

قانون كولومب - Coulomb Yasası



$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \text{ N}$$

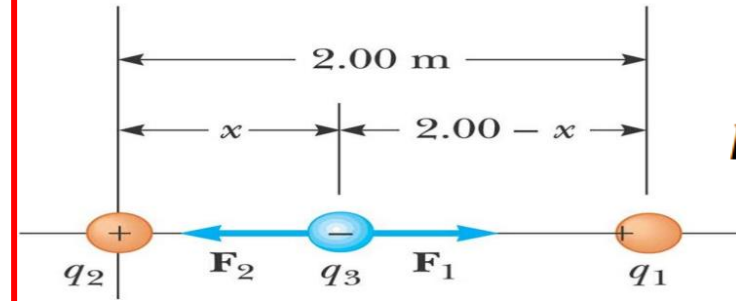
$$k = 8.9875 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

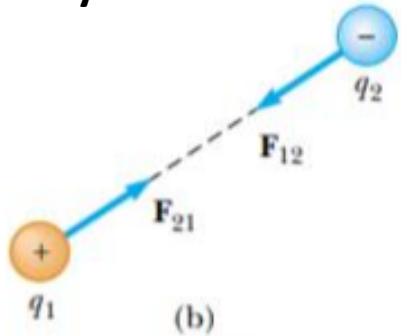
الجسيمة	الشحنة (C)	الكتلة (kg)
الإلكترون	$-1.6021917 \times 10^{-19}$	9.1095×10^{-31}
البروتون	$+1.6021917 \times 10^{-19}$	1.67261×10^{-27}
النيوترون	0	1.67492×10^{-27}

- الاتزان الكهربائي يعني أن محصلة القوى الكهربائية المؤثر على شحنة من قبل شحنتين أو أكثر تساوي الصفر.



$$k \frac{|q_3||q_1|}{(2-x)^2} = k \frac{|q_3||q_2|}{x^2}$$

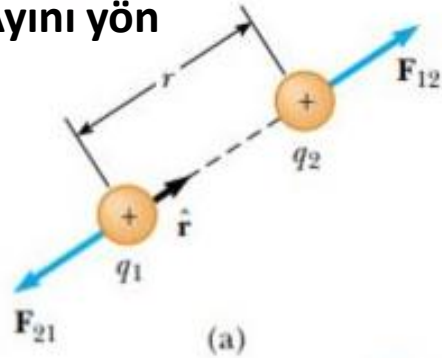
زيت yön



$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

أىنى yön



$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{21}|$$

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

عندما تؤثر أكثر من شحنة ويكون هناك عدة قوى نستعمل مبدأ التراكب , حسب التالي

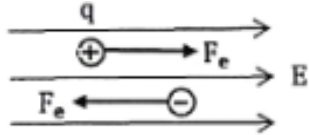
أولاً	حسب جميع القوى F_1 و F_2 المؤثرة على الشحنة المطلوب حساب محصلة القوى عليها		
ثانياً	رسم مخطط القوى لتحديد اتجاهات القوى المختلفة .		
ثالثاً	إذا كانت القوتان بنفس الاتجاه	$F_R = F_1 + F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F_1 و F_2
	إذا كانت القوتان متعاكستين	$F_R = F_1 - F_2$	اتجاه F_R يكون بنفس اتجاه F الأكبر
	إذا كانت القوتان متعامدتان	$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$	اتجاه F_R يكون $\theta = \tan^{-1}(\frac{F_y}{F_x})$

حساب
محصلة
القوى



المجال الكهربائي – Elektrik Alan

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



$$F_e = |q| \cdot E$$

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

عند وضع شحنة داخل مجال كهربائي فإنها تتأثر بقوة

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \quad \left[\frac{N}{C} \right]$$

$$\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a}$$

$$\begin{aligned} x &= v \cdot t & v &= \frac{1}{2} a t^2 \\ v &= a \cdot t & t &= \frac{x}{v} \end{aligned}$$

تأثير المجال الكهربائي على الشحنة
 $q \rightarrow \oplus$ \vec{E} ile \vec{a} aynı yön
 $q \rightarrow \ominus$ \vec{E} ile \vec{a} zıt yön

تمثل حركة جسيمة مشحونة في مجال كهربائي منتظم (الذي يمثل بخطوط متوازية متساوية المسافة فيما بينها) حركة المقذوفات في مجال جذب الأرض. فعند تعرض شحنة q ذات كتلة m لمجال \vec{E} تخضع لقوة كهربائية $\vec{F} = q\vec{E}$ تتسبب في تحركها بتسارع \vec{a} ، وحسب قانون نيوتن الثاني في الحركة

$$\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a}$$

- ويجب التنبيه إلى ان كل جسم أو جسيم يحمل شحنة كهربائية ينتشر حوله مجال كهربائي.
- يكون اتجاه المجال الكهربائي في نفس اتجاه القوة المؤثرة على شحنة الاختبار الموجبة.
- وفي عكس اتجاه القوة إذا كانت شحنة الاختبار سالبة.
- خطوط القوى الكهربائية هي خطوط وهمية تستخدم لوصف المجال الكهربائي مقدارا واتجاها.

معادلات الحركة بتسارع ثابت في بعد واحد و
ليكن x هي :

$$v = v_0 + at$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

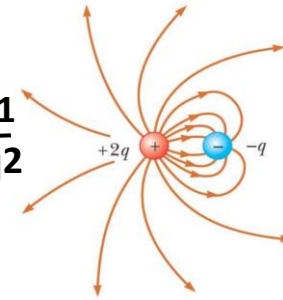
$$x - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

Hacimsel yük yoğunluğu $\rho \equiv \frac{Q}{V}$

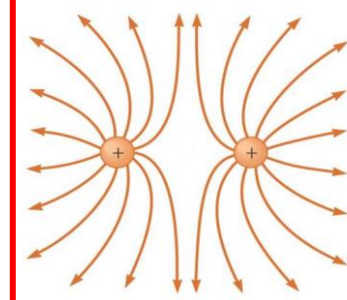
Yüzeysel yük yoğunluğu $\sigma \equiv \frac{Q}{A}$

Çizgisel yük yoğunluğu $\lambda \equiv \frac{Q}{\ell}$

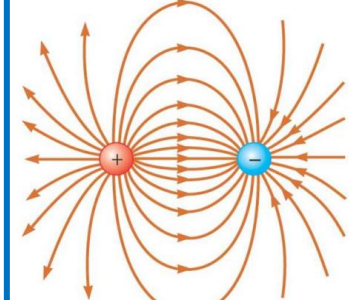
$$\frac{8}{16} = \frac{-q1}{+q2}$$



- خطوط المجال في حالة شحنتين مختلفتين في القيمة والنوع

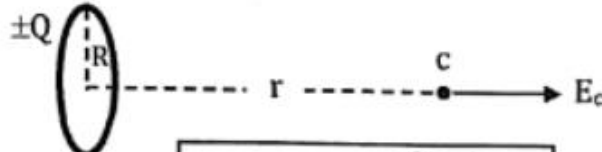


- خطوط المجال في حالة شحنتين متساويتين في القيمة والنوع



- خطوط المجال في حالة شحنتين متساويتين في القيمة ومختلفتين في النوع

لإيجاد المجال عند نقطة تقع على بعد (r) من مركز حلقة مشحونة وعلى محورها (بفرض R نصف قطر الحلقة):

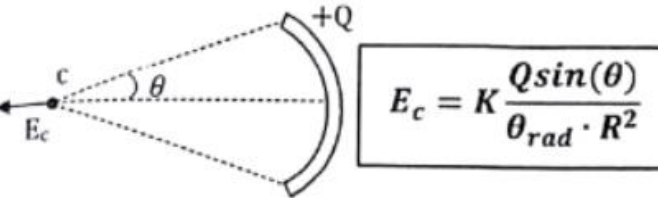


$$E_c = k \cdot \frac{Q \cdot r}{(R^2 + r^2)^{3/2}}$$

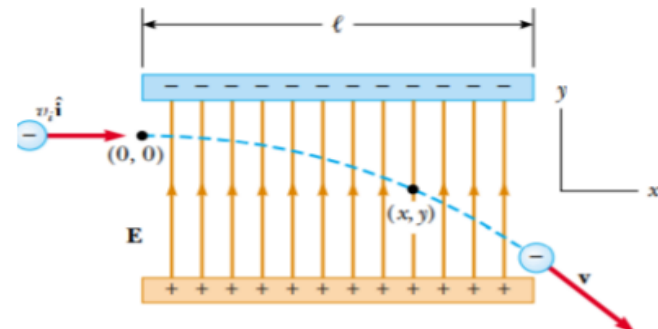
وإذا كانت (c) بعيدة جداً عن (R) ($r \gg R$)، تعتبر عندها الحلقة شحنة نقطية ويكون:

$$E_c = k \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$

11- إن المجال الكهربائي الناتج عن سلك منتهي على شكل قوس و مشحون نصف قطره R حيث $0 < \theta < 180$.



$$E_c = K \frac{Q \sin(\theta)}{\theta_{rad} \cdot R^2}$$



وشدة المجال 200 N/C وعرض المجال الأفقي $v_i = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$ ودخل الإلكترون المجال بالقرب من اللوح السالب. أوجد $l = 0.1 \text{ m}$ تسارع الإلكترون في المجال

الحل - حيث أن الإلكترون سالب الإشارة والمجال يتجه لأعلى لذا فإن القوة الكهربائية المؤثرة على الإلكترون وتسارعه سيكون لأسفل

$$a_y = -\frac{eE}{m} = -\frac{(1.6 \times 10^{-19}) (200 \frac{\text{N}}{\text{C}})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}} = -3.5 \times 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ب - إذا كانت لحظة دخول الإلكترون المجال $t = 0$ فما هو زمن عبور الإلكترون المجال؟

الحل - حيث أن القوة المؤثرة على الإلكترون تتجه لأسفل لذا فإن سرعة الإلكترون الأفقية تبقى ثابتة وهي السرعة الابتدائية التي قذف بها في المجال. أي أن المسافة

$$t = \frac{l}{v_i} = \frac{0.1 \text{ m}}{3 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3.33 \times 10^{-8} \text{ s}$$

ج - إذا كانت الإزاحة الرأسية للإلكترون لحظة دخوله المجال $y_i = 0$ فما هي إزاحته الرأسية عند الخروج من المجال؟

الحل - الإلكترون يتحرك لأسفل بتسارع ثابت لذا

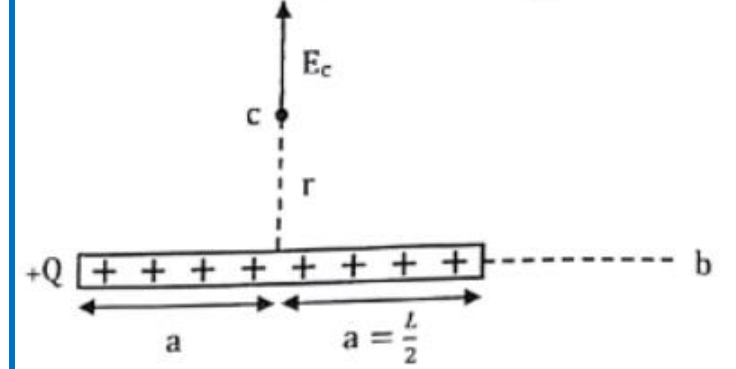
$$y_f = y_i + v_{yi} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$= 0 + 0 + \frac{1}{2} (-3.51 \times 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (3.33 \times 10^{-8} \text{ s})^2$$

$$= -0.0195 \text{ m} \equiv -1.95 \text{ cm}$$

وهذا يعني أن المسافة بين اللوحين يجب أن لا تقل عن هذه ليتمكن الإلكترون من الخروج من المجال قبل الاصطدام باللوح الموجب.

9. لإيجاد مقدار المجال الكهربائي الناتج عن سلك أو قضيب مشحون بكثافته الخطية (توزعه) (λ) حيث ($\lambda = \frac{Q}{L}$) وطوله (L):



أ. إذا كان السلك (القضيب) محدد الطول فإن:

$$E_c = 2k \cdot \frac{\lambda}{r} \cdot \left(\frac{a}{\sqrt{r^2 + a^2}} \right)$$

ب. إذا كان ال سلك طويلاً جداً، أو إذا كانت النقطة (c) قريبة جداً من السلك المشحون فإن:

$$E_c = 2k \cdot \frac{\lambda}{r} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$$

ج. إذا كانت النقطة (c) بعيدة جداً عن السلك المشحون، حينها ($r \gg d$) ويعتبر السلك شحنة نقطية، تكون:

$$E_c = k \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$



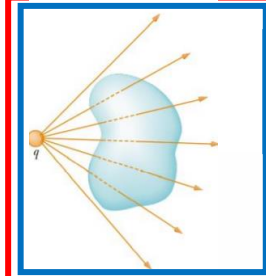


التدفق الكهربائي – Elektrik Akışı

$$\phi = E A \frac{N.m^2}{C}$$

$$\Delta\phi = \int E dA \cos \theta$$

- يعرف الفيض الكهربائي Φ بعدد خطوط المجال الكهربائي التي تنفذ من سطح ما مساحته A .
- Φ تعرف بأنها حاصل ضرب مساحة السطح A بشدة المجال الكهربائي E العمودي على السطح.



$$\phi_c = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} = \frac{0}{\epsilon_0} = 0$$

$$\phi_c = \int_1 E dA \cos \theta + \int_2 E dA \cos \theta$$

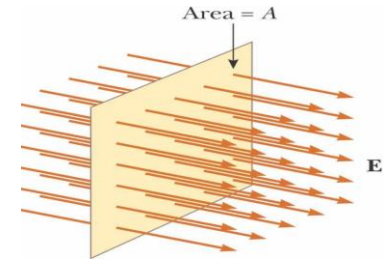
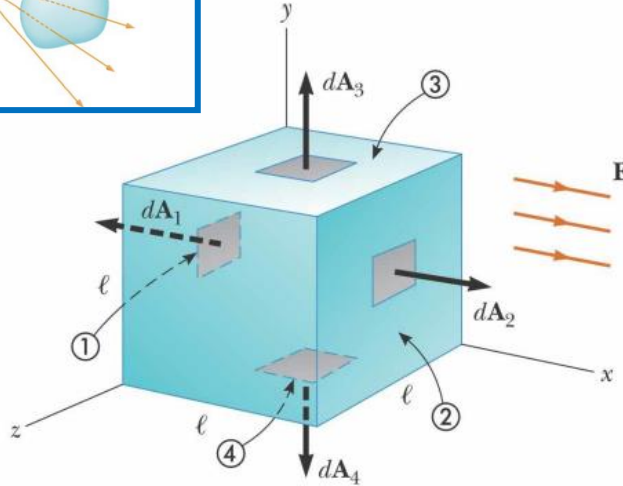
$$\int_1 E dA \cos \theta = \int_1 E dA \cos 180$$

$$= -E \int_1 dA = -El^2$$

$$\int_2 E dA \cos \theta = \int_2 E dA \cos 0$$

$$= E \int_2 dA = El^2$$

$$\phi_c = El^2 - El^2 = 0$$



- عندما يكون المجال عمودياً على السطح أي أن الزاوية بين خطوط المجال والعمودي على السطح تساوي صفراً.

عندما يكون المجال ليس عمودياً على السطح وتكون الزاوية بين خطوط المجال والعمودي على السطح تساوي

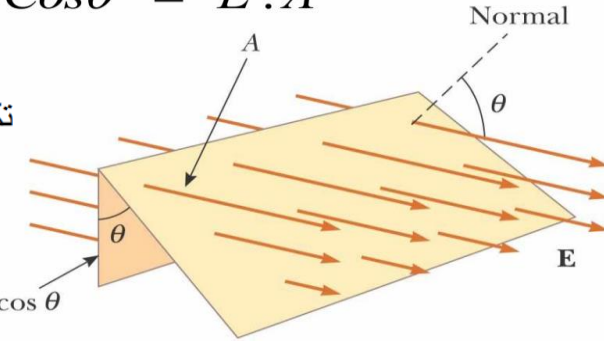
$$\phi = E A \cos \theta = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

$$\theta = 0$$

تكون قيمة الفيض أكبر ما يمكن

$$\theta = 90^\circ$$

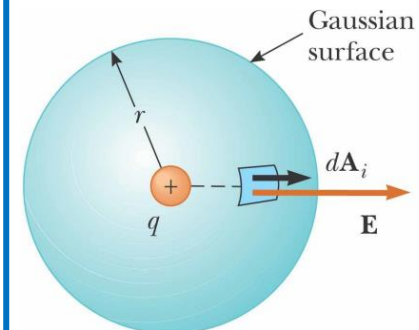
تكون قيمة الفيض تساوي صفراً



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E dA \cos 0 = E \oint dA = E (4\pi r^2)$$

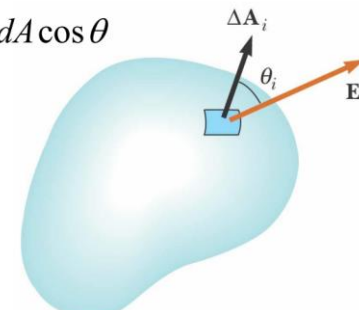
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$$

$$\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$$



- في الأسطح المغلقة ؛ عندما لا يكون هنالك شحنة داخل الجسم فإن التدفق عليه يكون صفراً كما هو في مثال المكعب

$$\Delta\phi = \int E dA \cos \theta$$



- إذا كان المجال الكهربائي مجال غير منتظم

(متغير الشدة والاتجاه والسطح غير مستوي) :

- يقسم السطح إلى أجزاء صغيرة سطحيات

ويجمع التدفق من خلالها لإيجاد التدفق الكلي

خلال السطح ويكون؛

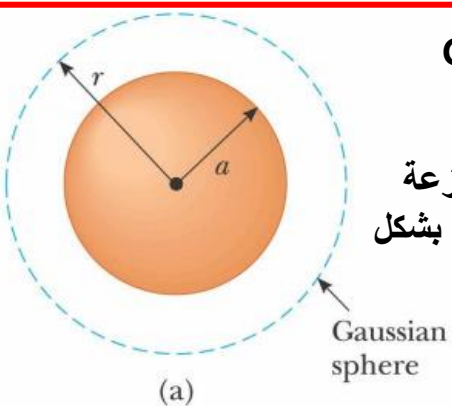


قانون جاوس - Gauss Kanunu

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E dA \cos \theta = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

Gauss outside

- سطح عازل , موزعة الشحنة على سطحه بشكل كامل



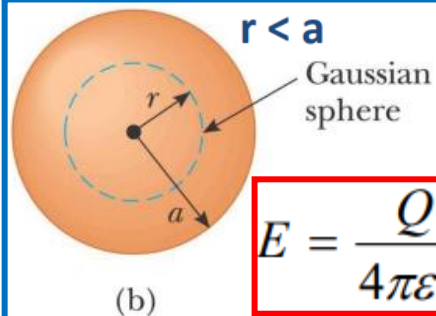
(a)

Gaussian sphere

$$E = k_e \frac{Q}{r^2}, \quad r > a \quad \phi = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

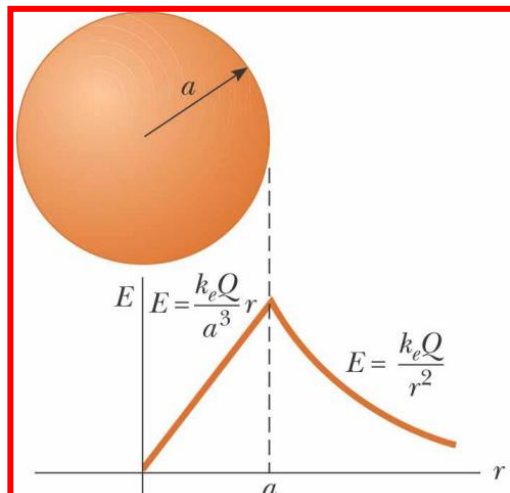
Gauss inside

- سطح عازل , موزعة الشحنة على سطحه بشكل كامل



(b)

$$E = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 a^3} = k_e \frac{Q}{a^3} r$$



- الأسطح المغلقة

الموصلة تكون الشحنة

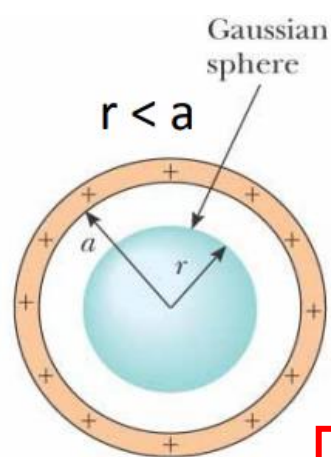
موزعة على سطحها

الخارجي لذلك لا يكون

هناك مجال كهربائي

داخلها والتدفق الكهربائي

يكون صفراً.



$r < a$

$$r < a$$

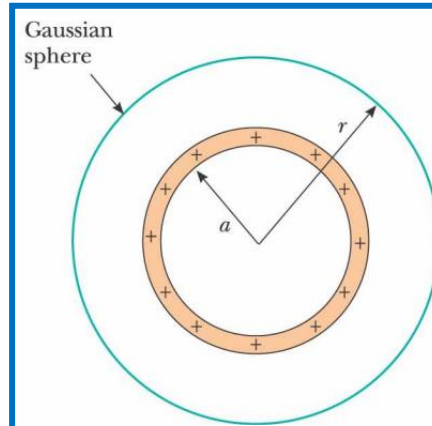
$$q_{in} = 0$$

$$E_{in} = 0$$

$$E (4\pi r^2) = \frac{0}{\epsilon_0} = 0$$

- الأسطح المغلقة الموصلة تكون

الشحنة موزعة على سطحها.



Gaussian sphere

$$r > a$$

$$E = k_e \frac{Q}{r^2}$$

عند وضع موصل داخل مجال كهربائي فتتولد

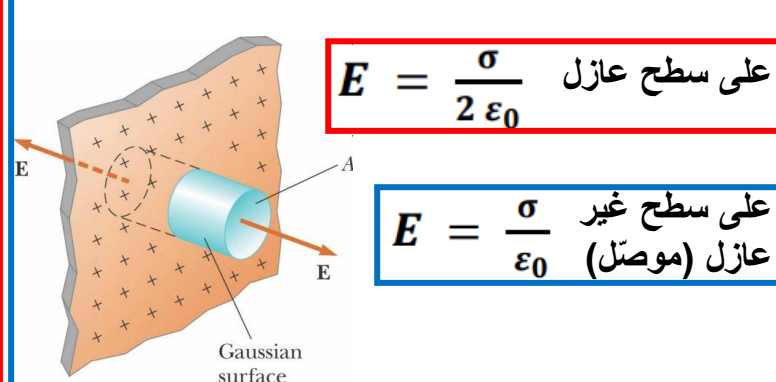
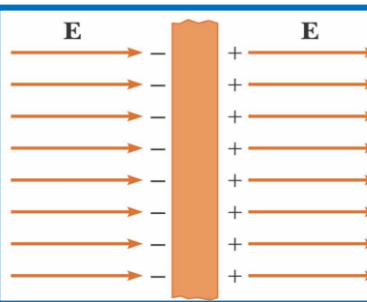
شحنات مستحدثة على سطحي الموصل كما

هو موضح (أي تزيد الكثافة السطحية

للشحنة التي تولد مجالاً يكون اتجاه معاكس

للمجال الخارجي) ، بحيث تكون محصلة

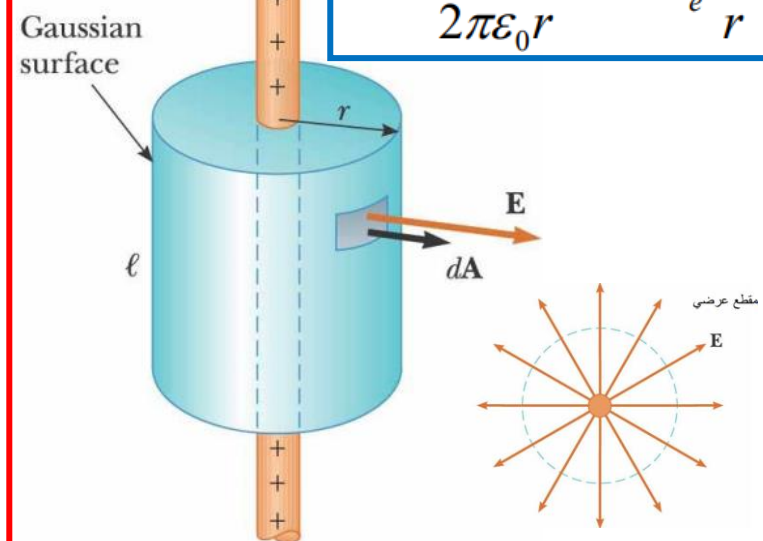
المجال داخل الموصل تساوي صفراً.



$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} = 2k_e \frac{\lambda}{r}$$



لإيجاد مقدار المجال الكهربائي

الناتج عن سلك أو قضيب مشحون ,

ستكون خطوط المجال بكافة الاتجاهات وسيشكل لنا

سطح جاوس (اسطوانة)

الجهد الكهربائي

$$V = J/C$$

$$E = \frac{V}{m} = \frac{N}{C}$$



يُعرّف الجهد الكهربائي ورمزه V عند أي نقطة في الفضاء بأنه طاقة وضع وحدة الشحن عند هذه النقطة

$$V = \frac{U}{q}$$

وبذلك يكون فرق الجهد الكهربائي ΔV بين أي نقطتين أو موقعين A و B هو

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

ومن هذه العلاقة الهامة نجد أن التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة q عندما تتحرك بين موقعين بينهما فرق جهد ΔV هو

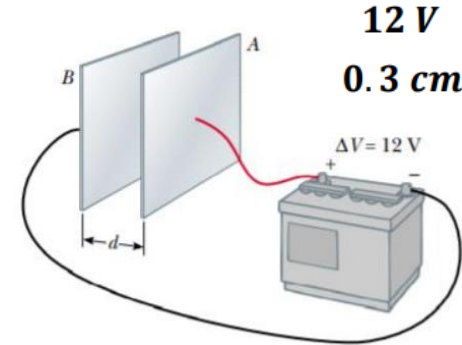
$$\Delta U = q \Delta V$$

فرق الجهد في مجال كهربائي منتظم (متجانس)

$$V = E \cdot d$$

$$U_B < U_A$$

$$\Delta U = U_B - U_A = q \Delta V = -qEd$$



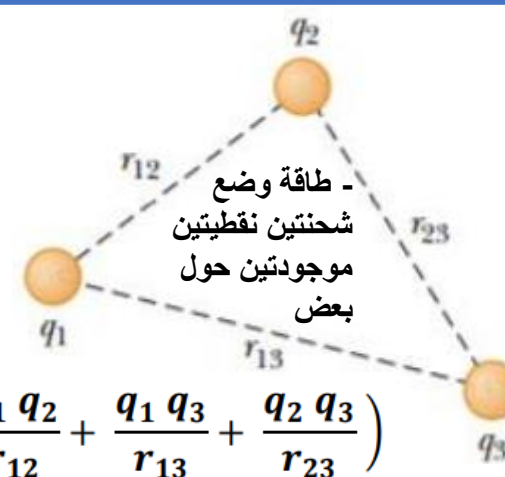
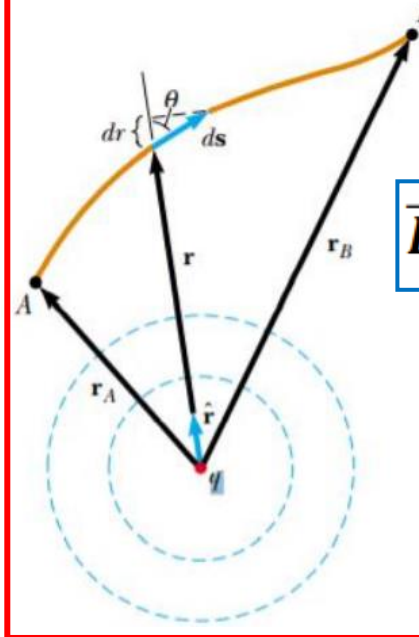
$$V_B - V_A = -Ed$$

$$E = \frac{|V_B - V_A|}{d} = \frac{12V}{0.3 \times 10^{-2}m} = 4.0 \times 10^3 \frac{V}{m}$$

الجهد الكهربائي حول شحنة نقطية

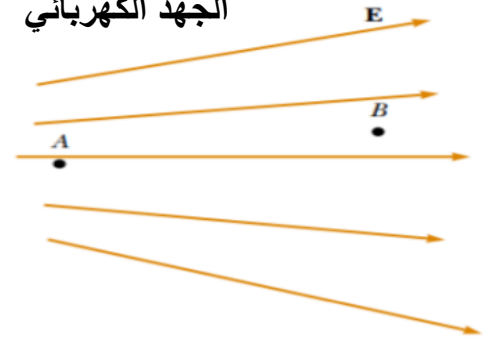
$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad V = k \frac{q}{r}$$



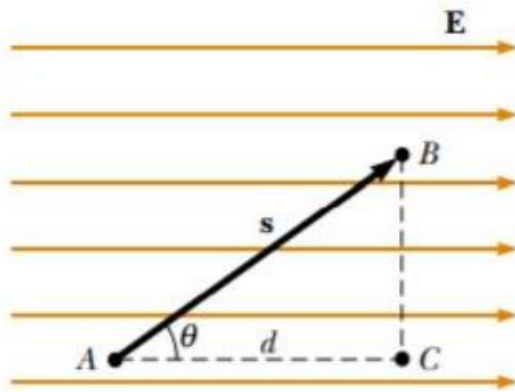
$$U = k \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

الجهد الكهربائي



- وعند تحريك شحنة q من موقع A إلى موقع B في فضاء يوجد فيه مجال فإن التغير في طاقة الوضع الكهربائية لهذه الشحنة هو

$$\Delta U = U_B - U_A = -q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$



$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} = -E s \cos \theta = -Ed = -\vec{E} \cdot \vec{s}$$

$$V_C - V_A = -Ed$$

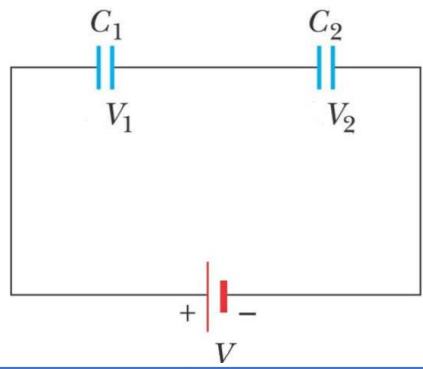
- ❖ الأصل في الجهد هو الفرق بين نقطتين .
- الحصول على جهد نقطة نجعل بدايتها عن اللانهاية .
- ❖ الشغل , لا يعتمد على المسار فقط يعتمد على نقطة البداية والنهاية .

- ❖ فرق الجهد في المجال الكهربائي (المنتظم) : $V = E \cdot d$
- لتطبيق القانون يجب أن تكون المسافة موازية للمجال الكهربائي.
- المجال الكهربائي يشير للجهد الأقل.
- فرق الجهد يجب أن يكون موجب.
- المجال جهته من الجهد العالي إلى الجهد المنخفض.
- عندما لا يكون هنالك فرق للجهد فإنه لا يكون هنالك مجال كهربائي.
- عندما يكون الجهدين متساويين فلا يكون هنالك فرق للجهد.
- عندما لا يكون لدينا مجال كهربائي فهذا لا يعني أنه لا يوجد جهد كهربائي (بل لا يوجد فرق للجهد) .
- المجال الكهربائي ينشأ من تغير الجهد.
- عندما تكون المسافة عمودية على المجال ففرق الجهد يكون صفر.

- ❖ عند تطبيق قانون (الجهد والشحن النقطية) $V = (k \cdot q) : r$ وبقية قوانين الجهد يجب وضع الشحنة مع إشارتها لأنه يوجد لدينا جهد سالب وجهد موجب.
- ❖ عند وضع شحنة داخل مجال :

- تتأثر بقوة وهي تساوي الشحنة بالمجال $F = E \cdot q$
- تكتسب طاقة وضع كهربائي وتساوي $U \cdot q = q \cdot V$ و $U \cdot q = (k \cdot q1 \cdot q2) : r$





- قيمة شحنة المكثفات الموصلة على التوالي

ثابتة وتساوي شحنة المكثفة الكلية.

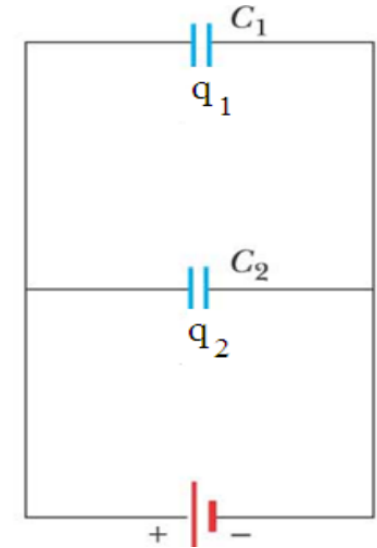
- أي أن السعة الكلية دائماً أقل من سعة أي

من المكثفات المتصلة على التوالي.

$$V = V_1 + V_2 + \dots$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \dots$$

$$\frac{1}{C_{ep}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$



$$C_{ep} = C_1 + C_2 + \dots$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots$$

$$V = V_1 = V_2 = \dots$$

- جهد كل المكثفات الموصلة على التوازي

ثابت ويساوي جهد المكثف الكلي.

Bir ködanstörü yüklemek için iş yapmak gerekir çünkü işlevi düşük potansiylelli bir iletkende yüksek bir iletken yük aktarmaktır:

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$U = \frac{1}{2} QV$$

$$[U] = \frac{C^2}{J}$$

$$[U] = \frac{C}{V}$$

سعة المكثف تتناسب طردياً مع الشحنة q وعكساً مع الجهد V أي أن:

المكثف: موصلان قريبان من بعضهما، يفصل بينهما فراغ أو مادة عازلة، ومشحونان بشحنتين مختلفتين في النوع ومتساويتين في المقدار

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$[C] = \frac{C}{V} = F$$

سعة كرة ذات نصف قطر R تحمل على سطحها شحنة (موصلة)

$$V = K \frac{Q}{R}$$

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C = 4\pi\epsilon R$$

تعتمد طريقة إيجاد صيغة لسعة مكثف على ملاحظة وجود رابط بين المجال وفرق الجهد.

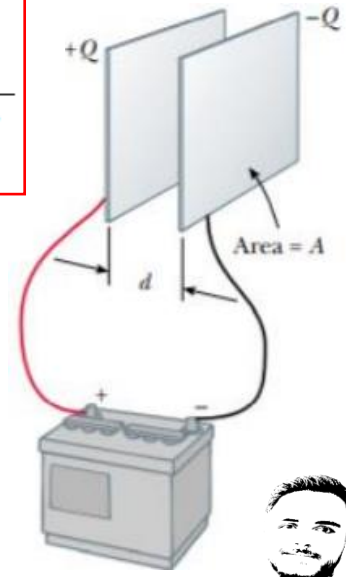
$$C = \frac{Q}{V} = \epsilon \frac{A}{d}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$E = \frac{\sigma}{A}$$

$$A = \frac{Q}{\sigma}$$

$$Q = A \cdot \sigma$$



ثابت العازل :

الشحنات لا تتغير بوضع المادة العازلة ولكن فرق الجهد ينقص بوضع المادة العازلة

C_0 dielektrik madda yok iken sığa değeri

$$C = K \frac{q}{V_0}$$

$$C_0 = \frac{q}{V_0}$$

$$C = K \cdot C_0$$

k -> plakalar arasına yerleştirilen dielektrik (yok iken) maddenin dielektrik değeri

C -> plakalar arasına dielektrik yerleştirdikten sonra ; sığa değeri

التيار الكهربائي : كمية الشحنات التي تمر من سطح ما في الثانية الواحدة

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

التيار اللحظي : يمثل كمعادلة

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

$$[J] = A/m^2 \quad (J) \text{ كثافة التيار}$$

$$J = n.e.v \quad \text{هنا } (v) \text{ تمثل السرعة}$$

هنا (n) تمثل كثافة الشحنات في المتر المكعب

$$E = \frac{\Delta v}{\ell}$$

$$E = J.\rho$$

$$J = \frac{E}{\rho}$$

$$J = \frac{I}{A}$$

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

"الرو" هي المقاومة النوعية
الطول L موازي للعمود
العمود عمودي على المساحة A

قانون أوم (شدة التيار) يطبق على الموصلات

$$I = \frac{R}{V}$$

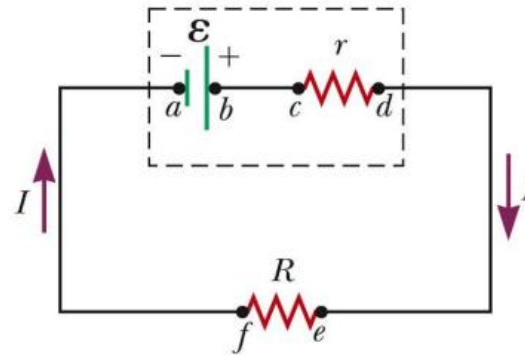
$$R = \frac{I}{V}$$

$$V = I.R$$

$$[I] = A = C/S$$



القوة الدافعة الكهربائية E



الجهد الذي بين طرفي بطارية يسمى القوة الدافعة الكهربائية (emf) (emk)

$$V_t = \varepsilon - I.r \quad \text{حالة التفريغ}$$

$$\varepsilon = V_t - I.R \quad \text{حالة الشحن}$$

$$\varepsilon = IR + Ir$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

المقاومة ودرجات الحرارة

$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

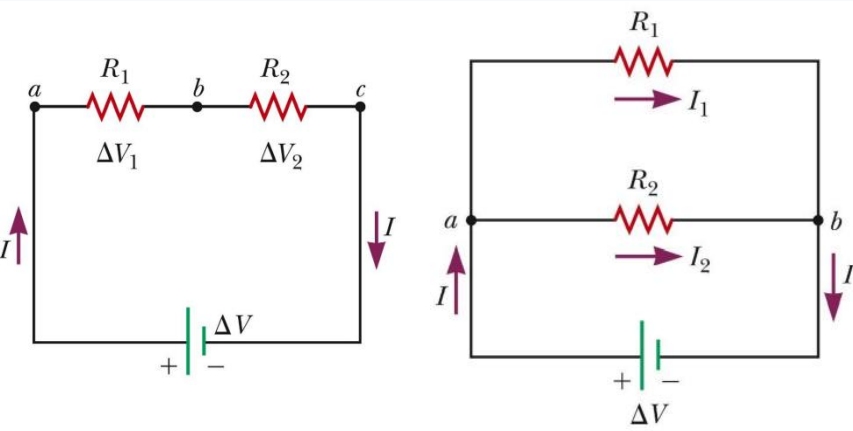
$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$[\alpha] = C^{-1}$$

$$I = \frac{R}{V}$$

$$R = \frac{I}{V}$$

$$V = I.R$$



$$R = R_1 + R_2 + \dots$$

$$R = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots$$

$$V = V_1 + V_2 + \dots$$

$$V = V_1 = V_2 = \dots$$

جهد على التوالي مختلف

جهد على التوازي متساوي

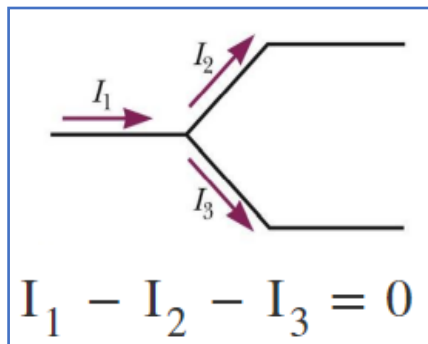
Kirchhoff's law

$$\sum I = 0$$

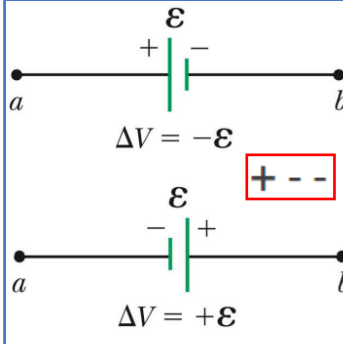
نقاط التفرع

$$\sum V = 0$$

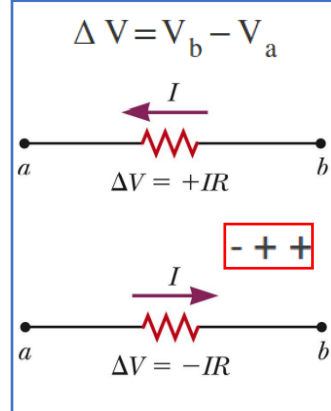
حلقات الدوران



$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

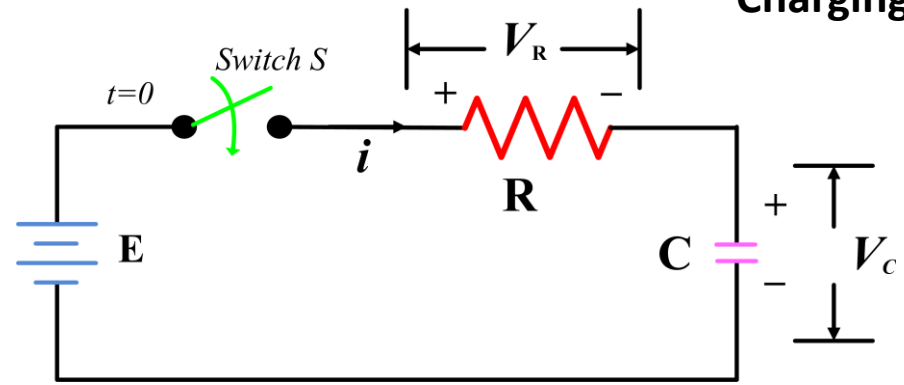


$$\Delta V = +\varepsilon$$



$$\Delta V = -IR$$

Charging



$$V_R = IR \quad V_{R_{\max}} = \varepsilon$$

$$V_c = \frac{q}{C} \quad I_{\max} = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\varepsilon = V_c + V_R$$

$$t = ++$$

$$V_R ++$$

$$V_c ++$$

$$Q ++$$

$$t = 0$$

$$Q = 0$$

$$V_c = \frac{Q}{C} = 0$$

$t = \infty$ عند امتلاء المكثف

$$Q_{\max} = \varepsilon \cdot C \quad V_c = \varepsilon$$

- عند وصول المكثف لأعلى حد يتوقف مرور التيار بالفرع الموجود فيه المكثف

$$V_{c_{\max}} \rightarrow V_R = 0 \quad I = 0$$

$$Q(t) = \varepsilon \cdot C [1 - e^{-t/RC}]$$

$$V_c = \varepsilon [1 - e^{-t/RC}]$$

$$V_R = \varepsilon (e^{-t/RC})$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} (e^{-t/RC})$$

$$I(t) = I_0 (e^{-t/RC})$$

Dis Charging

$$Q(t) = C \cdot \varepsilon (e^{-t/RC})$$

$$V_c = \varepsilon (e^{-t/RC})$$

$$V_R = -\varepsilon (e^{-t/RC})$$

$$I = \frac{-\varepsilon}{R} (e^{-t/RC})$$

