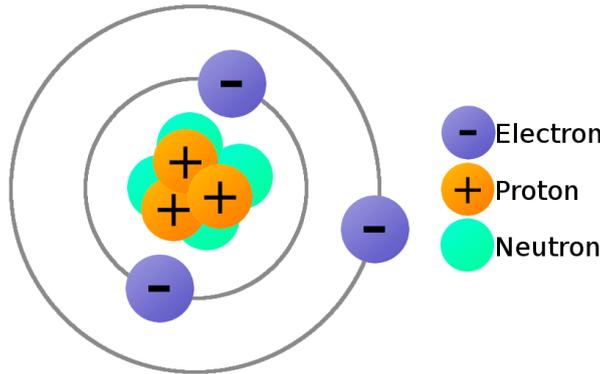


الكهرباء Electricity

1- مصادر الشحنات الكهربائية electric charge

تتكون المادة بشكل عام من عدد كبير من الذرات. تحتوي كل ذرة على نواة موجبة الشحنة يتركز فيها القسم الأعظم من كتلة الذرة. وتحتوي النواة على نيكليونات (بروتونات + نوترونات). البروتون موجب الشحنة والنوترون معتدل الشحنة الكهربائية. يدور حول النواة جسيمات سالبة الشحنة ومتناهية في الصغر تسمى الكترونات. الذرة ككل تكون معتدلة كهربائياً، أي أن مجموع الشحنات الموجبة في الذرة (البروتونات) يساوي عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات). يختلف العدد الكلي للإلكترونات في الذرة من ذرة إلى أخرى وذلك بحسب طبيعة الذرة نفسها.

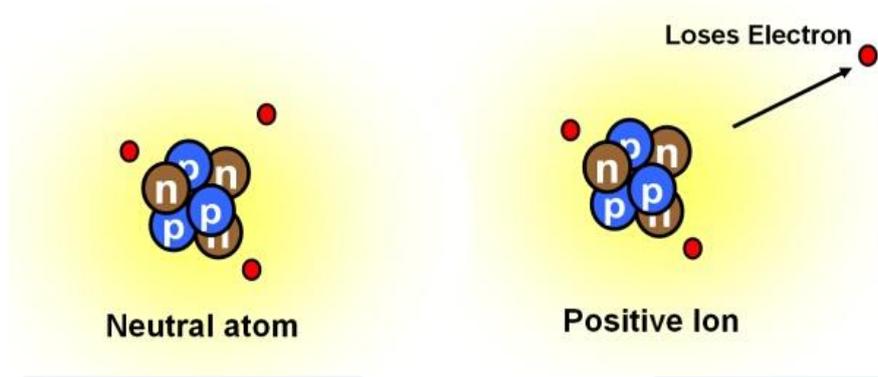


كيف نحصل على الشحنات الكهربائية

عند انتزاع إلكترون من إلكترونات الذرة نحصل على شحنة سالبة التي هي شحنة الإلكترون، والذرة في مثل هذه الحالة تصبح مشحونة بشحنة موجبة مساوية بالمقدار لشحنة الإلكترون ومعاكسة لها بالإشارة. تدعى هذه العملية التي تفقد بها الذرة أو تكتسب إلكترونات بعملية التأين. وتسمى الذرة في مثل هذه الحالة بالذرة الشاردية.

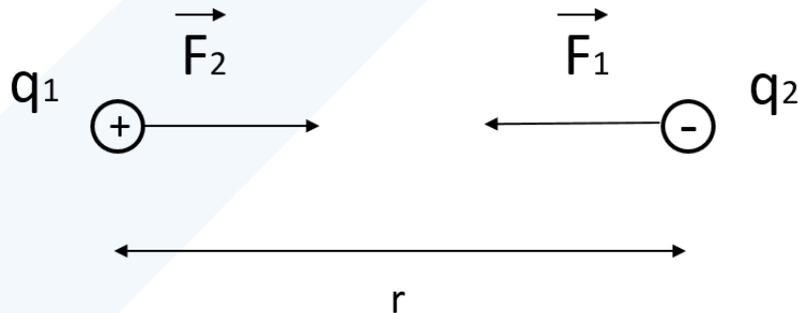
وحدة الشحنة الكهربائية في الجملة الدولية هي الكولوم Coul. شحنة الإلكترون تساوي شحنة البروتون وتعاكسها بالإشارة: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ coul}$. يعرف الكولوم كالتالي: الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطعاً عرضياً من الناقل

خلال ثانية واحدة من أجل شدة للتيار تساوي أمبيراً واحداً. يكون المجموع الجبري للشحنات الموجبة والسالبة الموجودة في جملة معزولة ثابتاً، وهذا ما يدعى بمبدأ انحفاظ الشحنة الكهربائية.



2- قانون كولوم Coulomb's law

إن الشحنات الكهربائية تتدافع أو تتجاذب بقوى معينة. بفرض لدينا شحنتين نقطيتين q_1 , q_2 على مسافة r إحداهما عن الأخرى (الشكل 1).



الشكل (1): تجاذب شحنتين كهربائيتين متعاكستين بالإشارة.

يحصل تدافع بين الشحنتين إذا كانتا من إشارة واحدة، ويحصل تجاذب بينهما إذا كانتا من إشارتين مختلفتين. استنتج العالم كولوم أن القوة F تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الشحنتين وعكسياً مع مربع المسافة بينهما وأن هذه القوة

محمولة على المستقيم الواصل بين هاتين الشحنتين وتتجه نحو الخارج عندما تكون إشارتا الشحنتين متماثلتين وتتجه نحو الداخل عندما تكون إشارتا الشحنتين متعاكستين.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1)$$

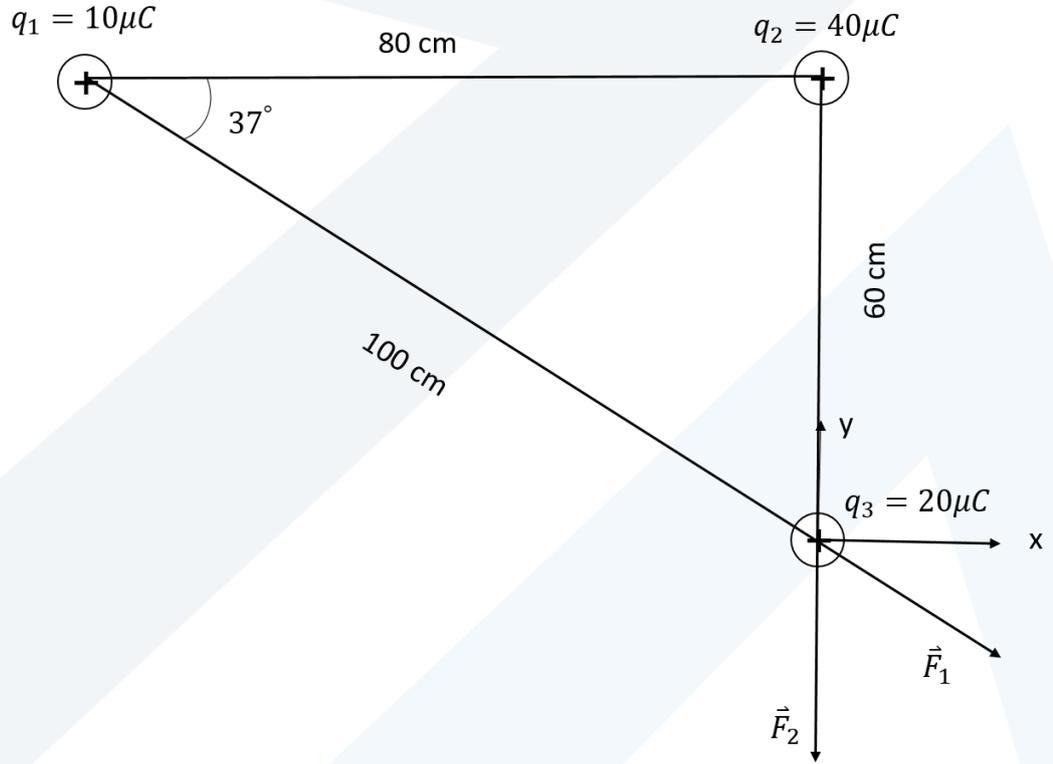
حيث k ثابت التناسب وقيمته $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9$ فيصبح قانون كولون بالشكل:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2)$$

تمارين Exercises

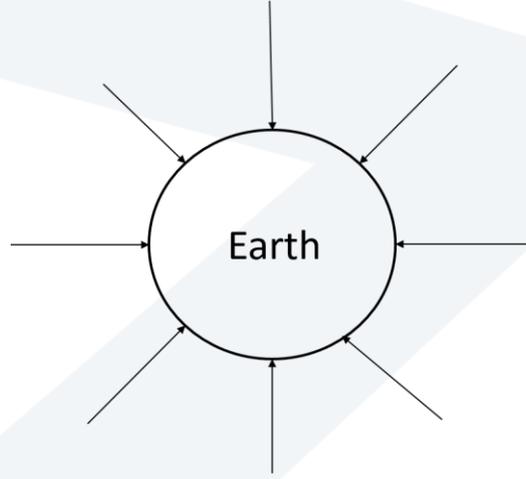
مسألة 1: في ذرة الهيدروجين يبعد الالكترن وسطياً عن البروتون مسافة قدرها $5.3 \times 10^{-11} m$ والمطلوب حساب مقدار القوة الكهربائية الساكنة التجاذبية بين البروتون والالكترن.

مسألة 2: أوجد القوة المؤثرة على الشحنة $q_3 = 20\mu C$ والمرسومة بالشكل:



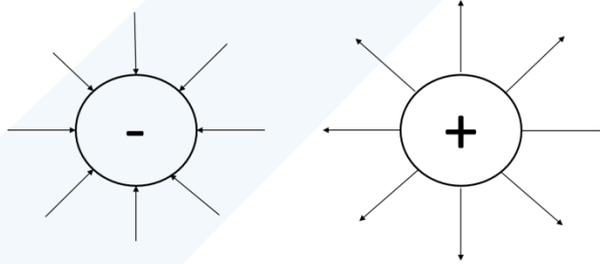
3- الحقل الكهربائي electric field

إذا ترك جسم بالقرب من الأرض فإنه يسقط باتجاه مركز الأرض تحت تأثير قوة تدعى قوة الجاذبية. وعندما نبتعد عن الأرض متجهين نحو الفضاء فإن الجاذبية الأرضية للأشياء تصبح ضعيفة. يمثل حقل الجاذبية الأرضية عادةً بمجموعة من الأسهم المتجهة نحو مركز الأرض (الشكل 2).



الشكل (2): شكل حقل الجاذبية الأرضية.

حقل الجاذبية الأرضية يتجه شعاعياً إلى الداخل ويزداد قوة كلما اقتربنا من مركز الأرض. يعرف اتجاه الحقل الكهربائي بطريقة مماثلة لحقل الجاذبية الأرضية بأنه اتجاه القوة الكهربائية التي تؤثر على شحنة اختبار نقطية.



الشكل (3): اتجاه الحقل الكهربائي لشحنة نقطية موجبة وسالبة.

المجال الكهربائي بالقرب من شحنة سالبة يتجه للداخل نحو هذه الشحنة، بينما يتجه الحقل الكهربائي بالقرب من شحنة موجبة نحو الخارج بحيث تبدو خطوط الحقل الكهربائي مبتعدة عن الشحنة. تسمى هذه الخطوط بخطوط القوة الكهربائية وبالتالي نقول: تنبع خطوط القوة وتخرج من الشحنات الموجبة بينما تتجه نحو الشحنات السالبة وتنتهي عندها.

1-3- شدة الحقل الكهربائي electric field strength المتولد عن شحنة نقطية

تعرف شدة الحقل الكهربائي بأنها القوة الكهربائية \vec{F} المؤثرة على شحنة اختبار صغيرة مقسومة على قيمة هذه الشحنة q_0 . ويمز لها بالرمز \vec{E} .

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (3)$$

واحدة شدة الحقل الكهربائي هي $\frac{V}{m}$.

بفرض لدينا شحنة اختبار مقدارها q_0 تبعد بمقدار r عن شحنة نقطية q فإنه حسب قانون كولوم تكون القوة المؤثرة على الشحنة q_0 هي:

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \vec{u} \quad (4)$$

حيث \vec{u} شعاع الواحدة على المستقيم الواصل بين الشحنتين وبالتالي تكون شدة الحقل الكهربائي عند النقطة q_0 :

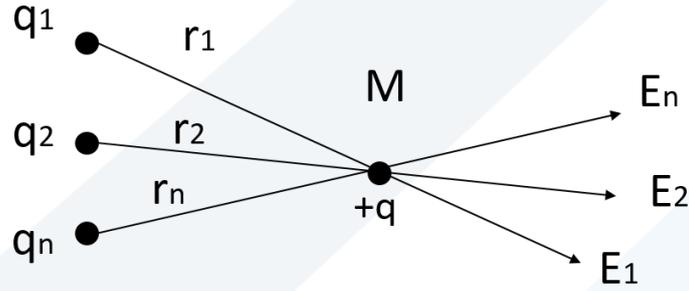
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qq_0}{r^2} \frac{1}{q_0} \vec{u} \quad (5)$$

$$\rightarrow \vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{u} \quad (6)$$

أي أن شدة الحقل الكهربائي المتولد عن شحنة نقطية q تتعلق فقط بقيمة هذه الشحنة وبالبعد r .

2-3- الحقل الكهربائي electric field المتولد عن مجموعة من الشحنات النقطية

بفرض لدينا مجموعة من الشحنات الكهربائية النقطية المعزولة (الشكل 4):



الشكل (4): اتجاه الحقل الكهربائي المتولد عن مجموعة شحنات نقطية تبعد r عن شحنة موجبة.

حيث: q_1 و q_2 ... q_n هي الشحنات الكهربائية التي تبعد مسافات r_1 و r_2 ... r_n عن شحنة اختبار نقطية موجودة في النقطة M . فتكون قيمة الحقل المتولد عن هذه الشحنات في النقطة M :

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i \quad (7)$$

حيث $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$

تمارين Exercises

مسألة 1: أوجد شدة الحقل الكهربائي المتولد على بعد 50 cm من شحنة نقطية موجبة مقدارها 10^{-4} C .

مسألة 2: لتكن الشحنة الكهربائية الموجبة $q_1 = 8 \text{ nC}$ المتوضعة في المبدأ، والشحنة الثانية $q_2 = 12 \text{ nC}$

المتوضعة على المحور x في النقطة $a = 4 \text{ m}$ والمطلوب:

-1 اوجد الحقل الكهربائي في النقطة p_1 تبعد مسافة 7 m عن المبدأ

-2 في النقطة p_2 تبعد مسافة 3 m عن المبدأ.

