الفصل 1: الشحنة الكهربائية و القانون الأساسي للكهرباء

لمحة عن الكهرومغناطيسية

الكهرومغناطيسية هي فرع أساسي في الفيزياء يدرس التفاعل بين الكهرباء والمغناطيسية، موضحًا كيف أن المجالات الكهربائية والمغناطيسية مرتبطة ببعضها، وتُنتج موجات كهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء، وتتحكم في بنية الذرات والجزيئات وتُشغّل معظم تقنياتنا اليومية مثل الهواتف والكهرباء، وهي إحدى القوى الأساسية الأربع للطبيعة، وتُفسر ظواهر مثل البرق والضوء .

1. 2 الشحنة الكهربائية

في هذا الفصل سنقوم بدراسة ما يلي:

- وصف الشحنة الكهربائية وخصائصها،
- قانون كولوم الذي يصف القوة المؤثرة بين شحنتين كهربائيتين ساكنتين في الفراغ،
- الحقل الكهربائي والكمون الكهربائي الناتج عن توزيع شحني.
- الحقل الكهربائي والكمون الناشئين عن ثنائي القطب على مسافات بعيدة.
- نظرية التدفق أو بما تسمى نظرية غوص وكيفية استعمالها.

* أنواع الشحنات الكهربائية (q) :

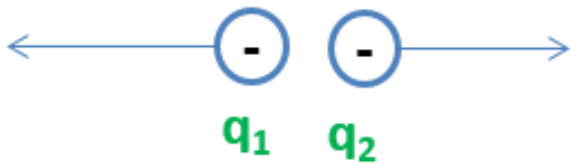
1) شحنة موجبة وهي شحنة البروتون .

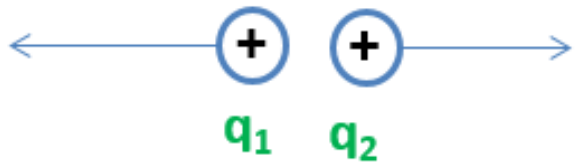
2) شحنة سالبة وهي شحنة الإلكترون .

- إذا فقدت المادة إلكترونات : تظهر شحنة موجبة على المادة .
- إذا اكتسبت المادة إلكترونات : تظهر شحنة سالبة على المادة .

* الشحنات المتماثلة :

. هي شحنات من نفس النوع إما موجبة أو سالبة وتنشأ بينهما قوة تنافر .





* الشحنات المختلفة :

هي شحنات موجبة وسالبة وتنشأ بينهما قوة تجاذب .

تأتي مصادر (الشحنات) بأشكال مختلفة كما يلي:-

1- **شحنة نقطية (Point Charge) :-** وهي شحنة (أو عدة شحنات) مركزة عند نقطة (أو مجموعة من النقاط) ويرمز لها بالرمز q ووحداتها كولومب C.

2- **شحنة خطية (Line Charge) :-** وهي شحنة موزعة بشكل منتظم أو غير منتظم على خط L ويعبر عنها بكثافة الشحنة الخطية ويرمز لها بالرمز λ ووحداتها كولومب/متر أو C/m.

3- شحنة سطحية (Surface Charge) :- وهي شحنة موزعة بشكل منتظم أو غير منتظم على سطح S ويعبر عنها بكثافة الشحنة السطحية ويرمز لها بالرمز σ ووحداتها كولومب/متر مربع أو C/m^2.

4- شحنة حجمية (Volume Charge) :- وهي شحنة موزعة بشكل منتظم أو غير منتظم في حجم V و يعبر عنها بكثافة الشحنة الحجمية ويرمز لها بالرمز ρ_v ووحداتها كولومب/متر مكعب أو C/m^3.

يمكننا ان نصنف المواد الى

الموصلات هي مواد يمكن للشحنة أن تتحرك من خلالها بشكل حر إلى حد ما؛ ومن الأمثلة عليها المعادن (مثل النحاس في أسلاك المصابيح العادية وجسم الإنسان ومياه الصنبور)

العوازل

هي مواد لا تستطيع الشحنة أن تتحرك خلالها بحرية؛ ومن أمثلتها المطاط (مثل العازل الموجود في أسلاك المصابيح العادية) والبلاستيك والزجاج

أشباه الموصلات

فهي مواد تقع في الوسط بين الموصلات والعازلات؛ ومن أمثلتها السيليكون والجرمانيوم الموجودان في رقائق الكمبيوتر

الموصلات الفائقة

هي مواد تعتبر موصلات مثالية، تسمح للشحنة بالتحرك دون أي عائق

•تكميم الطاقة

الشحنات الكهربائية الموجودة في الطبيعة عبارة على أعداد صحيحة لشحنة أساسية و غير قابلة للانقسام ، هو ما نصطلح عليه بتكميم الشحنة الكهربائية حيث عدد طبيعي N .

$$q = \pm Ne$$

الشحنة الكهربائية مقدار فيزيائي قابل للقياس، و وحدته في النظام الدولي SI هي الكولوم ويرمز لها بـ C، و الشحنة الأساسية $e = 1.6 \times 10^{-19}C$، أما أجزاء الكولوم فيمكن ذكر بعضها:

$$1\mu C \left(\text{الميكروكولوم}\right) = 10^{-6}C$$
$$1nC \left(\text{النانوكولوم}\right) = 10^{-9}C$$
$$1pC \left(\text{البيكوكولوم}\right) = 10^{-12}C$$

ملاحظات:

إن دلك جسم بواسطة جسم آخر لا ينتج الشحنة، فكل ما حدث هو انتقال الشحنة من جسم لآخر

الشحنة لا تزول و لا تستحدث، و لكنها تتحول من جسم إلى آخر في نظام معزول

اصل الشحنة الكهربائية:

منشأ التأثير الكهربائي هو الشحنة الكهربائية، ومنشأ الشحنة الكهربائية هو الإلكترون شحنته. هي (e-) والبروتون شحنته (e+)

قانون كولوم:

$$\vec{F} = K.\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}\vec{u} \quad \rightarrow \quad F = k.\frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

حيث:

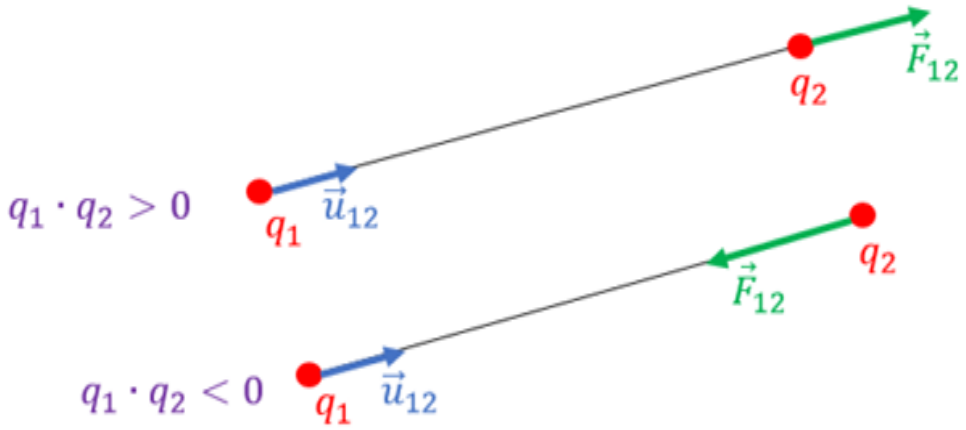
F : يعبر عنها بالنيوتن (N)

(q_1) و (q_2) : يعبر عنهما بالكولوم (C)

r : يعبر عنه بالمتر (m)

K : ثابت التناسب.

$$K = 9.10^9\ N.m^2/C^2$$



* وحدة قياس الشحنة الكهربائية :

- تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة الكولوم (C) .

* الشحنة الأساسية :

- هي أصغر شحنة يمكن أن توجد على الجسم وهي تساوي شحنة الإلكترون
($1.6X10^{-19}$ C)

مثال

تفصل مسافة مقدارها 0.30 m بين شحنتين الأولى سالبة مقدارها $2X10^{-4}$ C الثانية موجبة مقدارها $8.0X10^{-4}$ C ما القوة المتبادلة بين الشحنتين ؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{r^2}$$

0.30 m = r

$2X10^{-4}$ C = q_A

$8.0X10^{-4}$ C = q_B

؟؟؟ = F

$9x10^9$ = K

$$F = \frac{9x10^9x2x10^{-4}x8x10^{-4}}{0.30^2}$$

$$F = \frac{1440}{0.09}$$

F = 16000 N

مثال 1: مقارنة بين القوة الكهربائية و قوة التجاذب الكتلي.

يفصل بين إلكترون و بروتون ذرة الهيدروجين مسافة $5.3 \times 10^{-11}\text{m}$. أوجد مقدار القوة الكهربائية و قوة التجاذب الكتلي بين الإلكترون و البروتون، حيث:

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31}\text{kg}\,; \qquad m_p = 1.67 \times 10^{-27}\text{kg}$$

من قانون كولوم نجد:

$$F_e = k\frac{e^2}{r^2} = \left(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right)\frac{(1.60 \times 10^{-19}C)^2}{(5.3 \times 10^{-11}m)^2} = 0.82 \times 10^{-7}N$$

وباستعمال قانون نيوتن للجذب نجد ان:

$$F_g = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = \left(6.7 \times 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\right)\frac{(9.11 \times 10^{-31}kg)(1.67 \times 10^{-27}kg)}{(5.3 \times 10^{-11}m)^2}$$
$$= 3.62 \times 10^{-47}N$$

النسبة بين القوتين: $\frac{F_e}{F_g} = 2.26 \times 10^{39}$

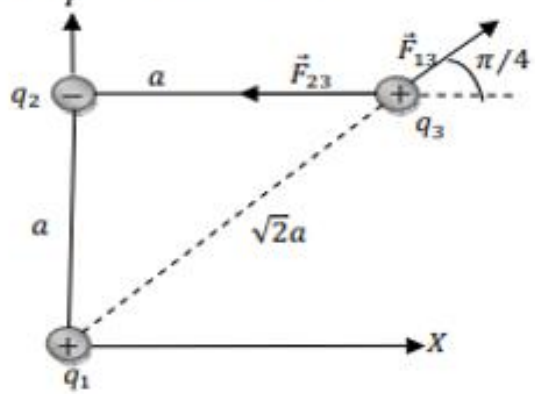
إن القوة التجاذب الكتلي و أيضا قوة الثقالية مهملة أمام القوة الكهربائية.

مثال 2: محصلة القوى المؤثرة على شحنة، و الناتجة عن شحنتين.

وضعت ثلاث شحنات نقطية عند أركان مثلث قائم و متساوي الساقين $q_1 = q_3 = 5.0\mu C$ و $q_2 = -2.0\mu C$ و $a = 0.1m$. اوجد محصلة القوة المبذولة عند q_3.

القوة المحصلة على q_3 هي المجموع الشعاعي للقوى الناتجة عن q_1 و q_2:

$$\vec{F}_{q_3} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}$$



اذا استعملنا المعلم الديكارتي OXY نجد:

$$\vec{F}_{13} = F_{13}\cos\frac{\pi}{4}\vec{\imath} + F_{13}\sin\frac{\pi}{4}\vec{\jmath}$$

$$\vec{F}_{23} = -F_{23}\vec{\imath}$$

$$\vec{F}_{q_3} = \left(F_{13}\cos\frac{\pi}{4} - F_{23}\right)\vec{\imath} + F_{13}\sin\frac{\pi}{4}\vec{\jmath}$$

حساب طويلات الأشعة:

$$F_{13} = k\frac{|q_1||q_3|}{(\sqrt{2}a)^2} = \left(9\times10^9\frac{N.m^2}{C^2}\right)\frac{(5\times10^{-6}C)^2}{2(0.1m)^2} = 11.25N$$

$$F_{23} = k\frac{|q_2||q_3|}{a^2} = (9\times10^9)\frac{(5\times10^{-6})(2.0\times10^{-6})}{(0.1)^2} = 9N$$

$$\vec{F}_{q_3} = (7.95-9)\vec{\imath} + 7.95\vec{\jmath} = -1.05\vec{\imath} + 7.95\vec{\jmath}$$

خلاصة

ان منشأ التأثير الكهربائي هو الشحنة الكهربائية، ومنشأ الشحنة الكهربائية هو الالكترون شحنته $(-e)$ والبروتون شحنته $(+e)$. ان التأثير الكهربائي هو المسؤول على ربط الالكترونات بالنواة لتشكيل ذرة مستقرة، وربط الذرات ببعضها البعض لتشكيل الجزيء المستقر وربط الجزيئات بعضها ببعض لتشكيل البلورات وبالتالي الاجسام الصلبة والموائع. وهكذا نرى ان التأثير الكهربائي مسؤول على وجود المادة كما هي وكما نراها.