1.1- قانون كاوس (Gauss's Law)

تطرقنا سابقا ان عدد خطوط القوة الكهربائية لوحدة المساحة التي تقطع سطحاً عمودياً على المجال الكهربائي يساوي شدة المجال الكهربائي في تلك المنطقة التي رسم فيها السطح . اما **العدد الكلي لخطوط القوة التي تقطع السطح فيدعى بفيض المجال الكهربائي ويرمز له بالحرف الاغريقي ϕ .**

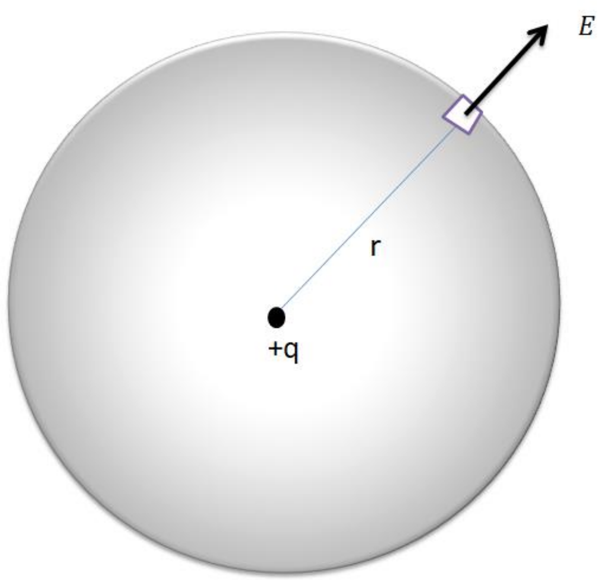
فاذا افترضنا وجود سطح عمودي على مجال كهربائي شدتة E لاصبح الفيض

$$\phi = ES \qquad (12)$$

حيث S تمثل مساحة السطح

هذه العلاقة يصبح استعمالها في جميع الحالات التي يكون فيها مقدار شدة المجال متساوياً لجميع نقاط السطح . واتجاه المجال عمودياً على السطح .

فاذا تاملنا المجال الناشيء عن الشحنة النقطية الموجبة q المبينة في الشكل (8) لوجدنا خطوط القوة منبعثة من الشحنة بشكل شعاعي كما هو مبين سابقاً في الشكل (3a) . والان نفترض وجود سطح كروي خيالي يحيط بالشحنة النقطية بحيث ينطبق مركزه مع الشحنة . وطبقاً للمعادلة (6) نجد ان مقدار شدة المجال يكون متساوياً لجميع نقاط السطح المفترض ويساوي .



شكل(8)

$$E = k\frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{q}{r^2}$$

اذا ان r تمثل نصف قطر هذا السطح الخيالي .

وبما ان المجال في هذه الحالة هو بالاتجاه الشعاعي فعندئذ يكون السطح الكروي عمودياً علية. وبذلك يصبح بالامكان استعمال المعادلة (12) لحساب الفيض . وبالتعويض عن مساحة السطح الكروي S ومقدار E نحصل على

$$\phi = (\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\ \frac{q}{r^2})\ (4\pi r^2)$$

اي ان :

$$\boldsymbol{\phi = \frac{q}{\varepsilon_0}} \qquad \text{...} \qquad (13)$$

1.2- السعة الكهربائية (Electric Capacitance)

الجهد الكهربائي لموصل كروي معزول في الفراغ هو

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

اذا ان q تمثل الشحنة الموضوعة على الجسم الكروي الذي نصف قطره R . ويمكن كتابة هذه المعادلةبالشكل الاتي

$$q = (4\pi\varepsilon_0 R)V$$

اذ يتضح ان الشحنة التي يحملها الموصل الكروي تتناسب طرديا مع جهده الكهربائي. وقد اثبتت التجارب ان هذه النتيجة تنطبق على كافة الموصلات المشحونة مهما كانت اشكالها . ومن ذلك يتبين انه يمكن زيادة الشحنة الموضوعة على اي موصل فيرتفع بذلك جهده . ولكن هذه الزيادة اذا استمرت فأنها ستؤدي الى ارتفاع الجهد الى الحد الذي يحدث عنده التفريغ الكهربائي . ويمكن تشبيه ذلك بضخ الغاز في اناء ذو حجم معين ، فكلما زادت كمية الغاز التي تضخ في الاناء كلما زاد ضغط الغاز حتى يصل الى درجة من الارتفاع يؤدي الى انفجار الاناء .

اما مقدار الزيادة في الشحنة التي توضع على الموصل والتي تسبب زيادة معينة في جهده او بمعنى اخر نسبة الشحنة الى الفولتية ، فانها تعتمد على شكل الموصل وحجمه كما تعتمد على الموصلات المشحونة الاخرى المتواجدة في المنطقة المجاورة . فكما ان عدد جزيئات الغاز التي يمكن ضخها في الاناء تعتمد على كل من ضغط الغاز وعلى حجم الاناء ، كذلك نجد ان الشحنة التي توضع على الموصل تعتمد على كل من جهده وسعته الكهربائية .

تعرف سعة الموصل بأنها نسبة كمية الشحنة التي يحملها الموصل الى جهده الكهربائي .

اي ان

$$C = \frac{q}{V} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

ومن المعادلتين (15 & 14) نجد ان السعة لكرة موصلة معزولة في الفراغ تساوي

$$C = 4\pi\varepsilon_0 R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

من المعادلة (15) تظهر لنا وحدات السعة والمسماه فاراد (Farad) وهي (كولوم / فولت)

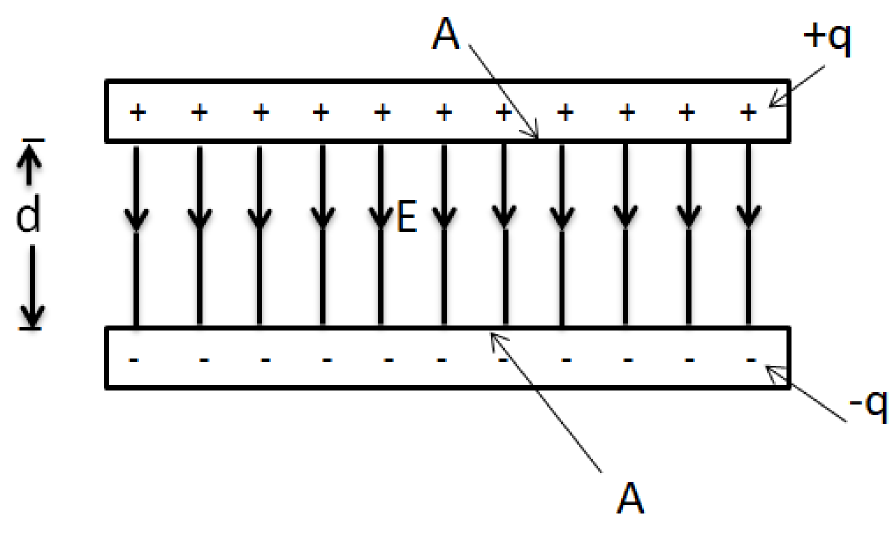
$$1F = \frac{1C}{1V}$$

وهذا يعني ان السعة تساوي فاراد واحد اذا احتاجت المتسعة الى شحنة مقدارها كولوم واحد لرفع فرق الجهد بين طرفيها بمقدار فولت واحد .

تعتمد قيمة السعة على الشكل الهندسي للوحي المتسعة وعلى المسافة الفاصلة بين اللوحين وعلى نوع الوسط العازل بينهما الا اننا سناخذ اولا الحالة الخاصة التي يكون فيها الوسط الفاصل بين اللوحين الهواء .

- **حساب السعة الكهربائية لمتسعة ذات اللوحين المتوازية**

من الملاحظ انة من التسمية يتضح لنا انها عبارة عن لوحين متوازيين يفصل بينهما طبقة رقيقة من مادة عازلة او (فراغ). ويتم شحن المتسعة بان يربط اللوحين الى قطبي بطارية كهربائية فيكتسب اللوح المتصل بالقطب الموجب شحنة موجبة اما اللوح الاخر فيكتسب شحنة سالبة مساوية في مقدارها الشحنة الموجبة . والشكل (9) يبين متسعة من هذا النوع احد لوحيها يحمل شحنة قدرها $+q$ والاخر $-q$ ومساحة كل منهما A ويفصلهما الفراغ . واذا كانت المسافة بين اللوحين d صغيرة مقارنة مع ابعاد اللوحين ، فان المجال الكهربائي بين اللوحين يمكن اعتباره منتظماً . وبذلك تكون خطوط القوة الكهربائية متوازية ومتساوية البعد عن بعضها البعض (عدا المنطقة المحيطة بحافات اللوحين حيث تكون الخطوط منحنية والمجال غير منتظم) .



شكل (9)

ان مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين يساوي

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0 A} \qquad \dots\dots\dots\dots \qquad (17)$$

حيث ان (σ) هي الشحنة لوحدة المساحة مقاسة بالكولوم لكل متر مربع

وبما ان المجال الكهربائي بين اللوحين منتظم فان فرق الجهد بينهما هو

$$V = Ed = \frac{q}{\varepsilon_0 A} d \qquad \dots\dots\dots\dots \qquad (18)$$

لذا فان سعة المتسعة ذات اللوحين المتوازيين تصبح

$$C = \frac{q}{V} = \varepsilon_0 \frac{A}{d} \qquad \dots\dots\dots\dots \qquad (19)$$

ومن هذه المعادلة نلاحظ ان السعة مقدار ثابت لمتسعة معينة لا تعتمد على شحنة النتسعة . بل تتناسب طردياً مع مساحة اللوحين وعكسياً مع المسافة بينهما .

مثال3

كم متراً مربعاً تحتاج من الصفائح المعدنية لصنع متسعة ذات لوحين متوازينين سعتها فاراد واحد بحيث يكون سمك الطبقة الهوائية الفاصلة بين لوحيها مليمتراً واحد ؟

الحل:

يمكن حساب مساحة كل لوح من المعادلة (19) فينتج

$$A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{(1F)(1 \times 10^{-3} m)}{8.85 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}}$$

$$= 1.13 \times 10^{8} m^2$$

$$= 113 km^2$$

ومن الطبيعي ان نحتاج ضعف هذه المساحة لعمل لوحي المتسعة . ان هذا العدد الكبير لمساحة اللوح ان دل على شيء فأنما يدل على ان الفاراد وحدة كبيرة جداً للاغراض العملية ، ولهذا يفضل استخدام المايكروفاراد والبيكوفاراد .