

مقدمة

يعتبر تفسير الظواهر الكهربائية أمر حديث نسبياً مقارنة بالظواهر الميكانيكية والضوئية. ويعود تفسير ظاهرة الكهرباء إلى التركيب الذري للمادة، حيث تتألف المادة من جزيئات وذرات، وكل ذرة تحتوي على نواة بها بروتونات ونيوترونات وتدور حول هذه النواة إلكترونات. الإلكترون يحمل شحنة كهربائية سالبة يرمز لها بالرمز (e)، بينما البروتون يحمل شحنة كهربائية (+e)، أما النيوترون فهو لا يحمل أية شحنة صافية.

الشحنة:

الشحنة تعتبر من الصفات (الخصائص) الأساسية للأجسام ويرمز لها بالرمز (Q)، وتقاس الشحنة بوحدة تسمى الكولوم (C). وخاصية الشحنة تشبه خاصية الكتلة من حيث تمكين هاتين الخاصيتين للأجسام من التأثير على بعضهما. ولكن هناك اختلاف جوهري بين الشحنة والكتلة، حيث إن الشحنة يمكن أن تكون سالبة أو موجبة، بينما الكتلة لا تملك هذه الصفة.

أصغر شحنة أساسية موجودة في الطبيعة هي شحنة الإلكترون ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)، بينما كتلته ($m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$).

تتواجد الشحنات على الأجسام في صورة مضاعفات لهذه الشحنة الأساسية، ولهذا يقال إن الشحنة مكمنة. ومثلما هناك قانون لحفظ الطاقة والكتلة فإن هناك قانون لحفظ الشحنة ينص على:

[مجموع الشحنات الداخلة في أي تفاعل يساوي مجموع الشحنات الناتجة عن التفاعل]

ما هو مفهوم الشحنة الكهربائية؟

تعرف الشحنة الكهربائية بأنها الخاصية الأساسية للمادة التي تحملها بعض الجسيمات الأولية، والتي تتحكم في كيفية تأثر الجسيمات بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي، كما تحدث الشحنة الكهربائية، التي يمكن أن تكون موجبة أو سالبة في وحدات طبيعية منفصلة ولا يتم إنشاؤها أو إتلافها.

تعتبر الشحنة الكهربائية محفوظة في أي نظام معزول، ففي أي تفاعل كيميائي أو نووي، تكون الشحنة الكهربائية الصافية ثابتة.

أنواع الشحنات الكهربائية:

تتكون الشحنات الكهربائية من نوعين: موجبة وسالبة، حيث أن جسمان لهما فائض من نوع واحد من الشحنة يبذلان قوة تنافر على بعضهما البعض عندما يكونان قريبين نسبياً من بعضهما البعض، أما إذا كان الجسمان لهما شحنة معاكسة زائدة، وأحدهما موجب الشحنة والآخر سالب الشحنة، فسيجذب أحدهما الآخر عندما يكون قريباً نسبياً.

تمتلك العديد من جسيمات المادة الأساسية أو دون الذرية خاصية الشحنة الكهربائية على سبيل المثال: للإلكترونات شحنة سالبة والبروتونات شحنة موجبة، لكن النيوترونات لها شحنة صفرية.

وجدت التجربة أن الشحنة السالبة لكل إلكترون لها نفس المقدار، والذي يساوي أيضاً الشحنة الموجبة لكل بروتون، وبالتالي توجد الشحنة في وحدات طبيعية مساوية لشحنة الإلكترون أو البروتون، وهو ثابت فيزيائي أساسي، كما تم إجراء قياس مباشر ومقنع لشحنة الإلكترون، كوحدة طبيعية للشحنة الكهربائية، لأول مرة (١٩٠٩) في تجربة مليكان Millikan oil-drop.

تكون ذرات المادة متعادلة كهربائياً؛ لأن نواتها تحتوي على نفس عدد البروتونات الموجودة في الإلكترونات المحيطة بالنواة، ويتضمن التيار الكهربائي والأجسام المشحونة فصل بعض الشحنة السالبة للذرات المحايدة. ويتكون التيار في الأسلاك المعدنية من انجراف من الإلكترونات يكون فيها واحد أو اثنان من كل ذرة أكثر ارتباطاً من البقية، وتفقد بعض الذرات الموجودة في الطبقة السطحية لقضيب زجاجي شحنة موجبة بفركها بقطعة قماش حريرية، حيث أن إلكترونات تكون تاركة شحنة موجبة صافية؛ بسبب البروتونات غير المحايدة لنواتها، بحيث أن جسم سالب الشحنة يحتوي على فائض من الإلكترونات على سطحه.

وحدة قياس الشحنة الكهربائية:

وحدة الشحنة الكهربائية في نظامي المتر – كيلوجرام – ثانية، نظام (SI) هي الكولوم، حيث يتم تعريفها على أنها مقدار الشحنة الكهربائية التي تتدفق عبر مقطع عرضي لموصل في دائرة كهربائية خلال كل ثانية، وعندما يكون للتيار قيمة أمبير واحد، يتكون الكولوم الواحد من (6.24×10^{18}) وحدة طبيعية من الشحنة الكهربائية، مثل الإلكترونات الفردية أو البروتونات، ومن تعريف الأمبير، فإن الإلكترون نفسه له شحنة سالبة تبلغ (1.6×10^{-19}) كولوم. بينما كتلته $(m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})$.

كثافة الشحنة الكهربائية:

بالنسبة للمجال الكهربائي فإنه من المهم جدًا تحديد تدفق الشحنة، حيث إن هذه المجالات لديها تراكم للشحنات الكهربائية، وبالتالي فإن كثافة الشحنة مهمة جدًا لحساب العديد من الأغراض، إذ يجب حساب كثافة الشحنة هذه بناءً على مساحة السطح بالإضافة إلى حجم الجسم الكهربائي.

تعرف كثافة الشحنة أنها مقياس تراكم الشحنة الكهربائية في مجال معين، ويقاس كمية الشحنة الكهربائية حسب الأبعاد التالية:

- لكل وحدة طول، أي كثافة الشحنة الخطية λ ،

$$\lambda = \frac{q}{l}$$

حيث q هي الشحنة و l هو الطول الذي يتم توزيعها عليه، وستكون وحدة λ بنظام (SI) هي (Coulomb/m).

- لكل وحدة مساحة، أي كثافة الشحنة السطحية σ ،

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

حيث q هي الشحنة و A هي مساحة السطح، ووحدة σ بنظام (SI) هي (Coulomb/m²).

- لكل وحدة حجم، أي كثافة الشحنة الحجمية ρ ،

$$\rho = \frac{q}{V}$$

حيث q هي الشحنة و V هو حجم التوزيع، ووحدة ρ بنظام (SI) هي (Coulomb/m³).

تعتمد كثافة الشحن على توزيع الشحنة الكهربائية ويمكن أن تكون موجبة أو سالبة، وستكون كثافة الشحنة هي مقياس الشحنة الكهربائية لكل وحدة مساحة على السطح، أو لكل وحدة حجم للجسم أو المجال، كما تصف كثافة الشحنة مقدار الشحنة الكهربائية المتراكمة في مجال معين، وبشكل أساسي، يتم حساب كثافة الشحنة لكل وحدة حجم ومساحة السطح والطول.

يقيس مقدار الشحنة الكهربائية لكل وحدة قياس للمساحة، وقد يكون هذا الفضاء واحدًا أو ثنائيًا أو ثلاثي الأبعاد، حيث تعتمد كثافة الشحن على الموضع، والذي يمكن أن يكون سالبًا.

حفظ الشحنة الكهربائية:

الحفاظ على الشحنة في الفيزياء، يعني ذلك ثبات الشحنة الكهربائية الكلية في الكون أو في أي تفاعل كيميائي أو نووي محدد، ولا تتغير الشحنة الإجمالية في أي نظام مغلق أبداً، على الأقل ضمن حدود الملاحظة الأكثر دقة.

في المصطلحات الكلاسيكية، يشير هذا القانون إلى أن ظهور مقدار معين من الشحنة الموجبة في جزء واحد من النظام يكون دائماً مصحوباً بظهور كمية مساوية من الشحنة السالبة في مكان آخر في النظام؛ على سبيل المثال، عند فرك مسطرة بلاستيكية بقطعة قماش، تصبح سالبة الشحنة وتصبح قطعة القماش مشحونة بشكل إيجابي بمقدار مساوٍ.

ملاحظة

١ - عدد الإلكترونات الكلي (N) يساوي الشحنة الكلية مقسوماً على شحنة الإلكترون الواحد (e)، أي:

$$N = \frac{q}{e}$$

٢ - كتلة الإلكترونات الكلية (M) تساوي عدد الإلكترونات مضروباً في كتلة الإلكترون الواحد (m)، أي:

$$M = mN$$

المصادر

- ١ - أساسيات الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل ١٩٩٦
- ٢ - الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف يحيى عبد الحميد الحاج علي / وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة الموصل.
- ٣ - الكهربائية والمغناطيسية ، تأليف ابراهيم ناصر ابراهيم علي / الجزء الثاني/ وزارة التعليم العالي والبحث العلمي / جامعة بغداد ١٩٨٦