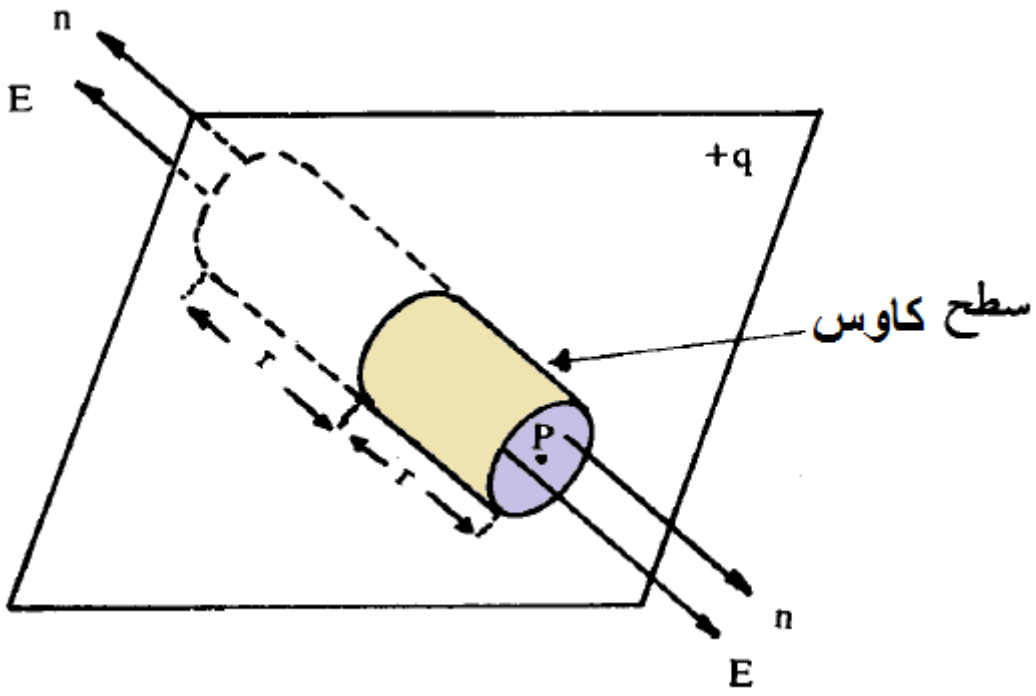
4- شدة المجال خارج موصل مستو لانهائي الابعاد مشحون

Field of an infinite plane sheet of charge

لتكن q شحنة موجبة موزعة على سطح مستو غير محدود الأبعاد كما في الشكل ولنفرض أن σ كثافته السطحية . فلإيجاد قيمة المجال عند P التي تقع خارج السطح المستوى وعلى مسافة قدرها r من هذا السطح ، نتصور سطحا كاوسيا مارا بالنقطة P وعلى شكل غلاف أسطواني مساحة مقطعه S بحيث تمر إحدى قاعدتيه بالنقطة P بينما تظهر الأخرى في الجانب الآخر من الصفحة . لما كانت خطوط القوى عمودية على سطح الصفحة كانت هذه الخطوط تخترق قاعدتي الغلاف الأسطواني .



وبتطبيق نظرية جاوس يكون : $ES + ES = \frac{q}{\varepsilon_0}$

$$\therefore E = \frac{1}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$ .....

حيث $q = \sigma S$ يمثل الشحنة الكلية عند سطح جاوس .

ويتضح من هذه المعادلة أن شدة المجال E لا تتوقف على المسافة r ولكنها تتوقف فقط على كثافة الشحنة σ على اللوح . ويسمى مثل هذا المجال بالمجال المنتظم وهو المجال الذي لا يتغير بتغير المسافة ويمثل بخطوط قوى متوازية .

يمثل الشكل صفيحتين متوازيتين لهما الخواص نفسها من حيث الطول والمادة والسمك وأعطيت لكل منهما الشحنة نفسها ولكنها سالبة على إحداهما وموجبة على الأخرى.
وباعتبار أن المسافة بين الشحنتين على سطحيْ الصفيحتين المتقابلتين مهملة بالنسبة لطولهما تكون شدة المجال في أي نقطة خارج أو داخل الصفيحتين عبارة عن محصلة مجالي الصفيحتين E_1 و E_2.

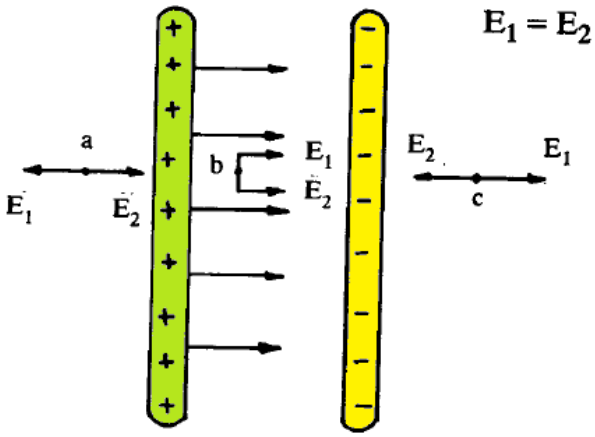
فعند النقطتين a , c مثلا تكون المركبتان E_1 و E_2 متساويتين في المقدار ومتضادين في الاتجاه أي عند كل نقطة من هذه النقط الخارجية يكون $E = 0$ بينما عند نقطة ما بين الصفيحتين مثل b تكون المحصلة :

$$E = E_1 + E_2 \quad \text{.....} \quad (٥٦)$$

ولكن من المعادلة (٥٥) نجد أن :

$$E_1 = E_2 = \frac{1}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad \text{.....} \quad (٥٧)$$



أي أن شدة المجال الكهربي عند أي نقطة بين الصفيحتين تعتمد على كثافة الشحنة σ فقط. والمجال الكهربي بين الصفيحتين هو مجال منتظم (uniform) ولذلك يعرف بأنه ذلك المجال الذى تكون فيه خطوط القوى الكهربية متوازية وعلى أبعاد متساوية من بعضها، أي أن شدة المجال ثابتة في أي مكان داخل المجال مقدارا واتجاها.

5- المجال والشحنة داخل وخارج موصل

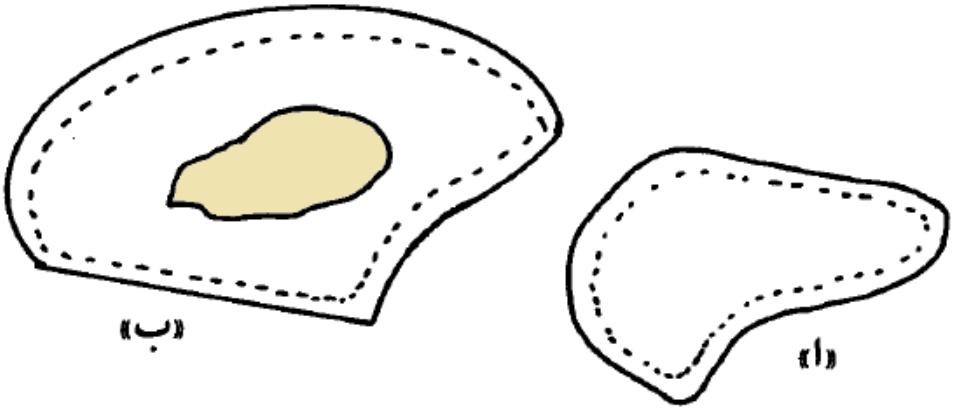
Field and charge within and without a conductor.

إذا تعرضت الشحنات الحرة داخل موصل ما لمجال كهربي فإنها ستتحرك وإذا استمر المجال الكهربي بطريقة أو بأخرى داخل الموصل حدثت حركة مستمرة للشحنات الحرة (هذه الحركة تسمى تيارا) أما إذا لم يكن هناك مجال بداخل الموصل فلن تتحرك الشحنات الحرة وهذا يعني أنه إذا كانت الشحنات الحرة بداخل الموصل ساكنة، فإن المجال بداخل الموصل يجب أن يساوي صفرا.

بالاستعانة بهذه النتيجة وبقانون كاوس يمكن إثبات أنه إذا كان الموصل مشحونا، فإن الشحنة تتركز كلها على سطح الموصل سواء كان مصمتا أو أجوفا. يمثل شكل موصلا مصمتا غير منتظم الشكل مشحونا بشحنة قدرها q ولنفرض أن بداخله سطحا كاوسيا (يمثله الخط المنقوط) ملاصق لسطح الموصل وطبقا لقانون كاوس فإن عدد خطوط القوى التي تخترق هذا السطح إلى الخارج تساوي $\frac{1}{\varepsilon_0}q$. فإذا كانت الشحنات الموجودة بداخل الموصل ساكنة، فإن شدة المجال الكهربي عند جميع النقط داخل الموصل تساوي صفر. ويكون عندئذ عدد خطوط القوى التي تنفذ من السطح المنقط تساوي صفرا.

$$\Phi = \frac{1}{\varepsilon_0} q = 0 \quad \Rightarrow \quad \therefore q = 0$$

أي أن الشحنة داخل هذا السطح تساوي صفرا. وهذا يعني أن الشحنة توجد خارج السطح المنقوط لأن هذا السطح يقع على مسافة متناهية الصغر من سطح الموصل فإن كل الشحنة الزائدة الموجودة على الموصل توجد على السطح.



شكل : أ ـ موصل مصمت غير منتظم الشكل. ب ـ موصل أجوف غير منتظم الشكل.

وإذا لم يكن الموصل مصمتا بل أجوفا في الشكل فستظل النتيجة السابقة صحيحة. وبتطبيق قانون كاوس على السطح المنقوط في الشكل ــ ينتج أنه لا يمكن أن توجد شحنة ما بداخل السطح، من ثم لا يجود مجال ولا توجد شحنة في التجويف ولذلك فإن ظاهرة تلاشي المجال داخل موصل مقفل هي أساس نتعارف على أنه الاحتواء الكهربي أو التغليف الكهربي أو الحجب الكهربي (electrostatic shielding) وصمام الراديو والمكشاف الكهربي (electroscope) يمكن عزلها عن تأثير الشحنات الأخرى بإحاطتها بموصل.