

في هذا المحاضرة سنقوم بإدخال مفهوم المجال الكهربائي الناشئ عن الشحنة أو الشحنات الكهربائية، والمجال الكهربائي هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية والذي تظهر فيه تأثير القوى الكهربائية. كذلك سندرس تأثير المجال الكهربائي على شحنة في حالة أن كون السرعة الابتدائية تساوي صفراً وكذلك في حالة شحنة متحركة.

The gravitational field g at a point in space was defined to be equal to the gravitational force F acting on a test mass m_0 divided by the test mass

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m_0}$$

In the same manner, an *electric field* at a point in space can be defined in term of electric force acting on a test charge q_0 placed at that point.

Definition of the electric field

The electric field vector E at a point in space is defined as the electric force F acting on a positive test charge placed at that point divided by the magnitude of the test charge q_0

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

The electric field has a unit of N/C

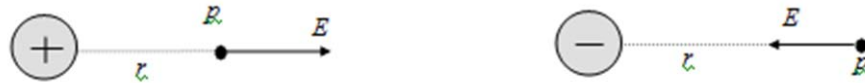
لاحظ هنا أن المجال الكهربائي E هو مجال خارجي وليس المجال الناشئ من الشحنة q_0 كما هو موضح في الشكل 3.1، وقد يكون هناك مجال كهربائي عند أية نقطة في الفراغ بوجود أو عدم وجود الشحنة q_0 ولكن وضع الشحنة q_0 عند أية نقطة في الفراغ هو وسيلة لحساب المجال الكهربائي من خلال القوى الكهربائية المؤثرة عليها.



The direction of E

If Q is +ve the electric field at point p in space is radially outward from Q as shown in figure 3.2(a).

If Q is -ve the electric field at point p in space is radially inward toward Q as shown in figure 3.2(b).



يكون اتجاه المجال عند نقطة ما لشحنة موجبة في اتجاه الخروج من النقطة كما في الشكل 3.2(a)، ويكون اتجاه المجال عند نقطة ما لشحنة سالبة في اتجاه الدخول من النقطة إلى الشحنة كما في الشكل 3.2(b).

Calculating E due to a charged particle

Consider above, the magnitude of force acting on q_0 is given by Coulomb's law

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq_0}{r^2}$$
$$E = \frac{F}{q_0}$$
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

3.5 To find E for a group of point charge

To find the magnitude and direction of the electric field due to several charged particles as shown in figure 3.3 use the following steps

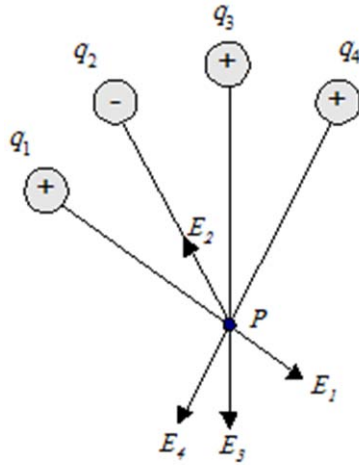


Figure 3.3

(1) نرقم الشحنات المراد إيجاد المجال الكهربائي لها.

(2) نحدد اتجاه المجال الكهربائي لكل شحنة على حده عند النقطة المراد إيجاد محصلة المجال عندها ولنكن النقطة p ، يكون اتجاه المجال خارجاً من النقطة p إذا كانت الشحنة موجبة ويكون اتجاه المجال داخلياً إلى النقطة إذا كانت الشحنة سالبة كما هو الحال في الشحنة رقم (2).

(3) يكون المجال الكهربائي الكلي هو الجمع الاتجاهي لمتجهات المجال

$$E_p = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$$

(4) إذا كان لا يجمع متجهات المجال خط عمل واحد نحل كل متجه إلى مركبتين في اتجاه محوري x و y

(5) نجمع مركبات المحور x على حده ومركبات المحور y .

$$E_x = E_{1x} + E_{2x} + E_{3x} + E_{4x}$$

$$E_y = E_{1y} + E_{2y} + E_{3y} + E_{4y}$$

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

(6) تكون قيمة المجال الكهربائي عند النقطة الفراغ هي

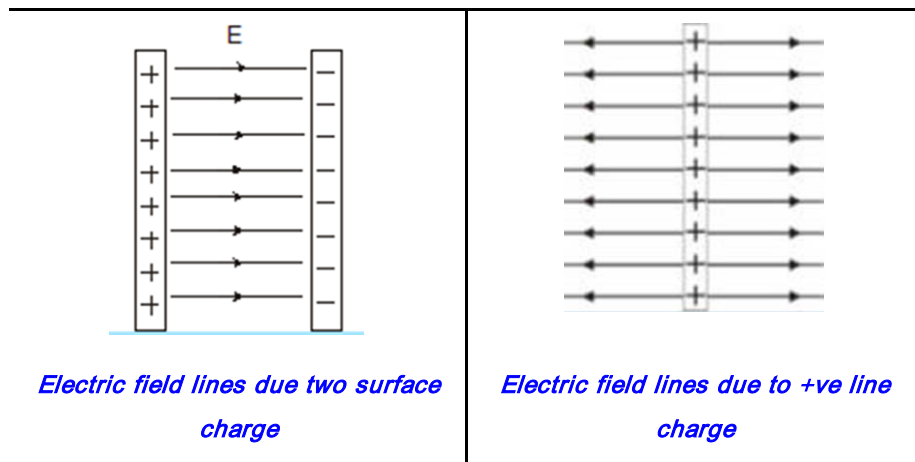
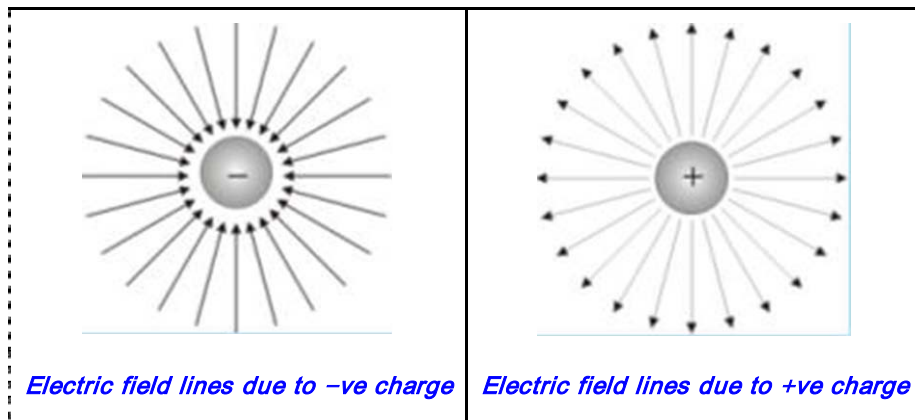
$$\theta = \tan^{-1} \frac{E_y}{E_x}$$

(7) يكون اتجاه المجال هو

The electric lines are a convenient way to visualize the electric field patterns. The relation between the electric field lines and the electric field vector is this:

- (1) The tangent to a line of force at any point gives the direction of E at that point.
- (2) The lines of force are drawn so that the number of lines per unit cross-sectional area is proportional to the magnitude of E .

Some examples of electric line of force



shows some examples of electric line of force

Notice that the rule of drawing the line of force:–

- (1) **The lines must begin on positive charges and terminates on negative charges.**
- (2) **The number of lines drawn is proportional to the magnitude of the charge.**
- (3) **No two electric field lines can cross.**

3.7 Motion of charge particles in a uniform electric field

If we are given a field E , what forces will act on a charge placed in it?

We start with special case of a point charge in uniform electric field E . The electric field will exert a force on a charged particle is given by

$$F = qE$$

The force will produce acceleration

$$a = F/m$$

where m is the mass of the particle. Then we can write

$$F = qE = ma$$

The acceleration of the particle is therefore given by

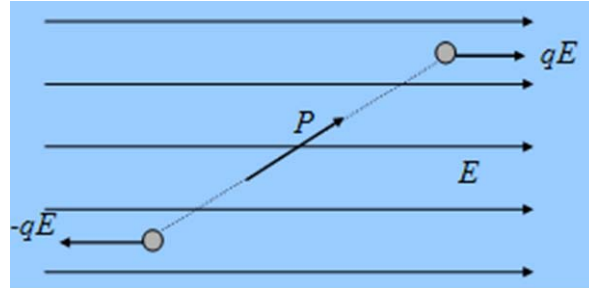
$$a = qE/m$$

If the charge is positive, the acceleration will be in the direction of the electric field. If the charge is negative, the acceleration will be in the direction opposite the electric field.

One of the practical applications of this subject is a device called the (*Oscilloscope*) See appendix A (*Cathode Ray Oscilloscope*) for further information.

The electric dipole in electric field

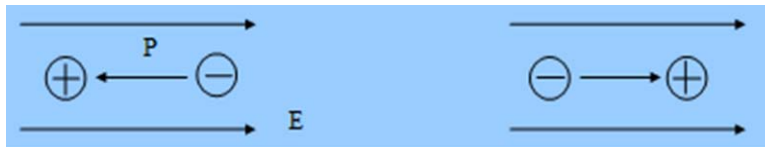
If an electric dipole placed in an external electric field E as shown in figure 3.14, then a torque will act to align it with the direction of the field.



$$\tau = P E \sin \theta$$

where P is the electric dipole moment, θ the angle between P and E

يكون ثنائي القطب في حالة اتزان equilibrium عندما يكون الازدواج مساويا للصفر وهذا يتحقق عندما تكون $(\theta = 0, \pi)$



في الوضع الموضح في الشكل 3.15 i عندما $\theta = 0$ يقال إن ال dipole في وضع اتزان مستقر stable equilibrium لأنه إذا أزيح بزاوية صغيرة فإنه سيرجع إلى الوضع $\theta = 0$ ، بينما في الوضع الموضح في الشكل 3.15 ii يقال إن ال dipole في وضع اتزان غير مستقر unstable equilibrium لأن إزاحة صغيرة له سوف تعمل على أن يدور ال dipole ويرجع إلى الوضع $\theta = \pi$ وليس $\theta = 0$.