
كرة مشحونة كرة متعادلة	جهد الكرة المشحونة أكبر حيث جهد الكرة المتعادلة = صفر .

● عند تلامس هذه الكرتين تنتقل الشحنة من الكرة ذات الجهد الأكبر إلى الكرة ذات الجهد الأقل.

* يتوقف انتقال الشحنات بين الكرتين إذا أصبح جهد الكرتين حالة اتزان أي أن فرق الجهد بين الكرتين صفر *

* جهد الكهربائي في الكرات الفلزية المختلفة:

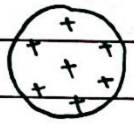
في حالة توزيع الشحنات على الكرتين متساوي إلى أن الجهد على الكرة الصغيرة أكبر من الجهد على الكرة الكبيرة بسبب قرب المسافة بين الشحنات.



● عند تلامس الكرتين تنتقل الشحنات من الكرة الصغيرة ذات الجهد الأكبر إلى الكرة الكبيرة ويستمر الانتقال حتى يتساوى الجهد بينهما.

س/ كيف تتوزع الشحنات على الموصل؟

ج/ تتوزع بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة في كل شحنة تساوي صفر أي أن فرق الجهد بين أي نقطتين على سطح الموصل = صفر.

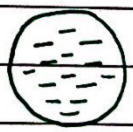
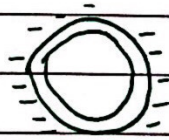
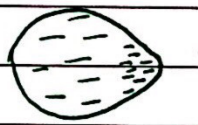


المجالات الكهربائية بالقرب من الموصلات

س/ كيف تتوزع الشحنات على موصل مشحون؟

ج/ تتوزع متباعدة عن بعضها أقصى ما يمكن بحيث يكون الجهد أقل ما يمكن.

* سلوك الشحنات مع أشكال الموصلات:

موصل مصمت	موصل أجوف	موصل غير منتظم (مدبب)
		
تتوزع الشحنات على السطح بطريقة منتظمة	تتوزع الشحنات على السطح الخارجي فقط	تكون الشحنات متقاربة عند الرؤوس المدببة والمجال أقوى

فكر 😊 لماذا يكون بقائك في السيارة أثناء العاصفة المرعدة؟

تخزين الشحنات

س/ هل يمكن تخزين الطاقة في المجال الكهربائي ؟

ج/ نعم حيث اخترع الفيزيائي بيتر فان مسشنبروك

جهاز صغير يمكنه تخزين شحنات كهربائية.

واستخدم فرانكلين جهاز التخزين الشحنات

لصناعة عصم البرق.

يستخدم المكثف في احدات وميض صناعي كما

يستخدم في الليزرات وفي دوائر ألعاب الفيديو

و المنبع الموسيقي.

المكثف الكهربائي

- هو جهاز يعمل على تخزين الشحنات الكهربائية.
- يتركب المكثف من موصلين لهما شحنتان متساويتان في المقدار ومختلفتان في النوع بينهما مادة عازلة تمنع انتقال الشحنات بين الموصلين.
- أنواع المكثف: ثابت السعة - متغير السعة.
- السعة الكهربائية للمكثف: هي النسبة بين الشحنة على أحد الموصلين وفرق الجهد بينهما.

ويرمز لها (C) وتقاس بوحدة فاراد (F)

$$1\ F = 1\ C/V$$

* تذكر التحويلات ⇐ nF ، μF ، mF

س/ كيف يمكن زيادة سعة المكثف ؟

- زيادة مساحة سطح الموصلين.
- تقليل المسافة بينهما.
- نوع المادة العازلة بينهما.

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

- السعة الكهربائية (F)
- مقدار الشحنة (C)
- فرق الجهد الكهربائي (V)

* تدريب * إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين كرة موصلة والأرض يساوي 40 V عند شحنها بشحنة مقدارها 2.4×10^{-6} C فما مقدار سعتها الكهربائية ؟

$\Delta V = 40\ V$

$q = 2.4 \times 10^{-6}\ C$

$C = ??$

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

$$\therefore C = \frac{2.4 \times 10^{-6}}{40} = 6 \times 10^{-8}\ F$$