الفصل الثالث: المجال الكهربائي (Electric Field)

المقصود بمجال أي شيء هو نفوذ أو تأثير ذلك الشيء. فإذا قلنا إن شيئاً موجود في مجال شيء آخر، فهذا يعني أن الشيء الأول خاضع لنفوذ وتأثير الشيء الثاني (المنتج لهذا المجال). ولذلك يصاحب أي جسم مشحون مجال كهربي يحيط به ويؤثر على أي شحنة تقع داخل حيز هذا المجال بقوة تنافر أو تجاذب حسب نوع هذه الشحنة (موجبة أو سالبة).

شدة المجال الكهربائي: هو القوة الكهربائية التي تؤثر على شحنة اختبارية موجبة وضعت في حيز او مجال تلك القوة.

حيث تمثل E المجال الكهربائي، و F القوة التي يؤثر بها على شحنة اختبار موجبة قيمتها q_0 موضوعة في تلك النقطة بالتالي فان وحدة قياس شدة المجال هي (N/C)ومن خصائص شحنة الاختبارأنها موجبة و صغيرة جدا.

حساب المجال الكهربائي (شدة المجال)

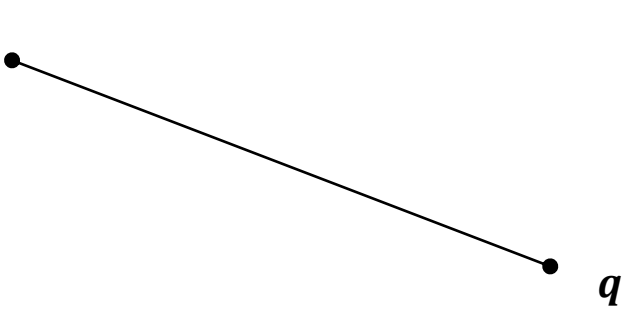
١-شدة المجال الكهربائي لشحنة نقطية

ولإيجاد المجال الكهربائي E الناتج عن شحنة نقطية Q، عند نقطة مثل p تبعد عن الشحنة مسافة r، كما في الشكل ادناه. نفترض وجود شحنة اختبار موجبة صغيرة، مثل q_0 في النقطة. ثم نحسب القوة التي تؤثر بها الشحنة Q على شحنة الاختبار q_0، و أخيراً نقسم القوة F على q_0 لإيجاد قيمة E.

$$\vec{F} = K\frac{Qq}{r^2}\vec{r}$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = K\frac{Q}{r^2}\vec{r}\Big/q$$

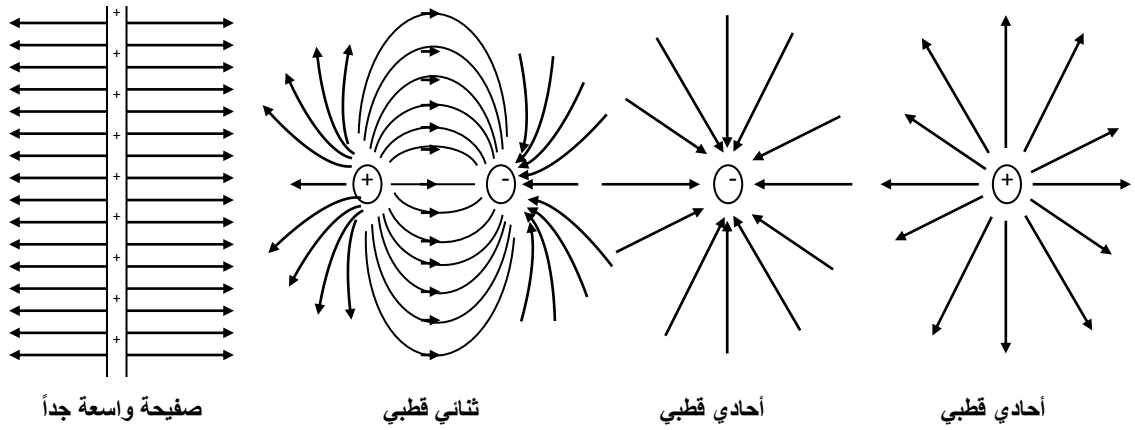
$$\overrightarrow{E_P} = K\frac{Q}{r^2}\vec{r}$$



$\vec{r}$ هي وحدة متجه تأثير المجال

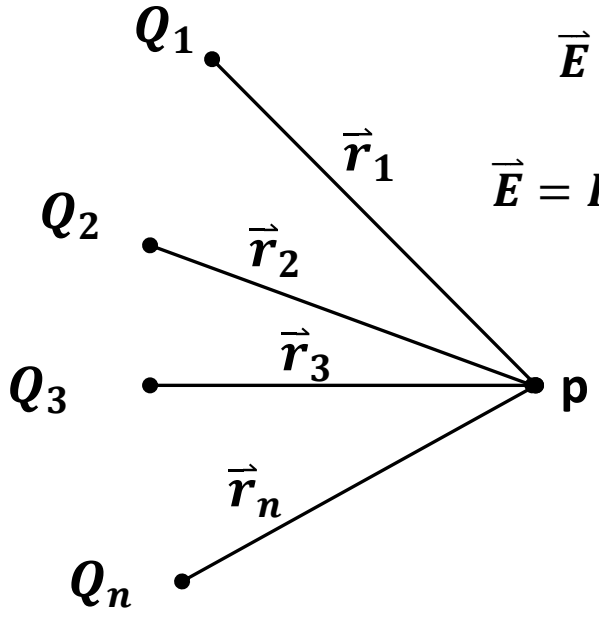
ونلاحظ من هذه المعادلة أن المجال E لا يعتمد على مقدار شحنة الاختبار q_0، و إنما يعتمد على الشحنة Q(مصدر المجال)، و على المسافة r (التي تحدد مكان النقطة المراد حساب المجال عندها). **وبينما يكون اتجاه المجال E الناتج عن شحنة موجبة هو اتجاه r (مثل اتجاه القوة F) يكون اتجاه المجال E الناتج عن شحنة سالبة يكون عكس اتجاه r.**

لذلك يأخذ المجال الكهربي نفس اتجاه القوة إذا كانت الشحنة المتأثرة موجبة أما إذا كانت الشحنة المتأثرة سالبة فيكون اتجاه المجال عكس اتجاه القوة.



٢-شدة المجال الكهربائي لمجموعة شحنات

لإيجاد محصلة شدة المجال في نقطة P نحسب شدة المجال لكل شدة نقطية ثم تجمع هذه النقاط المقادير جمعا متجها.

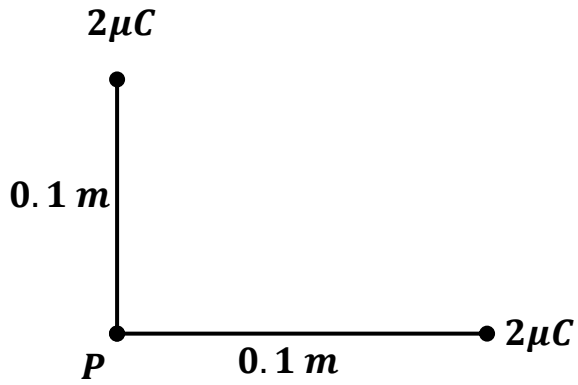


$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \dots \vec{E}_n$$

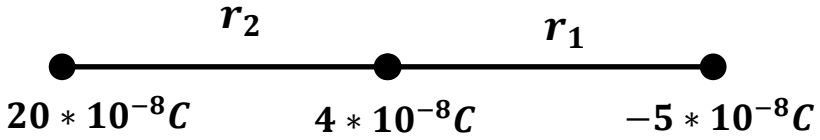
$$\vec{E} = K\frac{Q_1}{{r_1}^2}\vec{r_1} + K\frac{Q_2}{{r_2}^2}\vec{r_2} + K\frac{Q_3}{{r_3}^2}\vec{r_3} \dots K\frac{Q_n}{{r_n}^2}\vec{r_n}$$

$$\vec{E} = K\sum_{i=1}^{n}\frac{Q_i}{{r_i}^2}\vec{r_\iota}$$

مثال (1) شحنتان موضوعتان كما في الشكل مقدار كل منهما 2 μC اوجد مقدار واتجاه محصلة المجال الكهربائي المؤثر عند نقطة الأصل للمحاور المتعامدة علما ان المسافة بين نقطة الأصل والشحنتان 0.1m؟

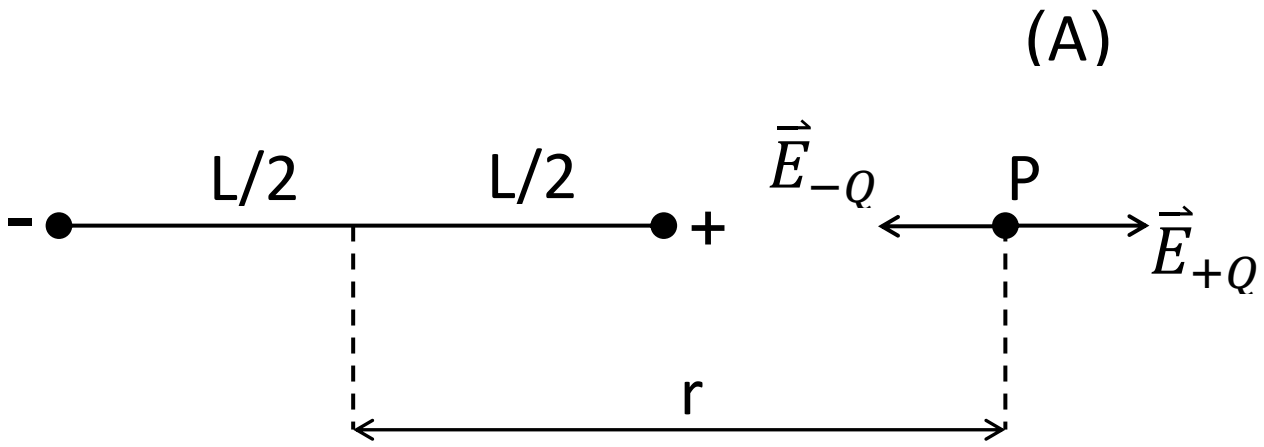


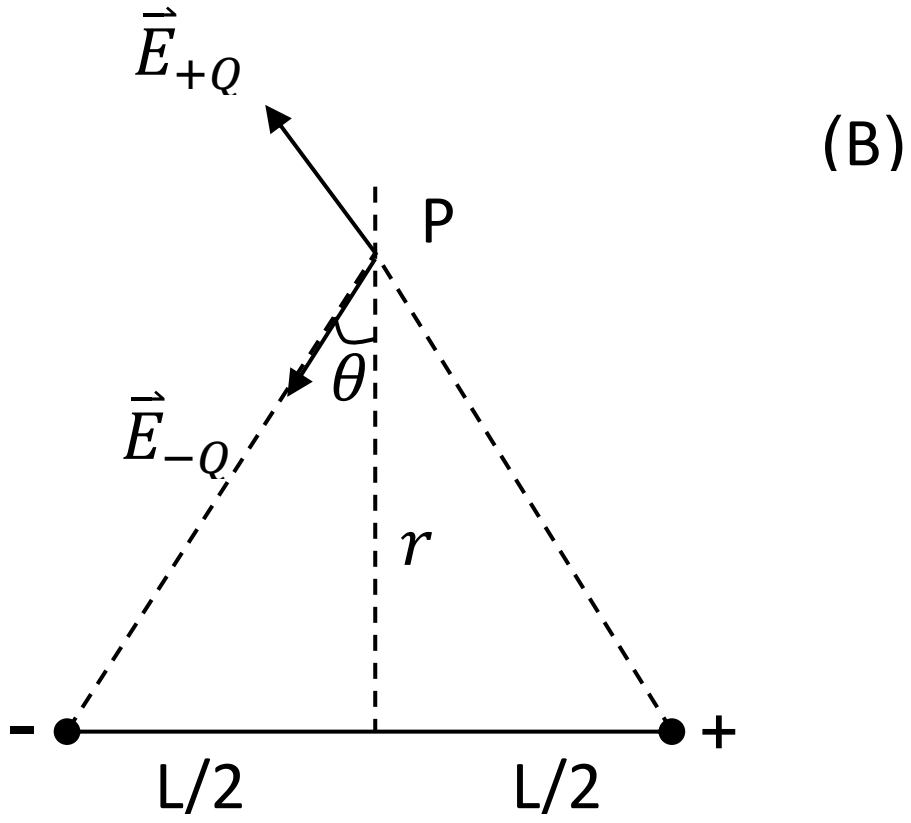
مثال (2) جد مقدار القوة المؤثرة على الشحنة $4 * 10^{-8}$ C وضعت في منتصف المسافة بين الشحنتين $-5 * 10^{-8}$ C ، $20 * 10^{-8}$ C اذا علمت ان المسافة هي 10cm باستخدام قانون المجال الكهربائي ؟



المجال الكهربائي لثنائي القطب (Electric field a dipole)

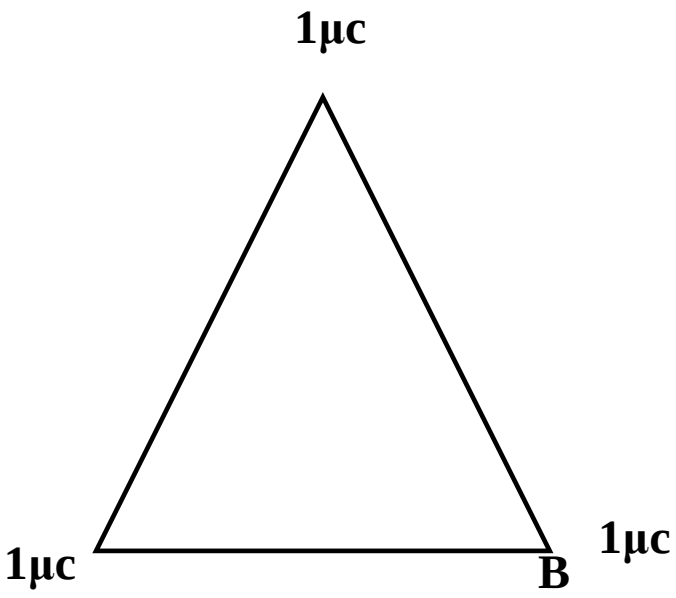
حيث يكون ثنائي القطب الكهربائي من شحنتين متساويتين مقداراً ومختلفتين في النوع أي ان احداهما شحنة موجبة والأخرى شحنة سالبة وتفصلهما مسافة معينة. وسنأخذ المجال الناشئ من ثنائي القطب في الأوضاع المبينة في الشكل التالي.





مثال(٣) ثنائي قطب كهربائي مقدار كل شحنة فيه Q والمسافة الفاصلة بين شحناته. L ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي الذي يؤثر به هذا الثنائي في نقطة a) تقع على امتداد محوره وتبعد مسافة r عن المركز؟ b) تقع على العمود المنصف المار في مركزه؟

مثال(٤) ثلاث شحنات كهربائية مقدار كل منها 1μc وضعت عند زوايا مثلث متساوي الاضلاع طول ضلعه 0.1m احسب القوة المؤثرة في الرأس B باستخدام قانون المجال الكهربائي؟



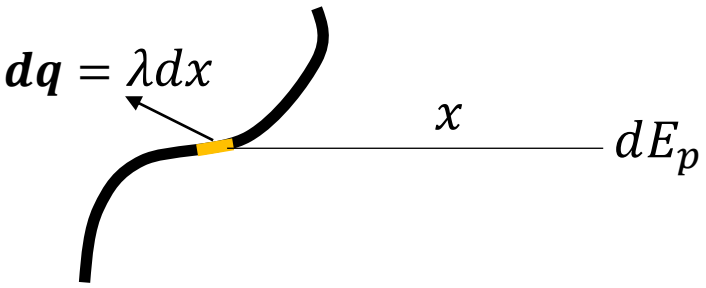
المجال الكهربائي للأجسام المشحونة

لحساب شدة المجال الكهربائي إذا كانت الشحنة الكهربائية موزعة طوليا، سطحيا او حجميا على جسم نتبع ما يلي:

اولاً: يصبح قانون المجال الكهربائي للاجسام المشحونة تفاضلي

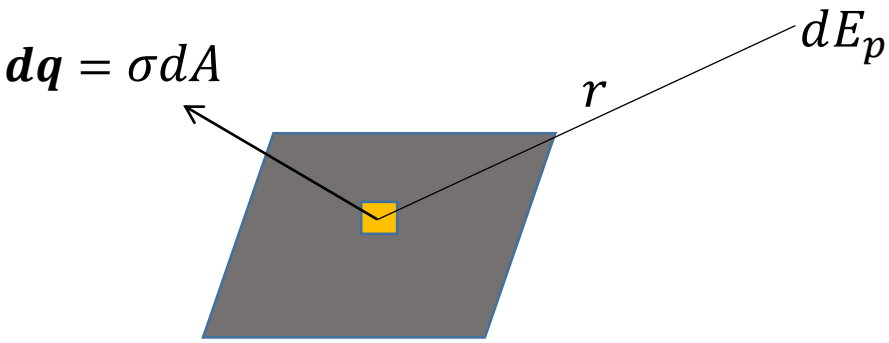
$$d\vec{E} = K\frac{dq}{r^2}\vec{r}$$

ثانيا : **اذا كان التوزيع بكثافة خطية** $\lambda\ {}^{c}/_{m}$



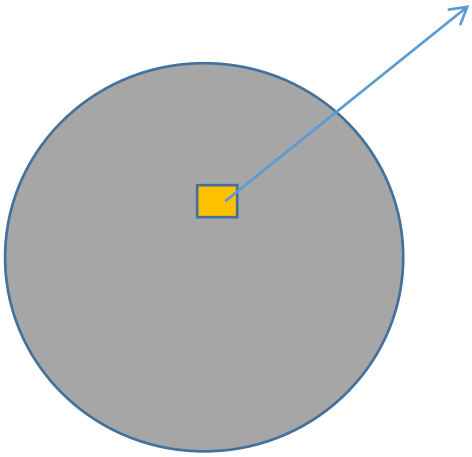
$$\vec{E} = \int d\vec{E} = \int_{r2}^{r2} K\frac{\lambda dx}{x^2}\vec{x} = k\lambda\int_{r2}^{r2}\frac{dx}{x^2}\vec{x}$$

ثالثا:اذا كان التوزيع بكثافة سطحية $\sigma\ {}^{c}/_{m^2}$

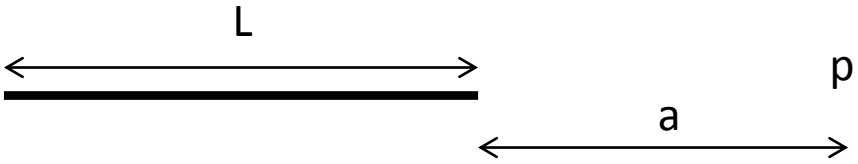


ثالثا:اذا كان التوزيع بكثافة حجمية $\rho\ ^{c}/_{m^3}$

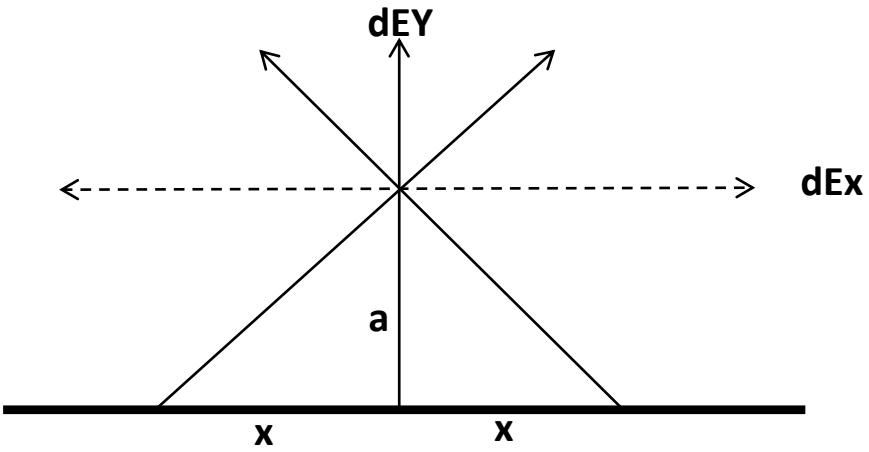
$$dq = \rho dV$$



مثال: سلك طوله L يقع على امتداد المحور x يحمل شحنة موجبة مقدارها q موزعة بكثافة طولية .احسب شدة المجال الكهربائي في نقطة p التي تبعد مسافة a عن احدى نهايتيه ؟



مثال: شحنة موجبة مقدارها q موزعة بكثافة طولية على طول سلك مستقيم طويل جدا ، مامقدار واتجاه المجال الكهربائي الذي يؤثر به هذا السلك في نقطة تبعد مسافة a على امتداد العمو المنصف لمحوره؟



مثال: شحنة خطية موجبة موزعة بانتظام على حلقة نصف قطرها R . احسب شدة المجال في النقطة الواقعة على محور الحلقة وعلى بعد a من مركزها ؟